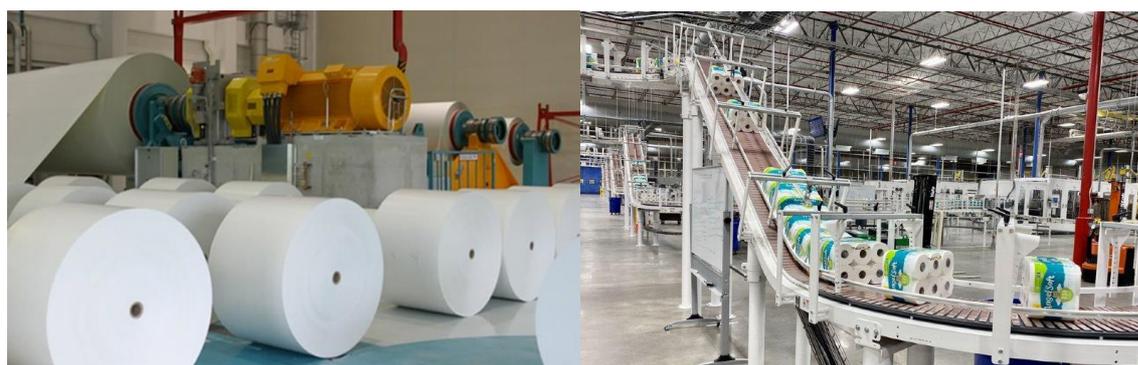


## **LAPORAN PROYEK PERUBAHAN**



# **GRAND STRATEGI PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS**

Disusun Oleh

Ir. Saiful Bahri, M.Si

NIP: 196503071993031003

Kepala Balai Besar Pulp dan Kertas  
Kementerian Perindustrian

BALAI BESAR PULP DAN KERTAS  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA

2021

## LEMBAR PENGESAHAN

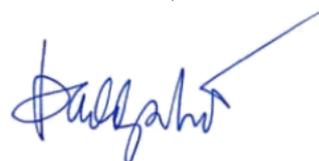
Nama : Ir. Saiful Bahri, M.Si  
Nomor Daftar Hadir : 40  
Angkatan : PKN Tingkat II Angkatan XVIII  
Jabatan : Kepala Balai Besar Pulp dan Kertas  
Unit Kerja : Balai Besar Pulp dan Kertas,  
Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri,  
Kementerian Perindustrian  
Judul : Grand Strategi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Pada  
Industri Pulp dan Kertas Untuk Jangka Panjang

Pembimbing/ Coach,



Dr. Ir. Yulistyo, M.Sc  
NIP. 19611212 198703 1001

Mentor,



Dr. Ir. Doddy Rahadi, MT.  
NIP. 19660710 199903 1003

Penguji,



Hartoto, S.Ip., M.Si.  
NIP. 19710707 199902 1001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Laporan Pelaksanaan Proyek Perubahan dengan judul “Grand Strategi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Pada Industri Pulp dan Kertas” dapat kami selesaikan.

Proses penyusunan laporan proyek perubahan ini telah melibatkan peran dari berbagai pihak maka pada kesempatan ini kami mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Doddy Rahadi, MT, Kepala Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri, Kementerian Perindustrian, selaku mentor yang telah memberikan arahan selama menjalankan proyek perubahan;
2. Dr. Ir. Yulistyo, M.Sc., selaku coach yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan proyek perubahan;
3. Ir. R. Hendro Martono, MBA, Kepala Pusat Industri Hijau, Kementerian Perindustrian;
4. Ir. Emil Satria, M.Si., Direktorat Industri Hasil Hutan dan Perkebunan, Kementerian Perindustrian;
5. Aryan Warga Dalam, Ketua Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia;
6. Tim Efektif Penyusunan Emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas yang telah bekerja keras dan berperan aktif dalam melaksanakan tugas-tugas proyek perubahan;
7. Para pemangku kepentingan yang mendukung pelaksanaan proyek perubahan;
8. Seluruh peserta Diklat Kepemimpinan Tingkat II yang telah memberikan dukungan dan dorongan selama pelaksanaan diklat dan pelaksanaan proyek perubahan.

Besar harapan kami, proyek perubahan ini dapat bermanfaat untuk Balai Besar Pulp dan Kertas, Kementerian Perindustrian, dan juga untuk seluruh industri pulp dan kertas selaku pemangku kepentingan dalam rangka mewujudkan kemajuan industri nasional.

Bandung, Oktober 2021

Saiful Bahri

## RINGKASAN EKSEKUTIF

Dampak perubahan iklim secara global telah menjadi perhatian utama masyarakat internasional, termasuk Indonesia. Pemerintah Indonesia telah mengesahkan *Paris Agreement to the United Nation Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa Bangsa mengenai Perubahan Iklim) melalui Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 pada tanggal 24 Oktober 2016. Indonesia telah menetapkan kontribusi target penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) untuk mencapai tujuan *Paris Agreement* tersebut, yang biasa disebut dokumen *Nationally Determined Contribution* (NDC). Pada periode pertama, target NDC Indonesia adalah mengurangi emisi sebesar 29% dengan upaya sendiri atau 41% dengan dukungan kerja sama internasional dari kondisi tanpa ada aksi (*business as usual*) pada tahun 2030.

Proses produksi industri pulp dan kertas membutuhkan energi panas dalam bentuk *steam* yang digunakan dalam proses pemasakan pulp, *recovery* bahan kimia, dan pengeringan kertas, selain itu energi listrik juga dibutuhkan dalam jumlah besar untuk proses pembuatan kertas. Proses pemenuhan energi pada industri pulp dan kertas sebagian besar bersifat *self generating*. Bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan energi termal sekitar 56% diperoleh dari produk samping (*black liquor*), kayu, dan biomassa lainnya. Biomassa yang kaya energi berasal dari lindi hitam (*black liquor*), *chip* kayu, kulit kayu, *reject*, dan *sludge*. Emisi gas CO<sub>2</sub> dari pembakaran biomassa tidak termasuk dalam perhitungan inventori GRK. Hasil inventori dapat dijadikan dasar dalam menganalisis kebijakan yang dapat diimplementasikan oleh industri pulp dan kertas. Aktivitas penyusunan inventori emisi GRK diprioritaskan karena industri pulp dan kertas secara operasional masih banyak mengeluarkan emisi gas GRK karena masih bergantungnya pemenuhan energi pada penggunaan PLTU batubara. Industri pulp dan kertas belum secara optimal berupaya menurunkan emisi GRK melalui penerapan *green production* dan penerapan konsep industri 4.0.

Target kinerja Program Proyek Perubahan adalah tersusunnya Pedoman Strategi Penurunan emisi GRK pada Sektor IPK, yang merupakan bagian dari *Grand Strategy* Pencapaian Penurunan Emisi GRK 29% pada Industri Pulp dan Kertas pada tahun 2030. Dalam pedoman tersebut mencakup tersusunnya inventori, *mapping* dan penetapan *baseline* emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas.

Tujuan kegiatan ini terdiri dari tujuan jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang. Tujuan jangka pendek proyek perubahan ini yaitu tersusunnya Pedoman Strategi Penurunan

Emisi GRK pada IPK, sedangkan tujuan jangka menengah adalah Sosialisasi Pedoman Strategi Penurunan Emisi GRK pada IPK, dan tujuan jangka panjangnya meliputi: (1) Tercapainya target penurunan emisi GRK sektor IPK sebesar 29% pada tahun 2030; (2) Terbentuknya kelembagaan LPK BBPK.

Secara umum manfaat pembuatan *Grand Strategy* adalah: (1) Memberikan gambaran dan pandangan masa depan yang ingin diwujudkan; (2) Memudahkan semua divisi untuk melaksanakan pekerjaan dalam rangka pencapaian visi dan misi organisasi; (3) Memberikan target yang jelas dan terukur mengenai capaian untuk 20 tahun ke depan dengan tahapan per-5 (lima) tahunan.

Ruang lingkup proyek perubahan ini membuat *Grand Strategy* Penurunan Emisi GRK pada IPK yang meliputi: (1) Membuat *business model* peran BBPK dalam upaya mengurangi emisi GRK pada IPK; (2) Menghitung inventori emisi GRK IPK pada Skenario BAU; (3) Menyusun Grand Strategy Penurunan Emisi GRK pada IPK; (4) Menyusun Pedoman Strategi Penurunan Emisi GRK pada Sektor IPK dengan membuat model penurunan emisi GRK dan yang mencakup konsep Industri 4.0.

*Output* kegiatan proyek perubahan ini adalah terbentuknya *Grand Strategy* Penurunan Emisi GRK dengan Penerapan *Green Production* dan Industri 4.0 pada sektor IPK dalam bentuk Buku Pedoman Strategi Penurunan Emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas, yang terdiri dari: (a) *Business Model* Balai Besar Pulp dan Kertas; (b) *Business Model* Industri Pulp dan Kertas; (c) Inventori Sektor Industri Pulp dan Kertas; (d) Dokumen Peta Jalan Penurunan GRK pada Sektor Industri Pulp dan Kertas; (e) Strategi Industri Pulp dan Kertas dengan konsep *Green Production* dan Industri 4.0 dengan tema menurunkan emisi GRK. Penurunan besaran emisi GRK pada tahun proyeksi 2030 akan bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel Exsum.1. Resume Nilai Pengurangan Nilai Finansial Akibat Effort Penurunan Emisi GRK Tahun 2030

Deskripsi	Proyeksi Emisi GRK (BAU) Pada Tahun 2030	Hasil effort Penurunan Emisi GRK Pada Tahun 2030
Emisi CO <sub>2</sub> e (Ton)	13.907.200	9.869.100
Emisi CO <sub>2</sub> e (Kg)	13.907.200.000	9.869.100.000
Nilai Pajak CO <sub>2</sub> e	Rp. 417.216.000.000,-	Rp. 296.073.000.000,-
Pengurangan Nilai Emisi CO <sub>2</sub> e	Rp. 121.143.000.000,-	

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	1
<b>PROYEK PERUBAHAN</b> .....	3
<b>1. IDENTITAS PROYEK</b> .....	3
<b>A. TOPIK PROYEK PERUBAHAN</b> .....	3
<b>B. ISU AKTUAL (Industri Pulp dan Kertas serta peran BBPK)</b> .....	3
<b>C. GAGASAN PERUBAHAN</b> .....	6
<b>D. DESKRIPSI PROYEK PERUBAHAN</b> .....	8
<b>2. LATAR BELAKANG (<i>BURNING PLATFORM</i>)</b> .....	10
<b>A. IDENTIFIKASI MASALAH SAAT INI</b> .....	10
<b>B. KONTRIBUSI PENURUNAN EMISI GRK NASIONAL MENUJU NDC 2030</b> .....	12
<b>3. TUJUAN PERUBAHAN</b> .....	13
<b>4. MANFAAT</b> .....	14
<b>5. KONDISI YANG DIHARAPKAN (Industri Pulp dan Kertas &amp; BBPK)</b> .....	14
<b>6. RUANG LINGKUP PROYEK PERUBAHAN</b> .....	15
<b>7. OUTPUT KUNCI (<i>key project deliverables</i>)</b> .....	15
<b>8. METODE DAN TEORI ANALISIS PERENCANAAN STRATEGIS</b> .....	16
<b>A. Business Model Canvas</b> .....	16
<b>B. Fishbone Diagram</b> .....	17
<b>C. Metode Cause and Effect Diagram 5W1H dalam Manufaktur</b> .....	19
<b>D. Metode Value Chain by Michael Porter</b> .....	20
<b>9. PELAKSANAAN PROYEK PERUBAHAN</b> .....	20
<b>10. IDENTIFIKASI DAN PEMETAAN STAKEHOLDER</b> .....	55
<b>a. Identifikasi Stakeholder</b> .....	55
<b>b. Pemetaan Stakeholder</b> .....	59
<b>11. MARKETING SEKTOR PUBLIK</b> .....	60
<b>12. IDENTIFIKASI POTENSI MASALAH</b> .....	65
<b>13. RESIKO</b> .....	65
<b>14. KRITERIA KEBERHASILAN</b> .....	66
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	84
<b>A. Kesimpulan</b> .....	84
<b>B. Saran</b> .....	84

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>86</b>
<b>APPENDIX 1 MODEL BISNIS BALAI BESAR PULP DAN KERTAS DAN INDUSTRI PULP DAN KERTAS .....</b>	<b>88</b>
<b>APPENDIX 2 INVENTORY EMISI GAS RUMAH KACA PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS .....</b>	<b>107</b>
<b>APPENDIX 3 BASELINE EMISI GAS RUMAH KACA PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS .....</b>	<b>144</b>
<b>APPENDIX 4 ANALISA PENURUNAN EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS .....</b>	<b>149</b>
<i>A. Pulp Mill.....</i>	<i>180</i>
<i>Kraft Pulping .....</i>	<i>180</i>
<i>Bleaching plant.....</i>	<i>180</i>
<i>Pulping line .....</i>	<i>180</i>
<i>Recovery Boiler.....</i>	<i>181</i>
<i>Evaporation plant .....</i>	<i>181</i>
<i>Lime kiln.....</i>	<i>181</i>
<i>Utilitas.....</i>	<i>182</i>
<i>B. Paper Mill.....</i>	<i>182</i>
<b>APPENDIX 5 STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS .....</b>	<b>192</b>

## **PROYEK PERUBAHAN (PROJECT CHARTER)**

### **1. IDENTITAS PROYEK**

#### **A. TOPIK PROYEK PERUBAHAN**

#### **“GRAND STRATEGI PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS”**

#### **B. ISU AKTUAL (Industri Pulp dan Kertas serta peran BBPK)**

Dampak perubahan iklim secara global telah menjadi perhatian utama masyarakat internasional, termasuk Indonesia. Sebagai negara kepulauan yang memiliki berbagai sumber daya alam, keanekaragaman hayati yang tinggi serta populasi penduduk yang sangat besar, Indonesia sangat rentan terhadap dampak negatif dengan meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer dan sekaligus memiliki potensi yang besar untuk turut andil dalam mengatasi perubahan iklim. Salah satu langkah penting yang dilakukan oleh Pemerintah Indonesia adalah dengan mengesahkan *Paris Agreement to the United Nation Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa Bangsa mengenai Perubahan Iklim) melalui Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 pada tanggal 24 Oktober 2016. Melalui kesepakatan tersebut, Indonesia bersama dengan negara-negara di dunia berkomitmen untuk menahan laju peningkatan suhu rata-rata global di bawah 2°C dan melanjutkan upaya untuk menekan kenaikan suhu rata-rata global ke 1,5°C di atas tingkat pra-industrialisasi. Indonesia telah menetapkan kontribusi target penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) untuk mencapai tujuan Paris Agreement tersebut, yang biasa disebut dokumen *Nationally Determined Contribution* (NDC). NDC ini mencakup aspek aksi (mitigasi dan adaptasi) dan dukungan sumber daya (pendanaan, peningkatan kemampuan, dan alih teknologi perubahan iklim). Pada periode pertama, target NDC Indonesia adalah mengurangi emisi sebesar 29% dengan upaya sendiri atau 41% dengan dukungan kerja sama internasional dari kondisi tanpa ada aksi (*business as usual*) pada tahun 2030. Komitmen NDC Indonesia untuk periode selanjutnya

ditetapkan berdasarkan kajian kinerja dan harus menunjukkan peningkatan dari periode selanjutnya.



**Gambar 1.** Latar Belakang Topik Proyek Perubahan

Pelaksanaan penyelenggaraan inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) dan Monitoring, Pelaporan, dan Verifikasi (MPV) mengacu pada pedoman yang ditetapkan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC Guidelines)* tahun 2006. Inventarisasi GRK ditujukan untuk melaksanakan kegiatan penyelenggaraan, perolehan dan pemutakhiran data, dan informasi emisi GRK secara periodik dari berbagai sumber emisi (*source*), serapan (*sink*), dan simpanan (*stock*). Pelaksanaan kegiatan inventarisasi ini secara umum bertujuan untuk (i) mengetahui dan memantau tingkat dan status emisi GRK, (ii) merancang dan mengevaluasi kegiatan mitigasi perubahan iklim, serta (iii) menyusun laporan status emisi GRK nasional. Inventarisasi GRK dilakukan terhadap 5 (lima) kategori sumber emisi, yaitu energi, proses industri dan penggunaan produk, pertanian, kehutanan dan perubahan penggunaan lahan lainnya, serta pengelolaan limbah.

Sektor industri merupakan salah satu penyumbang terbesar bagi Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Salah satu dari penyumbang terbesar tersebut adalah industri pulp yang memegang peranan penting dalam perekonomian

Indonesia. Industri pulp dan kertas juga termasuk pada beberapa industri yang tergolong lahap energi mengkonsumsi energi lebih dari 6.000 TOE dan menyerap 80% dari total energi sektor industri bersama industri semen, industri baja, industri tekstil, industri keramik, industri pupuk, industri petrokimia, industri makanan dan minuman tertentu. Industri pulp tanah air saat ini berada dalam jajaran 10 produsen besar di dunia. Hanya dua negara yang punya peluang memproduksi pulp secara efisien yaitu Indonesia dan Brazil. Hal ini dikarenakan ketersediaan bahan baku yang berlimpah serta diproduksi langsung dari hutan sehingga memiliki daya saing yang kuat.

Pasar utama ekspor pulp Indonesia adalah China, Korea, Jepang, India dan Bangladesh. Pengusaha berusaha merealisasikan penambahan kapasitas produksi industri dalam upaya untuk memperluas ekspor, seperti ke Asia Timur, Timur Tengah, dan Afrika dengan turut dibantu oleh Pemerintah. Para pengusaha juga diarahkan untuk dapat menggunakan bahan bakar alternatif dengan memanfaatkan limbah kulit kayu sebagai pembangkit bagi industri untuk menekan mahalnya biaya produksi.

Pertumbuhan industri pulp dan kertas di Indonesia yang cukup baik selama beberapa tahun terakhir ini ternyata juga diiringi dengan masalah besar yang perlu segera dihadapi yaitu jumlah emisi GRK yang makin besar seiring dengan peningkatan pertumbuhan industri pulp dan kertas tersebut. Balai Besar Pulp dan Kertas (BBPK) harus bisa mengambil peran yang lebih luas dalam membantu industri pulp dan kertas untuk ikut dalam program penurunan emisi GRK akibat aktivitas industri khususnya di industri pulp dan kertas. Salah satu upaya yang akan bisa diprioritaskan untuk diterapkan pada industri pulp dan kertas adalah penerapan model industri 4.0. Kata kunci dari penerapan tersebut adalah efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi limbah di semua lini produksi dengan memanfaatkan teknologi informasi ke level yang lebih dominan.

BBPK adalah satu-satunya satker pemerintah yang khusus menangani industri pulp dan kertas di Indonesia yang telah menerapkan penjaminan mutu produk pelayanan melalui penerapan sistem manajemen mutu SNI ISO 9001: 2015 dan ISO/IEC 17025: 2017. Kemampuan BBPK sudah diakui oleh industri pulp dan kertas dari dalam dan luar negeri. BBPK bekerja secara profesional dalam memenuhi

kebutuhan pelanggan untuk mencapai visi menjadi lembaga litbang inovatif dan pusat pelayanan jasa teknis profesional di bidang pulp, kertas, derivat selulosa, dan lingkungan, dengan dukungan peneliti yang kompeten di bidang industri pulp, kertas, dan lingkungan, serta dukungan sarana dan prasarana yang memadai untuk penelitian di bidang pulp, kertas dan lingkungan serta layanan jasa. BBPK dengan semua kompetensi dan fasilitas yang dimilikinya tersebut tentunya di harapkan akan mampu membantu industri pulp dan kertas untuk dapat menurunkan emisi GRK.

### C. GAGASAN PERUBAHAN

Sektor industri adalah salah satu sektor yang menghasilkan emisi dari pembakaran bahan bakar fosil dan memberi kontribusi terhadap emisi GRK, selain dari beberapa sektor lain seperti sektor pertanian, peternakan, kehutanan, dan transportasi. Industri pulp dan kertas merupakan salah satu sektor industri yang tergolong intensif menggunakan energi. Peta penyebaran industri pulp dan kertas di Indonesia mencakup wilayah Jawa sekitar 57,96%, wilayah Sumatera sekitar 37,43%, dan wilayah Kalimantan 4,61%.

Industri pulp dan kertas sampai saat ini masih merupakan sektor industri yang menghasilkan emisi GRK yang tergolong cukup besar dan termasuk dalam 10 penyumbang emisi GRK terbesar. Di sisi yang lain, adanya komitmen industri pulp dan kertas untuk ikut dalam menurunkan emisi GRK sebesar 29% pada tahun 2030 dan akan diterapkannya pajak karbon pada industri akan menjadi tantangan di tahun mendatang bagi industri pulp dan kertas serta bagi BBPK.

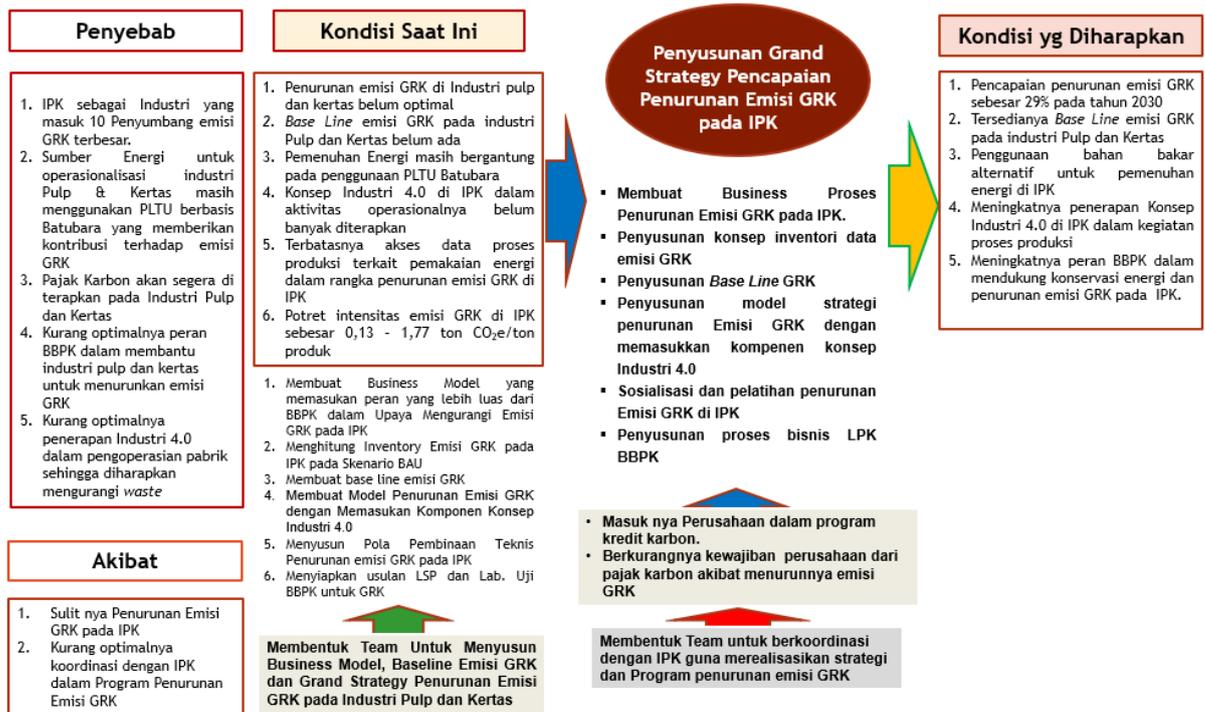
Proses produksi industri kertas membutuhkan energi panas dalam bentuk steam yang digunakan dalam proses pemasakan pulp, recovery bahan kimia, dan pengeringan kertas, selain itu energi listrik juga dibutuhkan dalam jumlah besar untuk proses pembuatan kertas. Proses pemenuhan energi pada industri pulp dan kertas sebagian besar bersifat *self generating*. Bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan energi termal sekitar 56% diperoleh dari produk samping (*black liquor*), kayu, dan biomassa lainnya. Biomassa yang kaya energi berasal dari lindi hitam (*black liquor*), chip kayu, kulit kayu, reject, dan sludge. Emisi gas CO<sub>2</sub> dari pembakaran biomassa tidak termasuk dalam perhitungan inventori GRK (Gavrilescu, 2008).

Industri pulp dan kertas telah berupaya melakukan usaha-usaha penghematan energi dan hal ini perlu didukung penuh oleh pemerintah serta berbagai pihak yang terkait. Emisi CO<sub>2</sub> pada sektor industri sangat berkaitan erat dengan pembakaran bahan bakar untuk penyediaan energi dan panas yang dibutuhkan dalam proses produksi. Semakin besar jumlah bahan bakar yang digunakan dalam proses produksi, maka akan semakin besar pula jumlah emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Berdasarkan hubungan tersebut maka konsumsi bahan bakar yang menimbulkan emisi harus diturunkan untuk dapat menurunkan emisi CO<sub>2</sub>. Penurunan konsumsi energi ini dapat dicapai dengan cara meningkatkan efisiensi energi pada industri. Inventori emisi GRK perlu terlebih dahulu dilakukan untuk dapat merumuskan upaya peningkatan efisiensi energi dan penurunan emisi CO<sub>2</sub> dari industri pulp dan kertas. Inventori meliputi pengumpulan data dan pengukuran serta perhitungan emisi GRK. Hasil inventori dapat dijadikan dasar oleh industri pulp dan kertas dalam mengevaluasi unjuk kerja, mengevaluasi efisiensi pabrik, dan menyusun langkah-langkah perbaikan yang dapat dilakukan. Inventori juga dapat digunakan sebagai dasar penyusunan *road map* penurunan emisi GRK sektor industri serta input data emisi GRK kepada SIGN (Sistem Inventory GRK Nasional). *National Communication* telah dibentuk untuk pengembangan SIGN dengan melibatkan berbagai pihak yang terkait. Kementerian Perindustrian sebagai salah satu bagian dari *National Communication* memiliki tanggung jawab dalam penyediaan data emisi GRK dari sektor industri.

Hasil inventori dapat dijadikan dasar dalam menganalisis kebijakan yang dapat diadaptasi dan diimplementasikan oleh industri pulp dan kertas. Aktivitas penyusunan inventory emisi GRK diprioritaskan karena industri pulp dan kertas secara operasional masih banyak mengeluarkan emisi gas GRK karena masih bergantungnya pemenuhan energi pada penggunaan PLTU batubara. Perusahaan-perusahaan juga belum secara optimal memiliki upaya untuk menurunkan emisi GRK melalui penerapan *green production* dan penerapan konsep industri 4.0 dalam operasional pabrik sehingga mampu mengurangi limbah, serta belum optimumnya penggunaan bahan baku alternatif pada produksi kertas.

BBPK dalam mengatasi permasalahan tersebut di atas, sampai saat ini belum memiliki *model business* yang komprehensif yang mampu mewadahi program penurunan GRK secara lengkap, selain juga belum memiliki *grand strategy* dan

program yang sistematis terkait penurunan emisi GRK khususnya pada industri pulp dan kertas. Hal ini disebabkan karena BBPK masih sulit untuk dapat mengakses data proses produksi yang mengeluarkan emisi GRK, sehingga menyebabkan sulitnya mendapatkan data untuk dapat menyusun inventory GRK dan baseline GRK pada industri pulp dan kertas.



**Gambar 2.** Mekanisme Kerja Penyusunan Proyek Perubahan

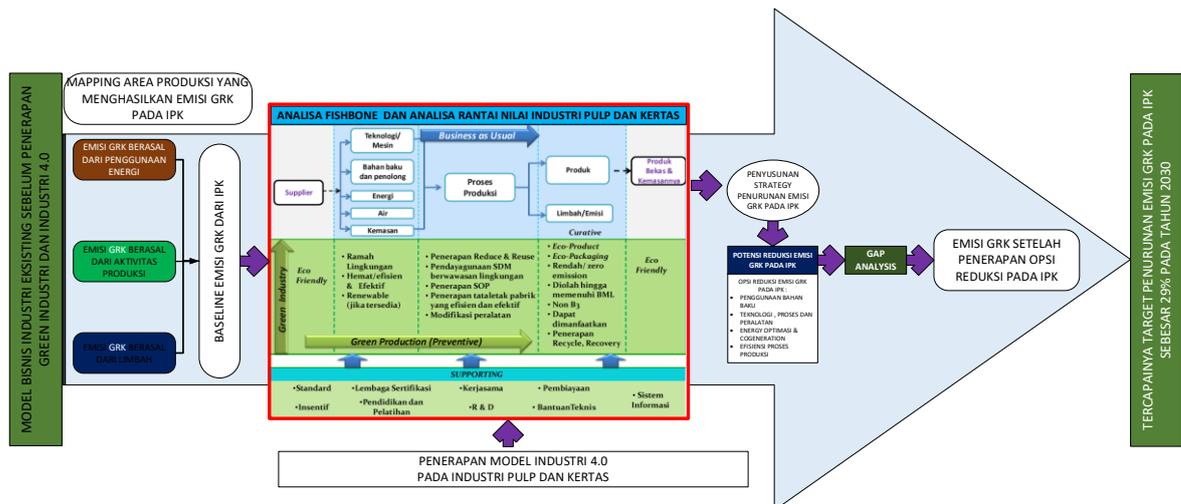
#### D. DESKRIPSI PROYEK PERUBAHAN

Balai Besar Pulp dan Kertas (BBPK) adalah sebuah lembaga penelitian dan pengembangan di bawah Kementerian Perindustrian. Sejak berdirinya pada tanggal 14 November 1968, BBPK telah memiliki banyak pengalaman dalam melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan, perumusan standar, konsultasi, pelatihan, pengujian, sertifikasi, dan kalibrasi. BBPK memiliki lokasi di Jl. Raya Dayeuhkolot No. 132, Bandung 40258. BBPK berawal dari Lembaga Penelitian Selulosa (LPS) yang memiliki status proyek. Proyek ini adalah hasil integrasi Proyek Balai Rayon dan Selulosa dengan Proyek Pilot Rayon yang merupakan hibah dari Republik Federasi Jerman. Pada tahun 1979, LPS berubah menjadi BBS (Balai Besar Selulosa) dan kemudian sejak 29 November 2002 menjadi BBPK.



**Gambar 3.** Profil Balai Besar Pulp dan Kertas

BBPK mempunyai tugas melaksanakan kegiatan optimalisasi pemanfaatan teknologi, konsultasi, standardisasi, pengujian, sertifikasi, kalibrasi, dan pengembangan kompetensi industri pulp dan kertas sesuai kebijakan teknis yang ditetapkan oleh Kepala Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri. Penurunan emisi GRK pada industri pulp dan kertas akan menjadi fokus utama dari semua aktivitas yang di lakukan oleh BBPK, tentunya termasuk aktivitas berkoordinasi dan memberikan bimbingan teknis dengan pihak pelaku industri pulp dan kertas itu sendiri untuk mampu mewujudkannya. Perlu disusun strategi yang mampu mengarahkan semua program tersebut untuk dapat mencapai semua target pencapaian penurunan GRK pada industri pulp dan kertas.



**Gambar 4.** Alur Pikir Deskripsi Proyek Perubahan

## 2. LATAR BELAKANG (*BURNING PLATFORM*)

### A. IDENTIFIKASI MASALAH SAAT INI

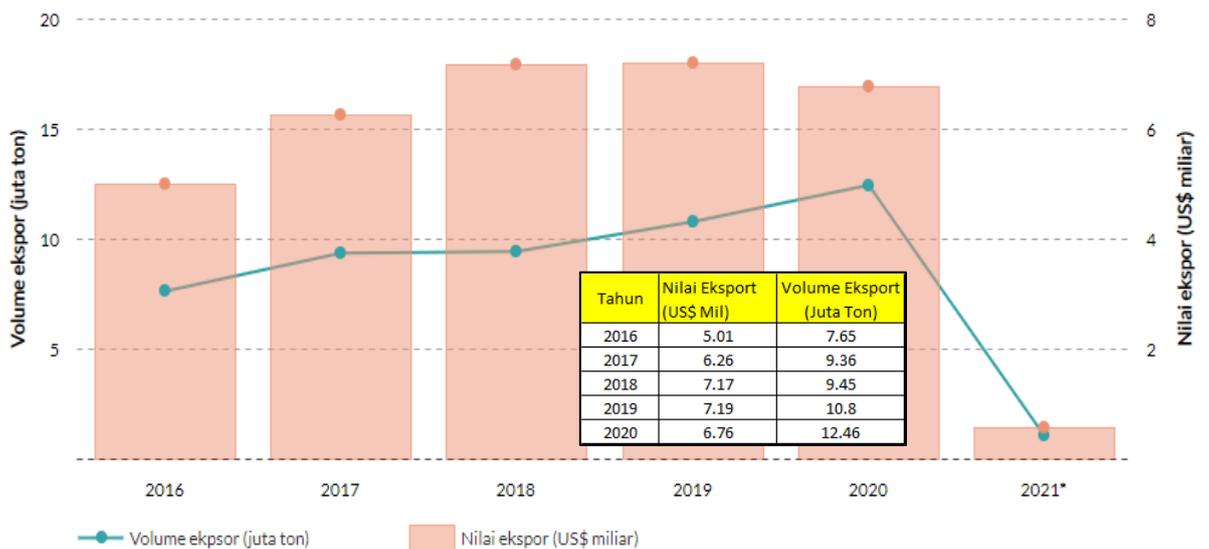
Secara global, industri pulp Indonesia merupakan produsen terbesar kesepuluh di dunia, sementara industri kertas PT menempati peringkat keenam di dunia. Di wilayah Asia, Indonesia merupakan produsen peringkat ketiga untuk industri pulp dan keempat untuk industri kertas. Produsen pulp dan kertas terbesar di tanah air di antaranya April Group dengan PT. Riau Andalan Pulp and Paper dan Sinar Mas Group yang membawahi beberapa perusahaan, seperti PT. Tjiwi Kimia Tbk., PT. Indah Kiat Pulp & Paper, dan PT. OKI Pulp and Paper.

Ada dua industri pulp dan kertas besar yang beroperasi di Indonesia yaitu Sinar Mas Group, yang didirikan oleh Eka Tjipta Widjaja, melalui lini bisnis Asia Pulp and Paper disebut sebagai produsen pulp dan kertas terbesar kedua di dunia serta April Group dengan PT. Riau Andalan Pulp and Paper. APP memiliki kapasitas produksi sebesar 12 juta ton per tahun dengan serapan tenaga kerja sebanyak 80.000 orang dan produknya menjangkau 120 negara di enam benua.

Secara umum kinerja Industri pulp dan kertas Indonesia saat ini adalah sebagai berikut:

- IPK termasuk 10 penyumbang emisi GRK terbesar
- IPK masih menggunakan sumber energi batubara
- Pajak karbon akan segera diterapkan
- Penerapan industri 4.0 kurang optimal di IPK

- e. Serapan investasi tahun 2020 mencapai 8,22 T
- f. Produksi industri pulp dapat mencapai 20,4 juta ton dan kertas sebesar 19,8 juta ton pada 2020
- g. Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia (APKI) memproyeksi total volume ekspor kertas sepanjang 2020 akan naik sekitar 24,3 persen secara tahunan menjadi 6,76 juta ton. Sementara itu, volume ekspor pulp diramalkan naik sekitar 19,87 persen menjadi 5,79 juta ton
- h. Serapan tenaga kerja 641.438 TK
- i. Luas konsensi hutan untuk mendukung kebutuhan bahan baku adalah 11,34 juta hektar
- j. Bahan baku pulp per tahun 34,4 juta M<sup>3</sup> kayu bulat
- k. Pertumbuhan industri kertas pertahun untuk tahun 2019-2020 adalah 2%.
- l. Terdapat 87 perusahaan pulp dan kertas di Indonesia



**Gambar 5.** Ekspor Pulp dan Kertas 2016-2021\*

\*Sumber: BPS 2021

Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa tingkat pemakaian kertas di dalam negeri dan untuk ekspor adalah berimbang, hal ini menunjukkan bahwa pangsa pasar dalam negeri masih cukup besar untuk dilayani oleh industri pulp dan kertas nasional. Disamping itu, data di atas juga menunjukkan bahwa dari industri pulp hanya mampu memenuhi sebagian kebutuhan bahan baku industri hilirnya yaitu industri kertas yang sebagian lagi dipenuhi oleh impor pulp dari negara lain.

Rencana aksi nasional di bidang industri disusun berdasarkan RPJPN 2005-2025 dan usulan dari K/L terkait serta perhitungan target penurunan emisi GRK bidang industri sebesar 0,001 giga ton CO<sub>2</sub>e pada tahun 2020 dengan melakukan kegiatan pada efisiensi energi dan penggunaan energi baru dan terbarukan. Dalam bidang ini pemerintah lebih banyak berperan sebagai fasilitator sedangkan investasi penurunan emisi GRK lebih banyak dilakukan oleh pihak swasta.

Untuk itu, rencana aksi di bidang industri pulp dan kertas difokuskan pada dengan kegiatan:

- 1) Penyusunan kebijakan teknis pengurangan emisi CO<sub>2</sub> di industri pulp dan kertas;
- 2) Fasilitasi dan insentif pengembangan teknologi low carbon dan ramah lingkungan di industri pulp dan kertas;
- 3) Konservasi dan audit energi industri pulp dan kertas

Rencana aksi tersebut didukung dengan kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Penyusunan dan pengembangan roadmap/peta jalan “Green Industry” dan implementasinya
2. Peningkatan capacity building bagi aparat pemerintah dan pelaku industri
3. Fasilitasi dan pemberian insentif untuk penumbuhan industri pengelolaan limbah industri
4. Inventori potensi emisi CO<sub>2</sub> pada sektor industri
5. Pemantauan dan evaluasi program mitigasi pada 50 perusahaan per tahun
6. Program konservasi dan audit energi
7. Penyusunan roadmap emisi CO<sub>2</sub> sektor industri

## **B. KONTRIBUSI PENURUNAN EMISI GRK NASIONAL MENUJU NDC 2030**

Pengaturan kelembagaan yang diterapkan dalam inventarisasi GRK Nasional diatur dalam Lampiran I Peraturan Menteri LHK Nomor P.73/MenLHK/Setjen/Kum.1/12/2017 tanggal 29 Desember 2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca. Sesuai mandat yang tercantum di Perpres 71/2011, penyusunan inventarisasi GRK nasional melibatkan partisipasi aktif pemerintah sub-nasional (provinsi, kabupaten dan kota). Namun demikian dalam pengembangan inventarisasi GRK nasional saat ini hanya melibatkan K/L pusat. Dalam pengembangan inventarisasi GRK nasional, peran

pemerintah daerah diperkuat secara berkelanjutan. Sehingga di masa depan, pengembangan inventarisasi GRK akan dilengkapi melalui pendekatan top-down dan bottom-up, agar dapat dibandingkan perhitungan yang dilakukan di tingkat nasional dengan agregasi hasil perhitungan yang dilakukan pemerintah daerah.

Indonesia telah menyatakan komitmennya pada Conference of Parties (COP) 15 tahun 2009 untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 26% (dengan usaha sendiri) dan sebesar 41% (jika mendapat bantuan internasional) pada tahun 2020. Komitmen Indonesia tersebut diperkuat melalui dokumen Nationally Determined Contribution (NDC) Republik Indonesia yang pertama pada bulan November 2016 dengan ditetapkannya target unconditional sebesar 29% dan target conditional sampai dengan 41% dibandingkan skenario business as usual (BAU) di tahun 2030. Secara nasional, target penurunan emisi pada tahun 2030 berdasarkan NDC adalah sebesar 834 juta ton CO<sub>2</sub>e pada target unconditional (CM1) dan sebesar 1,081 juta ton CO<sub>2</sub>e pada target conditional (CM2). Untuk memenuhi target tersebut, secara nasional telah dilakukan berbagai aksi mitigasi pada semua sektor oleh penanggung jawab aksi mitigasi.

### **3. TUJUAN PERUBAHAN**

**Secara Umum Penyusunan Grand Strategy memiliki tujuan:**

1. Memberikan arah kebijakan pelaksanaan pengembangan program secara bertahap dan berkelanjutan.
2. Memberikan pedoman dalam penyusunan dokumen perencanaan lainnya seperti dokumen roadmap dan dokumen Business Model.
3. Memberikan pedoman dalam merencanakan pengembangan organisasi ke depan secara terukur, konsisten, terintegrasi, melembaga, dan berkelanjutan.

**Jika di *breakdown* ke dalam 3 waktu pencapaian maka lebih detailnya akan diuraikan sebagai berikut:**

**a. Tujuan Jangka Pendek**

Tersusunnya Pedoman Strategi Penurunan Emisi GRK pada IPK

**b. Tujuan Jangka Menengah**

Sosialisasi Pedoman Strategi Penurunan Emisi GRK pada IPK

**c. Tujuan Jangka Panjang**

- Tercapainya target penurunan emisi GRK sektor IPK sebesar 29% pada tahun 2030
- Terbentuknya Kelembagaan LPK BBPK

#### **4. MANFAAT**

Secara umum manfaat pembuatan Grand strategy adalah:

1. Memberikan gambaran dan pandangan masa depan yang ingin diwujudkan.
2. Memudahkan semua divisi untuk melaksanakan pekerjaan dalam rangka pencapaian visi dan misi organisasi.
3. Memberikan target yang jelas dan terukur mengenai capaian untuk 20 tahun ke depan dengan tahapan per-5 (lima) tahunan

Adapun manfaat yang diharapkan dari proyek perubahan ini jika dirinci ke dalam masing-masing pemangku kepentingan maka bisa dijelaskan sebagai berikut:

- a. Bagi BBPK, mendapatkan data dan dokumen besaran emisi GRK pada sektor GRK.
- b. Bagi BBPK, mempunyai Business Model dan Business Process organisasi yang memasukan komponen penurunan emisi GRK pada sektor industri pulp dan kertas serta mempunyai peta jalan terkait arah dan cara menurunkan emisi GRK pada industri pulp dan kertas yang seluruhnya merupakan bagian dari grand strategy penurunan emisi GRK pada sektor industri pulp dan kertas
- c. Bagi stakeholder, mendapatkan data yang valid dan update dalam mendukung usaha penurunan GRK pada sektor industri pulp dan kertas
- d. Bagi Pelaku Industri, mendapat panduan menurunkan emisi GRK dalam menjalankan industrinya.
- e. Bagi Pemerintah Daerah, menurunkan emisi GRK di daerahnya dan perbaikan lingkungan di daerahnya

#### **5. KONDISI YANG DIHARAPKAN (Industri Pulp dan Kertas & BBPK)**

Program Proyek Perubahan ini pada target kinerja yang diharapkan yaitu Tersusunnya Pedoman Strategi Penurunan emisi GRK pada Sektor IPK yang disertai dengan penyusunan Grand Strategy Pencapaian Penurunan Emisi GRK 29% pada Industri Pulp dan Kertas. Selain itu juga harus tersusunnya mapping dan inventory emisi GRK, serta penghitungan baseline emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas

serta Peta Jalan bagaimana arah dan cara pencapaian menuju penurunan emisi 29% pada tahun 2030.

## **6. RUANG LINGKUP PROYEK PERUBAHAN**

Ruang lingkup proyek perubahan ini membuat Grand Strategy Penurunan Emisi GRK pada IPK meliputi:

1. Membuat Business Model yang memasukan peran yang lebih luas dari BBPK dalam Upaya Mengurangi Emisi GRK pada IPK
2. Menghitung Inventory Emisi GRK pada IPK pada Skenario BAU
3. Menyusun Grand Strategy Penurunan Emisi GRK pada IPK
4. Menyusun Pedoman Strategi Penurunan Emisi GRK pada Sektor IPK dengan Membuat Model Penurunan Emisi GRK dengan Memasukan Komponen Konsep Industri 4.0

Penyusunan dokumen di atas sebagai sebuah proses penyusunan Grand strategy maka perlu dilengkapi dengan aktivitas yang bersifat lebih teknis yaitu:

1. Koordinasi dengan pelaku IPK untuk memperoleh data yang akurat terkait proses, teknologi dan peralatan serta emisi GRK yang dikeluarkan pada setiap prosesnya
2. Melakukan mapping terhadap area proses produksi yang mengeluarkan volume dan jenis
3. Menyusun Langkah Mitigasi Penyusunan Baseline emisi GRK
4. Memberikan Penyuluhan dan Konsultasi terkait Langkah-langkah Penurunan Emisi GRK pada Pelaku IPK
5. Memberikan Pembinaan Teknis agar Industri berkeinginan untuk meningkatkan prosentase penggunaan bahan baku alternatif
6. Memberikan Pembinaan Teknis agar Industri berkeinginan untuk meningkatkan prosentase penggunaan sumber energi alternatif
7. Menyusun Model Operasional IPK dengan Memasukan Konsep Industri 4.0

## **7. OUTPUT KUNCI (*key project deliverables*)**

Output kunci yang dihasilkan dari kegiatan proyek perubahan ini adalah terbentuknya Grand Strategy Penurunan Emisi GRK dengan Penerapan Green Production dan Industri 4.0 pada sektor Industri Pulp dan Kertas dalam bentuk Buku

Pedoman Strategi Penurunan Emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas yang terdiri dari:

- a. Business Model Balai Besar Pulp dan Kertas.
- b. Business Model Industri Pulp dan Kertas
- c. Inventory Sektor Industri Pulp dan Kertas.
- d. Strategy Industri Pulp dan Kertas dengan konsep Green Production dan Industri 4.0 dengan Tema Menurunkan Emisi GRK.

## **8. METODE DAN TEORI ANALISIS PERENCANAAN STRATEGIS**

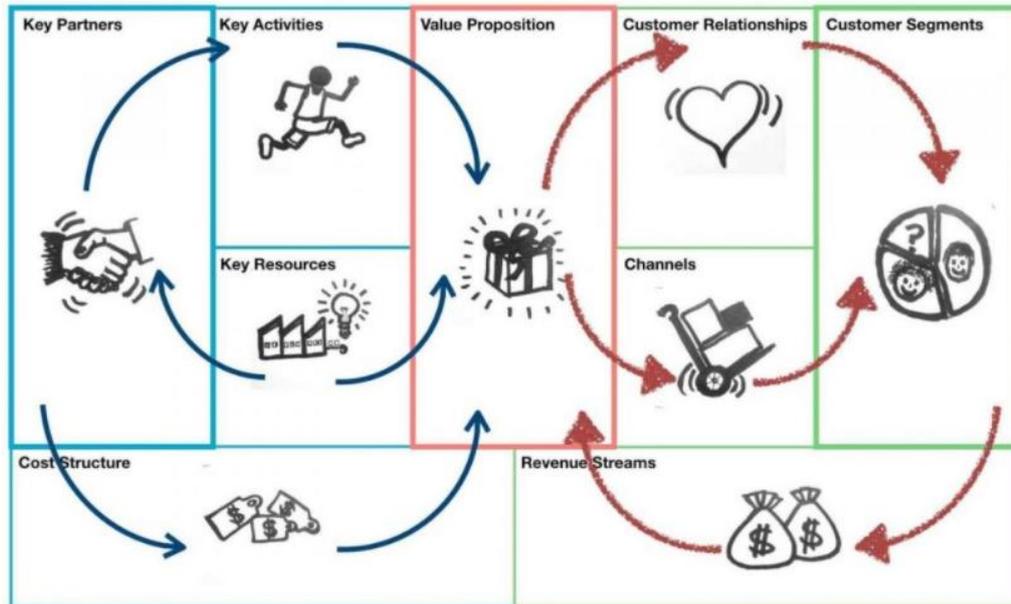
Beberapa teknik/metode analisis yang digunakan dalam perencanaan strategis antara lain, mencakup analisis analisis Business Model Canvas, Cause and Effect Diagram, Value Chain Porter, metode Critical Succes Factors

### **A. Business Model Canvas**

Di dalam sebuah Bisnis/Organisasi/Lembaga/Pemerintahan, apapun bentuknya, ada beberapa orang yang mengoperasikan agar kegiatan usaha terus berjalan. Di dalam sebuah bisnis juga memerlukan strategi, manajemen, maupun sistem yang mempermudah orang-orang di dalamnya untuk bekerja secara efektif dan sesuai *goals* yang dimiliki perusahaan. Salah satu model bisnis yang terbukti efektif dan sering diterapkan adalah bisnis model canvas.

Bisnis model canvas merupakan sebuah tool dalam strategi manajemen untuk menterjemahkan konsep, konsumen, infrastruktur maupun keuangan perusahaan dalam bentuk elemen-elemen visual.

Konsep bisnis model canvas mengandalkan gambar-gambar ide sehingga setiap orang memiliki pemahaman yang sama dan riil terhadap tipe-tipe konsumen mereka, pengeluaran biaya, cara kerja perusahaan dan sebagainya



**Gambar 6.** Ilustrasi Business Model Canvas

## B. Fishbone Diagram

Pengertian Cause and Effect Diagram (Fishbone Diagram) merupakan salah satu alat (tools) dari QC 7 tools yang dipergunakan untuk mengidentifikasi dan menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat agar dapat menemukan akar penyebab dari suatu permasalahan. Fishbone Diagram dipergunakan untuk menunjukkan Faktor-faktor penyebab dan akibat kualitas yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab tersebut.

Fishbone Diagram (Diagram Tulang Ikan) ini juga dikenal sebagai Cause and Effect Diagram (Diagram Sebab Akibat), dikatakan Fishbone Diagram karena bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan. Ada juga yang menyebutkan Cause and Effect Diagram ini sebagai Ishikawa Diagram karena yang pertama memperkenalkan Cause and Effect Chart ini adalah Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo di tahun 1953.

***Fishbone Diagram ini dipergunakan untuk:***

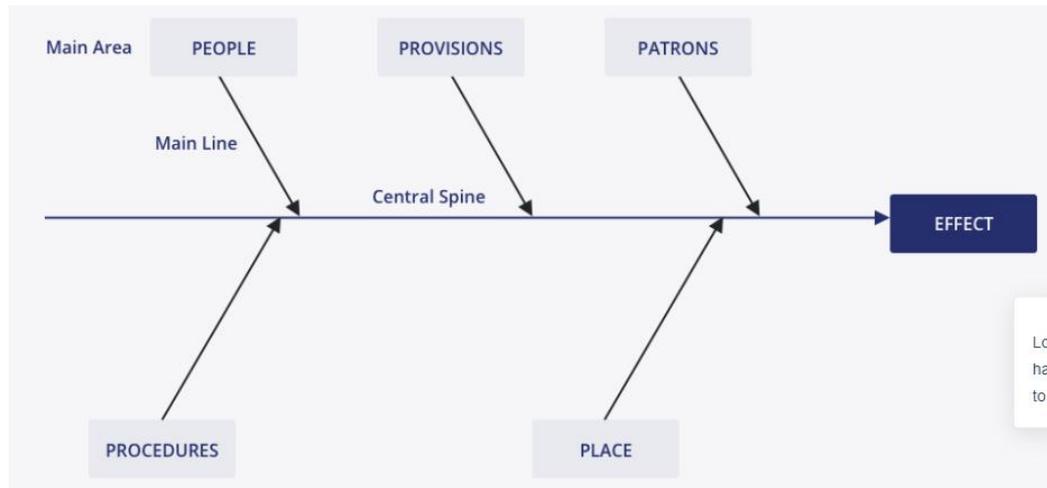
1. Mengidentifikasi akar penyebab dari suatu permasalahan
2. Mendapatkan ide-ide yang dapat memberikan solusi untuk pemecahan suatu masalah
3. Membantu dalam pencarian dan penyelidikan fakta lebih lanjut

**Langkah-langkah yang diperlukan untuk membuat Fish Bone Diagram:**

1. Berikan Judul, Tanggal, Nama Produk, Nama Proses dan daftar nama Partisipan
2. Tentukan Pernyataan Permasalahan yang akan diselesaikan
3. Gambarkan Kepala Ikan sebagai tempat untuk menuliskan Akibat (Effect)
4. Tuliskan Pernyataan permasalahan tersebut di kepala Ikan sebagai Akibat (effect) dari penyebab-penyebab.
5. Gambarkan Tulang Belakang Ikan dan Tulang-tulang Besar Ikan
6. Tuliskan Faktor-faktor penyebab utama yang mempengaruhi kualitas di Tulang Besar Ikan. Pada Umumnya Faktor-faktor penyebab utama di Produksi itu terdiri dari 5M +1E yaitu:
  - Machine (Mesin)
  - Method (Metode)
  - Man (Manusia)
  - Material (Material atau bahan produksi)
  - Measurement (Pengukuran)
  - Environment (Lingkungan)
7. Tuliskan penyebab-penyebab sekunder berdasarkan kategori Faktor penyebab Utama dan tuliskan di Tulang-tulang yang berukuran sedang
8. Tuliskan lagi penyebab-penyebab yang lebih details yang mempengaruhi penyebab sekunder kemudian gambarkan tulang-tulang yang berukuran lebih kecil lagi.
9. Tentukanlah faktor-faktor penyebab tersebut yang memang memiliki pengaruh nyata terhadap Kualitas kemudian berikanlah tanda di faktor-faktor penyebab tersebut.

**Hal yang perlu diperhatikan dalam membuat Fish Bone Diagram:**

1. Setelah suatu masalah atau suatu situasi telah ditetapkan untuk dibahas lebih lanjut, tanyakan “mengapa-mengapa” sampai menemukan akar penyebab permasalahannya.
2. Jika masalah tersebut terdapat beberapa penyebab potensial, maka kita harus menganalisis setiap penyebab tersebut.



**Gambar 7.** Gambar Cause and Effect Diagram

Untuk mendapatkan Root Cause atau akar permasalahan yang dimaksud, metode 5 WHY (5 mengapa) adalah metode yang paling sering digunakan

### C. Metode Cause and Effect Diagram 5W1H dalam Manufaktur

Dalam perusahaan manufaktur terutama di bagian produksi dan pengendalian kualitas (QC), kita sering mendengar adanya istilah yang disebut dengan 5W1H (*Five Ws One H*). 5W1H pada dasarnya adalah suatu metode yang digunakan untuk melakukan investigasi dan penelitian terhadap masalah yang terjadi dalam proses produksi. Konsep ataupun Metode 5W1H ini tentunya tidak hanya dapat digunakan dalam proses produksi.

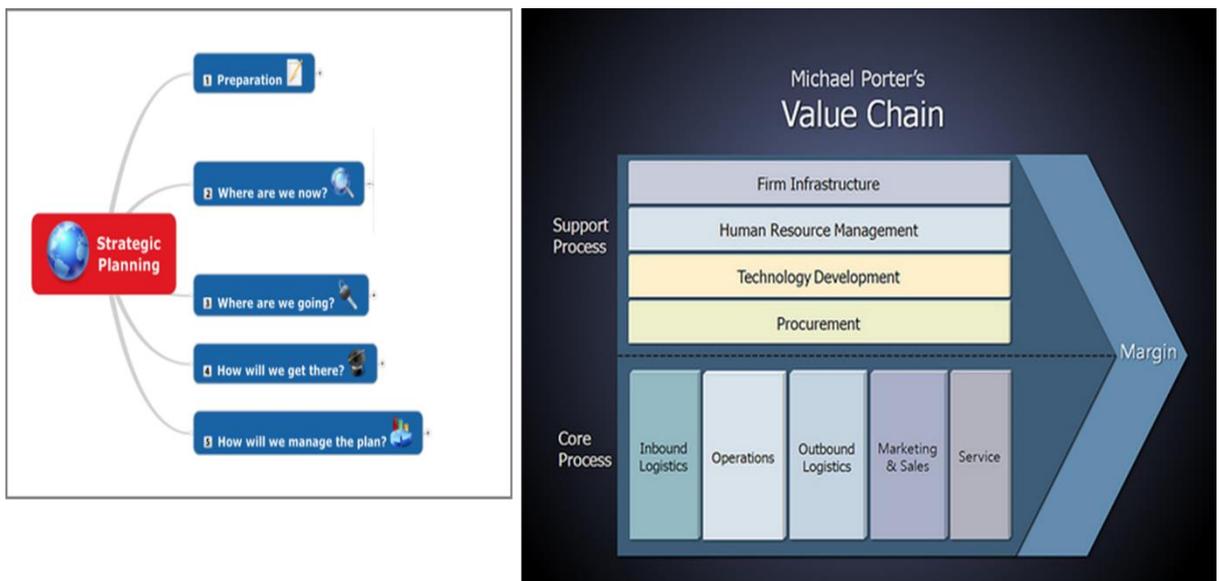
**5W1H** merupakan singkatan dari 5W yaitu *What, Where, When, Why, Who* dan 1H yaitu *How*. Jika diterjemahkan kedalam bahasa Indonesia adalah:

- What* = Apa
- Where* = Dimana
- When* = Kapan
- Why* = Mengapa
- Who* = Siapa
- How* = Bagaimana

## D. Metode Value Chain by Michael Porter

Porter's Value Chain berfokus pada sistem, dan bagaimana input diubah menjadi output yang dibeli oleh konsumen. Menggunakan sudut pandang ini, Porter menggambarkan rantai kegiatan umum untuk semua bisnis, dan membaginya ke dalam kegiatan primer dan dukungan.

*Value Chain Analysis* adalah suatu proses yang menggambarkan sebuah perusahaan atau Lembaga mengidentifikasi kegiatan utama dan bantuan yang menambah nilai produk, kemudian menganalisisnya untuk mengurangi biaya atau meningkatkan diferensiasi. *Value Chain Analysis* merupakan strategi yang digunakan untuk menganalisis kegiatan internal perusahaan. Dengan kata lain, dengan melihat ke dalam kegiatan internal, analisis itu mengungkap di mana keunggulan kompetitif suatu perusahaan atau kekurangannya. Perusahaan yang bersaing melalui keunggulan diferensiasi akan mencoba untuk melakukan kegiatan yang lebih baik dari yang akan dilakukan pesaing



Gambar 8. Alat Analisis Perencanaan Strategis

## 9. PELAKSANAAN PROYEK PERUBAHAN

### A. DESKRIPSI PROSES KEPEMIMPINAN

#### 1) Membangun Integritas

Kemampuan dalam mengelola diri merupakan cerminan kualitas dan faktor terpenting dalam setiap gerakan organisasi untuk mencapai tujuan. Untuk itu

sebagai *project leader* harus mampu mempengaruhi, memotivasi, dan menginspirasi jajarannya untuk melakukan perubahan ke arah organisasi yang lebih baik. Hal yang sama berlaku dengan *self leadership*, bagaimana diri kita mempengaruhi, memotivasi, dan menginspirasi diri sendiri untuk melakukan hal-hal yang ingin kita lakukan dalam rangka mencapai sesuatu. Mengelola individu sendiri tak ubahnya seperti mengelola sebuah organisasi. Setiap individu didalamnya ada berbagai macam “*stakeholders*” yang harus di kelola. Ada ego individu yang butuh pride, ada introvert dalam diri individu yang butuh kesendirian, ada sensitivitas dalam diri individu yang butuh peluapan berbagai macam emosi, serta ada narcissistic dalam diri kita yang butuh dipandang dan diakui. Selain itu, dalam diri juga ada nilai-nilai kultur dan agama yang dianut dan tidak ingin terganggu, ada nilai-nilai serta prioritas persona, keluarga yang harus dipegang, ada cara menikmati dan memaknai hidup, dan lain-lain.

Integritas sebagai sebuah konsep yang menunjukkan konsistensi antara tindakan dengan nilai dan prinsip, bukannya *hypocrisy* (hipokrit/munafik). Nilai dan prinsip yang dimaksud bermuara pada kebenaran yang hakiki, sehingga ajaran agama, nilai moral, etika, adat istiadat, kejujuran, tanggungjawab, konsisten, setia pada komitmen, dapat dipercaya, adil, merupakan kata kunci untuk mewujudkannya. Integritas berhubungan erat dengan dedikasi dan upaya untuk mencapai tujuan. Integritas diharapkan dapat menjaga agar tidak keluar dari “Jalur” dalam upaya memperoleh sesuatu atau dalam mencapai tujuan. Maka, seseorang yang berintegritas, tidak akan mudah terjebak penyalahgunaan wewenang, melanggar hukum/aturan, menghalalkan segala cara dan melakukan tindakan-tindakan tidak terpuji lainnya. Dengan kata lain, bahwa seseorang yang berintegritas lebih menyukai proses yang benar untuk menghasilkan sesuatu yang benar. Artinya hasil atau output tidak akan menjustifikasi rangkaian proses dan proses itu sendiri tidak akan menjustifikasi output yang akan dicapai, keduanya harus berjalan sesuai ketentuannya, sehingga jalan pintas yang melanggar ketentuan/regulasi/komitmen, melanggar etika/moral/agama/adat istiadat, serta merugikan orang lain, tidak patut dilakukan.

Implementasi integritas bagi aparatur negara harus diwujudkan dalam cara bertindak yang konsisten sesuai norma agama, hukum/peraturan dan adat istiadat, nilai-nilai etika perilaku dalam menjalankan komitmen, profesi dan kebijakan organisasi/institusi, walau dalam keadaan sulit untuk dilakukan. Hal ini secara

langsung dapat mendorong tercapainya pelayanan publik secara prima dan optimal, yang pada gilirannya akan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap aparaturnegara dalam menjalankan tugas dan fungsi sebagai pelayan publik.

Dimensi etika/moralitas terkait dengan integritas organisasi. Etika dipahami sebagai refleksi atas nilai baik atau buruk, nilai benar atau salah yang harus dilakukan atau bagaimana melakukan yang baik atau benar tersebut. Sedangkan moral mengacu pada kewajiban untuk melakukan yang baik atau apa yang seharusnya dilakukan. Etika berhubungan erat dengan moral, meskipun ruang lingkup moral lebih sempit. Etika tidak mempunyai kewenangan untuk memerintah/melarang suatu tindakan. Berbeda halnya dengan moral yang dapat berperan sebagai buku pedoman, mengarahkan bagaimana seharusnya individu bertindak dan mempergunakan suatu alat dalam mengambil suatu keputusan. Keberadaan moral terkadang terletak di luar ketaatan kepada peraturan. Dengan demikian moral merupakan karakter dan sifat individu yang khusus, merujuk pada tingkah laku spontan, seperti rasa kasih, kemurahan hati, kebesaran jiwa, kejujuran, kebenaran, kebaikan, kebebasan, kesetaraan, keadilan yang semuanya bersifat universal dan terkadang tidak ada dalam aturan hukum.

Dalam kaitannya dengan organisasi, etika organisasi adalah refleksi tentang standar/norma yang menentukan baik/buruk, benar/salah perilaku, tindakan dan keputusan untuk mengarahkan kebijakan organisasi dalam rangka menjalankan tanggung jawab visi dan misi organisasi. Integritas organisasi menuntut para pemimpin dan pejabat organisasi untuk memiliki komitmen moral dengan mempertimbangkan keseimbangan antara penilaian kelembagaan, dimensi-dimensi pribadi, dan kebijaksanaan di dalam menjalankan visi dan misinya.

Oleh karena itu, kemampuan yang diperlukan untuk mengembangkan birokrasi yang bersih dan akuntabel, diantaranya adalah:

- Penguatan etika/ moralitas dalam setiap pelaksanaan tugas;
- Membangun pemahaman, penghayatan, dan pelaksanaan prinsip-prinsip penyelenggaraan pemerintahan yang baik, antara lain: keterbukaan, kebertanggungjawaban atau akuntabilitas, dan ketaatan hukum, serta membuka partisipasi publik seluas-luasnya pada semua kegiatan pembangunan;

- Menerapkan nilai-nilai etika aparatur guna membangun budaya kerja yang mendukung produktifitas kerja yang tinggi dalam pelaksanaan tugas dan fungsi penyelenggaraan negara khususnya dalam rangka pemberian pelayanan umum kepada masyarakat;
- Mendorong pelaksanaan prinsip-prinsip good governance dalam setiap proses pemberian pelayanan publik
- Meningkatkan upaya untuk menghilangkan hambatan terhadap penyelenggaraan pelayanan publik melalui deregulasi, debirokratisasi, reformasi, dan revitalisasi birokrasi;
- Pelaksanaan pemantapan koordinasi pembinaan dan pengawasan pelayanan publik serta pengembangan kualitas aparat birokrasi pelayanan publik

Salah satu wujud pengembangan kualitas Balai Besar Pulp dan Kertas dalam pelayanan publik adalah menyediakan Fasilitas Informasi Pengembangan Teknologi Rendah Karbon dan Emisi GRK Sektor IPK yang up to date dan real time

## **2) Pengelolaan Budaya Pelayanan**

Pemimpin birokrasi dalam menjalankan tugas dan fungsinya sebagai pelayan publik secara langsung maupun tidak langsung akan bersinggungan dengan banyak stakeholders, atau pihak-pihak yang berkepentingan, yang harus dilayani secara profesional, transparan, dan akuntabel. Kesuksesan seorang pemimpin birokrat sepenuhnya tergantung bagaimana mengelola semua stakeholders tersebut. Setiap stakeholders memiliki karakteristik sendiri-sendiri, dengan kepentingan mereka sendiri-sendiri. Sehingga, seorang pemimpin birokrasi harus mengembangkan strategi yang berbeda dalam mengelola masing-masing stakeholders tersebut. Sebelum mengenal dan memahami karakteristik para stakeholders tersebut dengan baik, terlebih dahulu harus memahami diri sendiri baik kelebihan maupun kekurangannya.

Dengan terkelolanya self leadership pemimpin birokrasi, dapat mendorong terciptanya pelayanan publik yang optimal, professional, transparan, dan akuntabel. Apabila publik dapat terlayani dengan baik oleh aparatur birokrasi, maka dengan sendirinya aparatur birokrasi mampu menempatkan posisi dan kedudukannya yaitu

sebagai *public service*. Kondisi ini akan berdampak pada kinerja dari aparatur birokrasi yang sesuai dengan harapan dari masyarakat, pada akhirnya akan menimbulkan trust kepada aparatur birokrasi tersebut. Hal ini yang akan menjadikan negara yang maju dalam hal pelayanan kepada publik dan melahirkan birokrasi yang bersih, akuntabel dan transparan.

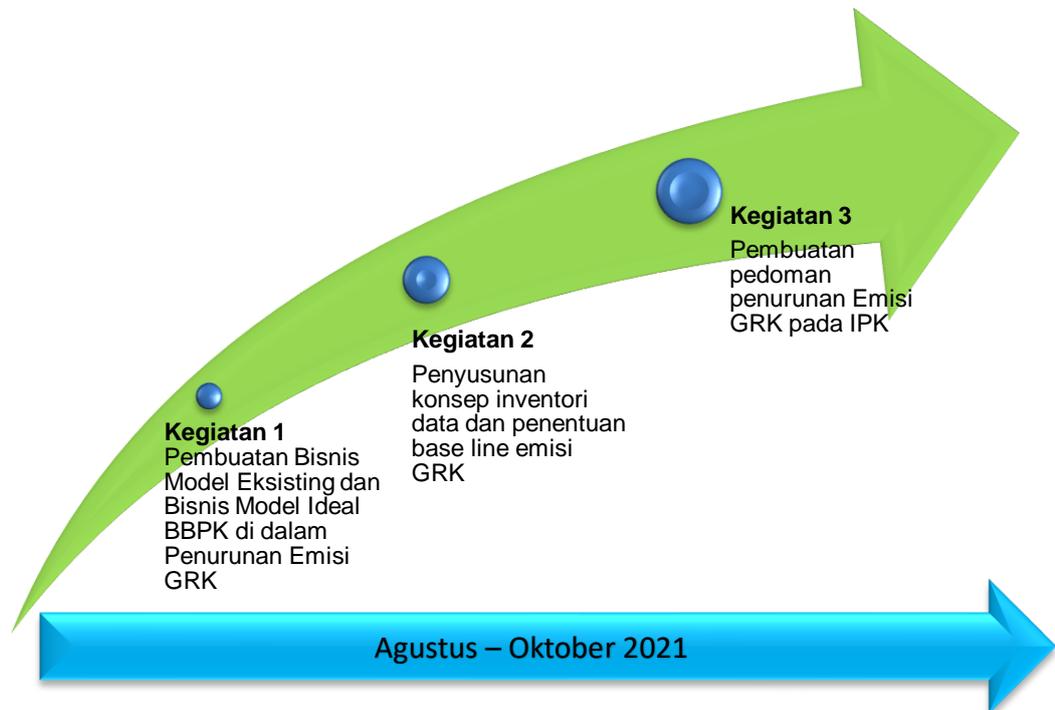
Implementasi integritas bagi aparatur negara harus diwujudkan dalam cara bertindak yang konsisten sesuai norma agama, hukum/peraturan dan adat istiadat, serta nilai-nilai etika perilaku dalam menjalankan komitmen, profesi, dan kebijakan organisasi/institusi. Hal ini secara langsung dapat mendorong tercapainya pelayanan publik secara prima dan optimal, yang pada gilirannya akan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap aparatur negara dalam menjalankan tugas dan fungsi sebagai pelayan publik. Balai Besar Industri Pulp dan Kertas sebagai *learning organization* akan senantiasa meningkatkan kualitas pelayanan, salah satunya dengan cara menyediakan data dan informasi terkait Teknologi Rendah Karbon dan Data Emisi GRK sektor Industri Pulp dan Kertas.

## **B. PENTAHAPAN**

Agar proyek perubahan ini dapat dilaksanakan tepat waktu dan tepat sasaran, maka proyek perubahan ini dilakukan melalui tahapan-tahapan yaitu: Tahapan kegiatan jangka pendek dengan output berupa pembuatan pedoman penurunan emisi GRK pada IPK, Tahapan kegiatan jangka menengah dengan output berupa Sosialisasi Pedoman Penurunan Emisi GRK pada IPK, serta Tahapan jangka panjang dengan output berupa Proses Bisnis Kelembagaan LPK BBPK.

**Tabel 1.** Milestone Proyek Perubahan

Tahapan Utama	Proses Kegiatan	Peserta	Output
<b>Kegiatan 1</b>			
Pembuatan Bisnis Model Eksisting dan Bisnis Model Ideal BBPK di dalam Penurunan Emisi GRK	<ol style="list-style-type: none"> <li>Perencanaan: <ul style="list-style-type: none"> <li>Koordinasi</li> <li>Menyusun SK Tim Teknis</li> <li>Menyusun rencana detail proyek perubahan jangka pendek</li> </ul> </li> <li>Inventarisasi data BBPK</li> <li>Pembuatan bisnis model BBPK</li> </ol>	Ka.BBPK Tim Teknis Koordinator kegiatan BBPK	Bisnis model eksisting dan bisnis model ideal BBPK
<b>Kegiatan 2</b>			
Penyusunan konsep inventori data emisi GRK	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mobilisasi tim teknis</li> <li>Pembuatan Model Bisnis Proses eksisting pada IPK</li> <li>Mapping Area Produksi yang berpotensi menghasilkan Emisi GRK pada IPK</li> <li>Inventarisasi data sekunder pemakaian energy, penggunaan bahan bakar dan jumlah produksi di IPK</li> </ol>	Ka.BBPK Tim Teknis Stakeholder (APKI, IHHP, Industri Hijau, Industri pulp dan kertas)	Inventori data emisi GRK industri pulp dan kertas
Penentuan Baseline emisi GRK industri pulp dan kertas	<ol style="list-style-type: none"> <li>Penghitungan emisi GRK berdasarkan data inventori</li> <li>Evaluasi emisi GRK pada IPK</li> <li>Menentukan batasan emisi GRK industri pulp dan kertas</li> </ol>	Anggota Tim Teknis dan personil terkait lainnya	Batasan maksimal emisi GRK industri pulp dan kertas yang tidak terkena carbon tax
<b>Kegiatan 3</b>			
Pembuatan pedoman strategi penurunan Emisi GRK pada IPK	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koordinasi stakeholder</li> <li>Technology Mapping (Pemetaan Teknologi) di IPK</li> <li>Teknik Perhitungan Emisi GRK di IPK</li> <li>Konsep Industri 4.0 terkait penurunan emisi GRK</li> </ul>	Anggota Tim Teknis dan personil terkait lainnya	Pedoman strategi penurunan Emisi GRK pada IPK



**Gambar 9.** Milestone Grand Strategy Penurunan Emisi GRK Pada Sektor Industri Pulp dan Kertas

**Tabel 2.** 5W1H Proyek Perubahan BPPK

No	Output	What	Who	Where	When	Why	How
1	Pembuatan Bisnis Model Eksisting dan Bisnis Model Ideal BBPK di dalam Penurunan Emisi GRK	Dokumen Bisnis Model Eksisting dan Bisnis Model Ideal. Untuk Menggambarkan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Value Proposition</li> <li>• Key Activities</li> <li>• Key Resources</li> <li>• Customer Relationship</li> <li>• Customer Segment</li> <li>• Cost Structure</li> <li>• Revenue Stream</li> </ul>	Team RPP BBPK	BBPK	Minggu ke 2 s/d 4 Agustus	Dengan Mengetahui Business Model dari BPPK, maka akan nampak peran dari BPPK di dalam pencapaian target emisi GRK sebesar 29% Pada Tahun 2030	a. Business Model Canvas b. Analisa Value Chain c. Cause Effect Diagram
2	Penyusunan konsep inventori data dan penentuan base line emisi GRK	1. Dokumen inventori GRK 2. penentuan base line emisi GRK	Team RPP BBPK	BBPK dan IPK	Minggu ke 2 Agustus s/d Minggu ke 1 September	a. Terbentuknya mekanisme kelembagaan pengumpulan data, b. Tersedianya informasi Dokumen	a. Identifikasi jenis GRK, sumber utama dan pengkategorian sumber emisi dan serapan GRK,

No	Output	What	Who	Where	When	Why	How
						Penurunan Emisi GRK c. Meningkatnya kualitas data d. Akan Mengetahui Tingkat Emisi GRK pada IPK dengan skenario BAU baseline, Proyeksi ke 2030.	dan sistem boundary inventarisasi GRK b. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
3	Penyusunan Pedoman penurunan emisi GRK pada IPK dengan memasukkan konsep Industri 4.0	Pedoman penurunan emisi GRK	Team BBPK	BBPK dan IPK	Minggu ke 1 September s/d Minggu ke 2 Oktober	Pedoman / panduan adalah berisi kumpulan ketentuan yang depannya akan bisa menentukan arah kebijakan green product dan penurunan emisi di sektor industri (khususnya IPK)	Evaluasi Strategy Proses Produksi yang Rendah Energi dan minimum waste

**Tabel 3.** Jadwal Tahapan Proyek Perubahan

JANGKA PENDEK										
Tahapan Utama	Proses Kegiatan	Output	Waktu Jangka Pendek							
			Agustus (minggu ke)				September (minggu ke)			
			1	2	3	4	1	2	3	4
<b>KEGIATAN 1</b>										
Pembuatan Bisnis Model Eksisting dan Bisnis Model Ideal BBPK di dalam Penurunan Emisi GRK	1. Perencanaan: <ul style="list-style-type: none"> <li>Koordinasi</li> <li>Menyusun rencana detail proyek perubahan jangka pendek</li> </ul> 2. Inventarisasi data BBPK 3. Pembuatan bisnis model BBPK	Bisnis model eksisting dan bisnis model ideal BBPK								
<b>KEGIATAN 2</b>										
Penyusunan konsep inventori data emisi GRK	1. Mobilisasi tim teknis 2. Pembuatan Model Bisnis Proses eksisting pada IPK 3. Mapping Area Produksi yang berpotensi menghasilkan Emisi GRK pada IPK	Inventori data emisi GRK industri pulp dan kertas								

JANGKA PENDEK											
Tahapan Utama	Proses Kegiatan	Output	Waktu Jangka Pendek								
			Agustus (minggu ke)				September (minggu ke)				
			1	2	3	4	1	2	3	4	
	4. Inventarisasi data sekunder pemakaian energy, penggunaan bahan bakar dan jumlah produksi di IPK										
Penentuan Baseline emisi GRK industri pulp dan kertas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penghitungan emisi GRK berdasarkan data inventori</li> <li>2. Evaluasi emisi GRK pada IPK</li> <li>3. Menentukan batasan emisi GRK industri pulp dan kertas</li> </ol>	Batasan maksimal emisi GRK industri pulp dan kertas yang tidak terkena carbon tax									
<b>KEGIATAN 3</b>											
Pembuatan pedoman penurunan Emisi GRK pada IPK dengan menerapkan konsep Industri 4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknik Perhitungan Emisi GRK di IPK</li> <li>• Konsep Industri 4.0 terkait penurunan emisi GRK</li> <li>• Rumusan Strategi</li> </ul>	Pedoman penurunan Emisi GRK pada IPK									

JANGKA MENENGAH DAN PANJANG																				
Tahapan Utama	Proses Kegiatan	Output	Waktu Jangka Menengah						Waktu Jangka Panjang											
			2022 (bulan ke)						2023 (bulan ke)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
<b>KEGIATAN 4</b>																				
Sosialisasi Pedoman Penurunan Emisi GRK pada IPK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FGD Pedoman Penurunan Emisi GRK pada IPK</li> <li>• Pelatihan Pedoman Penurunan Emisi GRK pada IPK</li> </ul>	Tersosialisasinya Pedoman Penurunan Emisi GRK pada IPK																		
Penyiapan dokumen lembaga	Penyusunan kebutuhan lembaga sertifikasi emisi GRK	Draft dokumen lembaga sertifikasi emisi GRK																		
	Penyusunan kebutuhan laboratorium emisi	Draft dokumen laboratorium emisi GRK																		

JANGKA MENENGAH DAN PANJANG																			
Tahapan Utama	Proses Kegiatan	Output	Waktu Jangka Menengah						Waktu Jangka Panjang										
			2022 (bulan ke)						2023 (bulan ke)										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
	Penyusunan kebutuhan pengembangan SDM	Draft kebutuhan pengembangan SDM																	
<b>KEGIATAN 5</b>																			
Penyusunan Proses Bisnis Kelembagaan LPK BBPK	Penyusunan proses bisnis lembaga sertifikasi emisi BBPK mengacu pada skema pemeriksaan	Surat Pengusulan proses Bisnis																	
	Menempatkan lembaga sertifikasi emisi BBPK dibawah bidang Penilaian Kesesuaian	Lembaga LPK BBPK																	

### C. TATA KELOLA PROYEK PERUBAHAN

Tugas dan tanggung jawab masing-masing komponen yang terlibat dalam tata kelola proyek perubahan adalah sebagai berikut:

**Project Sponsor/Mentor**, berfungsi:

- Memberikan bimbingan dan arahan dalam merumuskan atau mengidentifikasi permasalahan yang krusial dalam organisasi terkait dengan implementasi proyek perubahan.
- Membantu peserta dalam memetakan *Milestone* yang akan dilaksanakan dan rencana jadwal pertemuan yang akan dilaksanakan.
- Menjelaskan penyelesaian tugas dan memberikan kesepakatan serta persetujuan atas dokumen proposal proyek perubahan yang diajukan oleh *project leader*.
- Memberikan dukungan penuh kepada *project leader* dalam mengimplementasikan proyek perubahan.
- Memberikan dukungan dalam pelibatan pejabat struktural dan staf yang diperlukan dalam menyusun rancangan perubahan dan implementasinya.
- Memberikan bimbingan dalam mengidentifikasi dan menemukan solusi permasalahan yang timbul dalam implementasi kegiatan maupun administrasi yang diperlukan.

- g. Memberikan dukungan untuk memanfaatkan sumber daya yang ada dalam implementasi proyek perubahan.
- h. Berperan sebagai *inspiratory* dalam melakukan inovasi-inovasi yang diperlukan.

**Coach**, berperan dalam:

- a. Memberikan bimbingan, petunjuk, koreksi dan monitoring serta pengawasan dalam proses *taking ownership* dan laboratorium kepemimpinan.
- b. Memberikan dukungan dan bimbingan dalam merumuskan proyek perubahan dan sebagai *inspiratory* dalam mengatasi kendala-kendala yang tidak dapat diatasi oleh peserta dan bila diperlukan mengkoordinasikannya dengan Mentor.
- c. Memberikan *feedback* terhadap kemajuan laporan implementasi yang disampaikan peserta sesuai yang dijadwalkan.
- d. Mengoreksi dan mengarahkan pemetaan agenda proyek perubahan yang akan dilaksanakan dan rencana jadwal pertemuan yang akan dilaksanakan.
- e. Menjadi *consuler* dalam menumbuhkan inovasi peserta dalam penyusunan dan pengimplementasian proyek perubahan.

**Project Leader**, bertugas untuk:

- a. Mempersiapkan dan merencanakan sebelum pertemuan dengan Mentor atau *Coach*.
- b. Mengambil inisiatif dalam dialog dengan Mentor atau *Coach*.
- c. Menggalang komunikasi dan kesepakatan dengan stakeholder terkait (internal maupun eksternal).
- d. Membuat laporan kegiatan tahap *Taking Ownership*.
- e. Melakukan eksekusi keseluruhan tahapan yang telah dirancang dalam *Milestone* dengan mendayagunakan seluruh sumber daya yang dimiliki.
- f. Secara aktif melakukan diskusi dengan bertanya atau melaporkan kemajuan implementasi proyek perubahan kepada Mentor /Coach.
- g. Mengacu kepada rumusan *milestone* dalam dokumen pelaksanaan proyek sebagai dasar pencapaian target perubahan.
- h. Menggerakkan seluruh elemen *stakeholder* terkait (internal dan eksternal) dalam mendukung seluruh tahapan implementasi perubahan. Mengembangkan instrumen monitoring dan melakukan perekaman terhadap setiap kemajuan yang dihasilkan dalam implementasi proyek perubahan.

- i. Mengelola pendokumentasian kegiatan.

#### **D. SUMBERDAYA TIM**

##### **1) Mentor**

Dr. Ir. Doddy Rahadi MT, yang memberikan persetujuan, arahan, dan dukungan terhadap proyek perubahan.

##### **2) Coach**

Dr. Ir. Yulistyo, M.Sc., sebagai pembimbing dan pengarah pelaksanaan proyek perubahan.

##### **3) Tim Kerja**

- b) Kepala Balai Besar Pulp dan Kertas
- c) Pusat Industri Hijau
- d) Direktorat Industri Hasil Hutan dan Perkebunan
- e) Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia
- f) Tim Efektif yang terdiri dari 2 kelompok yaitu:
  1. Tim Teknis, yang bertugas menyiapkan dukungan teknis.
  2. Tim Administrasi, yang bertugas menyiapkan dukungan administrasi.

#### **E. TIM EFEKTIF**

Untuk mendukung keberhasilan kegiatan proyek perubahan ini dibentuk tim efektif yang terdiri dari Tim Teknis dan Tim Administrasi. Keanggotaan tim tersebut dikukuhkan dalam bentuk Surat Penugasan.

**Tabel 4.** Daftar Tim Efektif RPP

<b>1. Leader Project</b>	<b>Ir. Saiful Bahri, M.Si.</b>
<b>2. Tim Administrasi :</b>	<b>Susi Taviati, S.E., M.M. (Koordinator)</b>
Sutedja, S.Sos.	Hendy Kuswaendi, S.Kom.
Yani Kurniawati, S.S.	Nadia Ristanti, S.Sn.
Faridh Hendriana, S.T., M.E.	Aldila Ramdhani Sukma Amala, S.E.
Iwan Kurnia, S.T.	Sonny Kurnia Wirawan, A.Md., S.Si.
Emma Safarina Ertaviani, S.T., M.T.	
<b>3. Tim Teknis :</b>	<b>Ir. Henggar Hardiani, M.Si. (Koordinator)</b>
Dra. Nina elyani, M.Si.	Dr. Syamsudin, S.T., M.Si.
Andri T. Rizaluddin, S.T., M.T., Ph.D.	Teddy Kardiansyah, S.Si., M.Sc.
Rina Masriani, S.Si., M.Si.	Reza Bastari Imran Wattimena, S.T., M.T
Ayu Sanningtyas, S.Si.	Kristaufan Joko Pramono, S.T., MSE, MA

:

LAMPIRAN 1. Surat Keputusan Kepala BBPK  
 Nomor 58 Tahun 2021  
 Tanggal 27 Juli 2021

SUSUNAN PERSONIL TIM EFEKTIF PROYEK PERUBAHAN  
 PENURUNAN EMISI CO2 PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS  
 PADA BALAI BESAR PULP DAN KERTAS TAHUN ANGGARAN 2021

No.	Nama	Jabatan
1.	Ir. Saiful Bahri, M.Si.	Penanggungjawab
2.	Susi Taviati, S.E., M.M.	Koordinator Tim Administrasi
3.	Sutedja, S.Sos.	Anggota Tim Administrasi
4.	Emma Safarina Ertaviani, ST., MT	Anggota Tim Administrasi
5.	Faridh Hendriana, S.T., M.E.	Anggota Tim Administrasi
6.	Iwan Kurnia, S.T.	Anggota Tim Administrasi
7.	Hendy Kuswaendi, S.Kom.	Anggota Tim Administrasi
8.	Nadia Ristanti, S.Sn.	Anggota Tim Administrasi
9.	Aldila Ramdhani Sukma Amala, S.E.	Anggota Tim Administrasi
10.	Sonny Kurnia Wirawan, A.Md., S.Si.	Anggota Tim Administrasi
11.	Yani Kurniawati, S.S.	Anggota Tim Administrasi
12.	Ir. Henggar Hardiani, M.Si.	Koordinator Tim Teknis
13.	Dra. Nina elyani, M.Si.	Anggota Tim Teknis
14.	Andri Taufick Rizaluddin, S.T., M.T.	Anggota Tim Teknis
15.	Teddy Kardiansyah, S.Si., M.Sc.	Anggota Tim Teknis
16.	Dr. Syamsudin, S.T., M.Si.	Anggota Tim Teknis
17.	Reza Bastari Imran Wattimena, S.T. M.T.	Anggota Tim Teknis
18.	Rina Masriani, S.Si., M.Si.	Anggota Tim Teknis
19.	Kristaufan Joko Pramono, S.T., MSE, MA	Anggota Tim Teknis
20.	Ayu Sanningtyas, S.Si.	Anggota Tim Teknis

Ditetapkan di : Bandung  
 Pada tanggal : 27 Juli 2021

Kepala,  
  
 Saiful Bahri, M.Si.  
 NIP. 196503071993031003

Tabel 5. SK Penugasan Proyek Perubahan BBPK

## F. AKTIVITAS TIM PENYUSUNAN PROYEK PERUBAHAN

Tim Efektif telah melakukan persiapan kelengkapan administratif yang meliputi penyusunan rencana kegiatan, pemilihan pelaksana pembuatan Simulasi Sistem dinamis, perhitungan emisi GRK, Strategy Penurunan Emisi GRK, dokumentasi, serta kelengkapan pendukung lainnya. Proyek perubahan ini terbagi menjadi tiga pentahapan, yaitu Tahap Jangka Pendek, Tahap Jangka Menengah, dan Tahap Jangka Panjang. Namun untuk Proyek Perubahan ini berfokus pada Tahap Jangka pendek dimana merupakan tahap awal yang dilaksanakan untuk membuat model bisnis BBPK, yang meliputi inventori dan baseline emisi GRK, pedoman strategi penurunan Emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas.

### ❖ Aktivitas Persiapan Pembentukan Team Proyek Perubahan

Aktivitas yang pertama dilakukan untuk menginisiasi penyusunan laporan proyek perubahan dengan membentuk team efektif, dimana pada tahapan ini mulai dibentuk kelompok tim, koordinator tim dan anggota tim yang terlibat. Leader Project adalah Ir. Syaiful Bahri Msi, Koordinator Tim Administrasi adalah Susi Taviati S.E.,M.M dan untuk koordinator tim teknis adalah Ir. Henggar Hardiani, M.Si.



**Gambar 10.** Aktivitas Persiapan Pembentukan Team Efektif Penyusunan Laporan Proyek Perubahan (28 Juli 2021)



**Gambar 11.** Aktivitas Persiapan Pembentukan Team Efektif Penyusunan Laporan Proyek Perubahan (29 Juli 2021)



**Gambar 12.** Aktivitas Persiapan Pembentukan Team Efektif Penyusunan Laporan Proyek Perubahan (30 Juli 2021)

❖ Aktivitas Koordinasi Penyusunan rencana detail proyek perubahan

Koordinasi ini sangat penting dalam pencapaian tujuan kegiatan. Pada tahapan kegiatan ini melibatkan semua pihak yang berhubungan langsung maupun tidak langsung, membagi tugas masing masing anggota tim efektif dalam menyiapkan seluruh kebutuhan data baik untuk penyusunan model bisnis BBPK, penyusunan inventori GRK, base line dan strategi dalam penurunan GRK pada industry pulp dan kertas. Pada kegiatan ini pula diperoleh arahan dan bimbingan dari Coach dan Mentor dalam proses penyusunan Kertas Kerja Proyek Perubahan. Gambar berikut ini adalah hasil dokumentasi kegiatan bimbingan oleh mentor terhadap peserta



**Gambar 13.** Foto Proses Coaching Koordinasi Menyusun rencana detail proyek perubahan secara Virtual Tanggal 2 Agustus 2021



**Gambar 14.** Aktivitas Koordinasi Menyusun rencana detail proyek perubahan (4 Agustus 2021)



**Gambar 15.** Aktivitas Koordinasi Menyusun rencana detail proyek perubahan (13 Agustus 2021)



**Gambar 16.** Aktivitas Koordinasi Menyusun rencana detail proyek perubahan (16 Agustus 2021)



**Gambar 17.** Foto Proses Coaching secara Virtual Tanggal 13 Agustus 2021

Pada Tahapan Penyusunan rencana detail penurunan emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas , maka perlu di buat outline penulisan Pedoman dan Personil yang akan di tugaskan baik sebagai Person In Charge maunutn anggota Team nya. Untuk lebih detail terkait outline dan penugasan personilnya bisa di lihat pada tabel berikut :

**Tabel 6.** Outline Pedoman dan Penugasan Personel untuk Pengisian Outline

<p><b>BAB 1 PENDAHULUAN (Bu Henggar di Bantu oleh Pak Dedy)</b></p> <p>1.1 LATAR BELAKANG PENYUSUNAN PEDOMAN</p> <p>1.2 DASAR HUKUM</p> <p>1.3 MAKSUD DAN TUJUAN PEMBUATAN PEDOMAN</p> <p>1.4 RUANG LINGKUP PEDOMAN</p> <p><b>BAB 2 METODOLOGI</b></p> <p>2.1 METODOLOGI PEMBUATAN BUSINESS MODEL (Pak Dedy)</p> <p>2.2 METODOLOGI INVENTORY GRK (Syamsudin, Nina E)</p> <p>2.3 METODOLOGI PERHITUNGAN BASELINE EMISI GRK DAN SKENARIO BASELINE (Kristaufan JP, Rina M)</p> <p>2.4 METODOLOGI PENYUSUNAN STRATEGY PENURUNAN EMISI (Andri, Teddy &amp; pak Dedy)</p> <p>2.5 PENGUKURAN, PELAPORAN DAN VERIFIKASI (Henggar H.)</p> <p><b>BAB 3 MODEL BISNIS BBPK DAN IPK</b></p> <p>3.1 MODEL BISNIS BALAI BESAR PULP DAN KERTAS (BBPK) (Pak Dedy)</p> <p>3.2 MODEL BISNIS INDUSTRI PULP DAN KERTAS (BBPK) (Pak Dedy)</p> <p>3.3 PERAN BBPK DI DALAM PENURUNAN EMISI GRK (BBPK) (Pak Dedy)</p> <p><b>BAB 4 INVENTORY EMISI GRK DAN BASELINE EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS</b></p> <p>4.1 PROFIL EMISI GRK NASIONAL SEKTOR INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Henggar H, Teddy)</p> <p>4.2 INVENTORI EMISI GRK DARI SEKTOR ENERGI PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Henggar H, Teddy)</p> <p>4.3 INVENTORI EMISI GRK DARI SEKTOR PROSES PRODUKSI PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Henggar H, Teddy)</p> <p>4.4 INVENTORI EMISI GRK DARI SEKTOR LIMBAH PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Andri, Ayu, Henggar H.)</p> <p>4.5 BASELINE EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Kristaufan JP, Rina M)</p> <p><b>BAB 5 STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS</b></p> <p>5.1 RENCANA KEGIATAN PENURUNAN EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Henggar, pak Dedy)</p> <p>5.2 STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK DARI SEKTOR ENERGI PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Syamsudin, Reza, Rina, Nina)</p> <p>5.3 STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK DARI SEKTOR PROSES PRODUKSI PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Teddy)</p> <p>5.4 STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK DARI SEKTOR LIMBAH PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Andri, Henggar, Ayu)</p> <p>5.5 STRATEGI PENERAPAN INDUSTRI 4.0 TERKAIT DENGAN PENURUNAN EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Rina M., Syamsudin, Andri, Teddy, Reza)</p> <p>5.6 PROYEKSI HASIL CAPAIAN STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS (Ka BBPK &amp; pak Dedy)</p>
---

### **Aktifitas Penyusunan Business Model BPPK dan Business Model IPK**

Tahapan berikutnya dari aktivitas awal penyusunan proper adalah penyusunan Business Model BPPK dan Business Model IPK. Pada kegiatan ini dilakuakn dengan menginventarisasi seluruh aktifitas yang ada di BBPK mulai dari pnerapan teknologi, pengujian, kalibrasi, sertifikasi, konsultasi, pelatihan dan aktifitas lainnya. srta aktivitas Bisnis Industri Pulp dan Kertas di Indonesia. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mendapatkan data yang akurat yang akan di pergunakan untuk menyusun Business Model BBPK dan IPK. Dalam penyusunan Model Bisnis Balai Besar Pulp dan Kertas Kementerian Perindustrian Business Model Industri Pulp dan Kertas Indonesia menggunakan sebuah model penyusunan model bisnis canvas dengan tujuan agar dapat dimengerti dan dipahami dengan mudah. Model ini digunakan untuk menjelaskan, memvisualisasikan, menilai, dan mengubah suatu model bisnis, agar mampu menghasilkan kinerja yang lebih optimal dan dapat beradaptasi dengan perubabahan lingkungan yang sangat cepat.

Business Model Canvas dapat menjelaskan hubungan sembilan elemen model bisnis yang digambarkan secara visual, sehingga inovasi yang dibuat pada model bisnis ini akan lebih mudah dipahami dan dimengerti. secara garis besar Business Model Canvas sebagai berikut:

- 1. Offering:** Dalam blok area Value Proposition mencakup produk atau layanan apa yang ditawarkan untuk calon customer
- 2. Customer:** 1) Customer Segments; 2) Channels; 3) Customer Relationship.
- 3. Infrastructure:** 1) Key activities; 2) Key Resources; 3) Key Partnership
- 4. Finance:** 1) Revenue Stream; 2) Cost Structure

Business Model Canvas Balai Besar Pulp dan Kertas dan Industri Pulp dan Kertas selengkapnya dapat dilihat pada APPENDIK 1.



**Gambar 18.** Aktivitas Inventarisasi data BBPK dan Data IPK (19 Agustus 2021)



**Gambar 19.** Aktivitas Coaching Inventarisasi data BBPK dan Data IPK (23 Agustus 2021)

❖ **Aktivitas Penyusunan konsep inventori data dan Baseline emisi GRK**

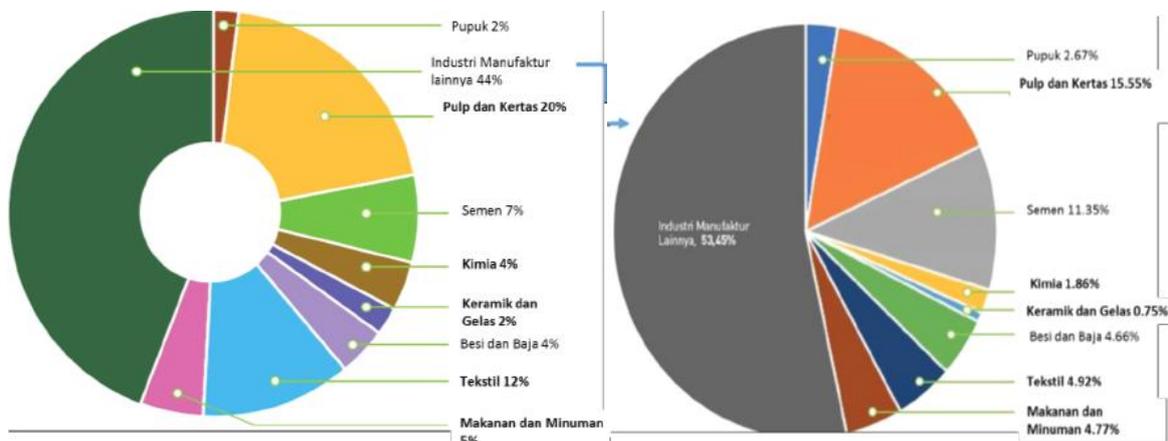
Langkah selanjutnya adalah penyusunan Konsep Inventory data dan baseline emisi GRK. Inventarisasi GRK adalah kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapnya. Metodologi yang digunakan pada inventarisasi emisi GRK nasional mengacu pada pedoman *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Tahun 2006 (2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories)* dan/atau perubahannya. Pedoman ini telah diadopsi menjadi Pedoman Umum Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional serta Pedoman Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca untuk Pengelolaan dan Penggunaan Energi, Proses Industri dan Penggunaan Produk, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya, dan Limbah. Penerapan metodologi ini telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri LHK Nomor P.73/MenLHK/Setjen/Kum.1/12/2017 tanggal 29 Desember 2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dan Permen ESDM No.

22 Tahun 2019 tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi. Emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran bahan bakar fosil diperkirakan berdasarkan kandungan karbon bahan bakar (atau faktor emisi yang sebanding) dan jumlah yang dibakar. Emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran biomassa tidak dilaporkan sebagai inventori GRK tapi dilaporkan secara terpisah.



Sumber : APKI (2021)

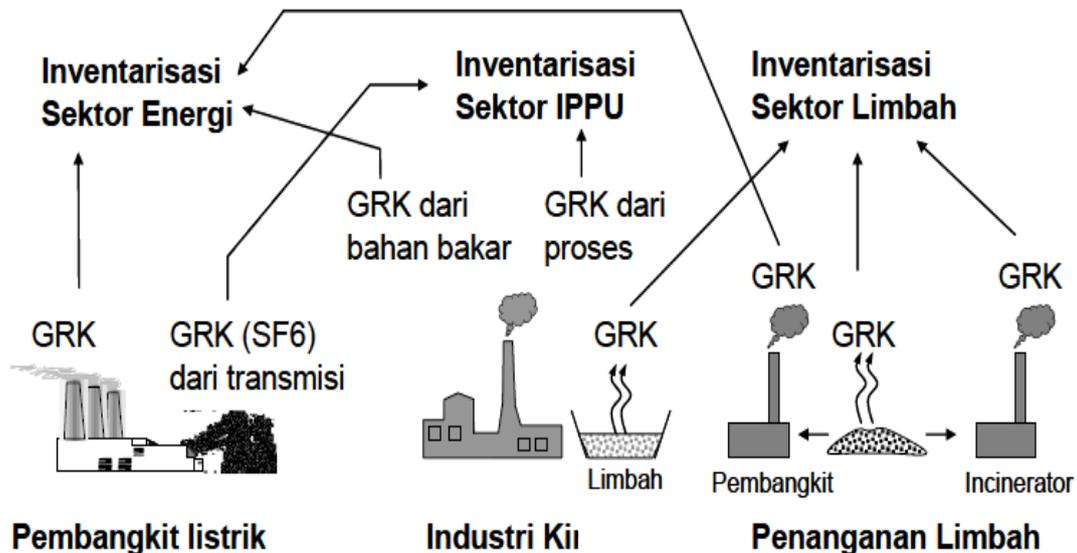
**Gambar 20.** Profil Industri Pulp dan Kertas Indonesia 2021



Sumber : APKI (2021)

**Gambar 21.** Proporsi Total Baseline Emisi di Seluruh Industri Manufaktur pada 2016 dan 2030

Pengelompokan inventarisasi emisi GRK kegiatan industri terdiri dari inventarisasi sektor energi, sektor proses (*Industrial process and product use*) dan sektor limbah seperti terlihat pada Gambar 18 dan hasil inventory emisi GRK dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



**Gambar 22.** Pengelompokan inventarisasi emisi GRK dari kegiatan industry

Profil Intensitas energi dan Emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 7.** Profil Intensitas Energi (GJ/ton Produk) pada Industri Pulp dan Kertas Indonesia

No	Industri (Kode)	Intensitas Energi (GJ/ton produk)			Benchmark (GJ/ton produk)
		2018	2019	2020	
1	Industri Pulp	35,80-62,10	36,93-56,40	34,30-56,20	12,16-16,88 <sup>^</sup>
2	Pulp & Kertas Terintegrasi	33,73-38,53	20,13-36,60	20,37-36,82	14,50-18,16 <sup>#</sup>
3	Kertas Sigaret	19,86-32,40	16,73-21,60	17,83-18,90	-
4	Tissue	13,00-16,92	13,53-14,86	10,35-13,44	14,7 <sup>*</sup>
5	Kertas Industri (Liner Medium)	11,39-13,09	9,50-13,63	11,39-13,16	7,5 <sup>*</sup>

<sup>^</sup>Bajpai, 2017; <sup>#</sup>(Francis, 2002); <sup>\*</sup>(Laurijssen dkk.,2013)

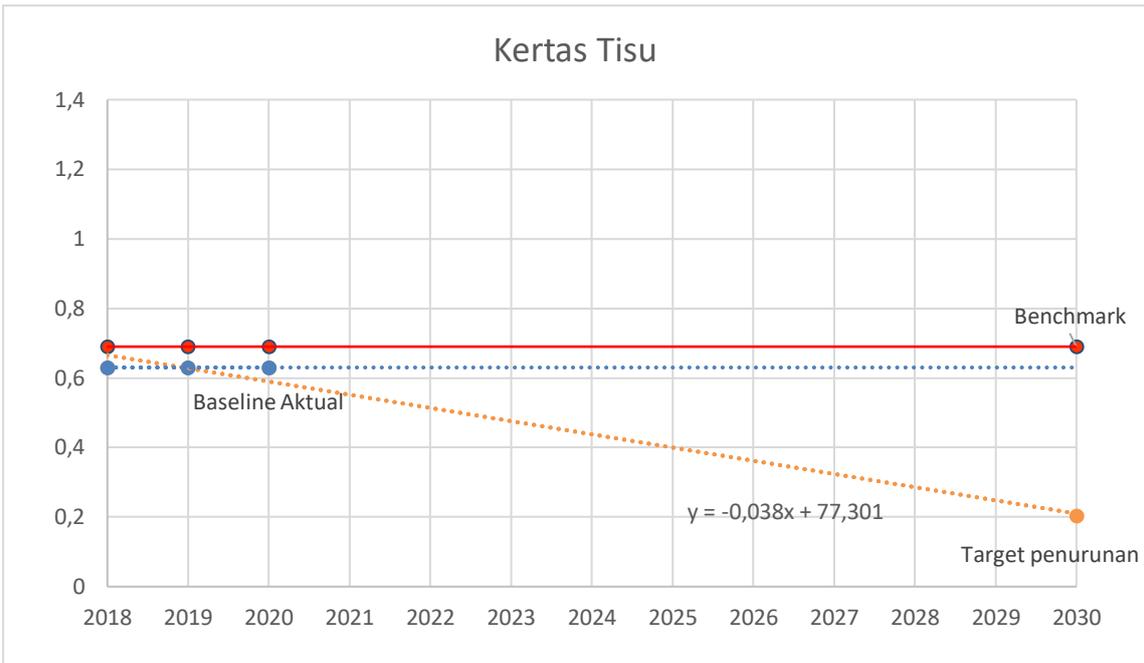
**Tabel 8.** Profil Intensitas Emisi GRK (ton CO<sub>2</sub>e/ton Produk) pada Industri Pulp dan Kertas

No	Industri (Kode)	Intensitas Emisi GRK pada IPK (ton CO <sub>2</sub> e/ton produk)		
		2018	2019	2020
1	Industri Pulp	-	0,24	0,2
2	Pulp & Kertas Terintegrasi	1,11	0,41 - 0,94	0,097- 0,8
3	Kertas Sigaret	1,57 - 3,04	2,02 - 2,67	1,77- 2,57
4	Tissue	0,35	0,36 - 1,02	0,36 - 0,95
5	Kertas Industri (Liner Medium)	0,87 - 7,3	0,81 - 7,3	0,85 - 7,3

Baseline sebagai acuan dalam penentuan kondisi awal emisi GRK di nyatakan dalam bentuk intensitas emisi GRK. Hal ini agar dapat dibandingkan dengan kondisi emisi GRK beberapa negara, sehingga kinerja industry pulp dan kertas nasional dapat digambarkan apakah sudah baik atau masih belum baik. Baseline juga digunakan untuk menentukan seberapa besar emisi GRK harus diturunkan saehingga target 29% pada tahun 2030 dapat dicapai. Dari hasil pengolahan data baseline industry pulp dan kertas dapat dilihat pada gambar berikut :



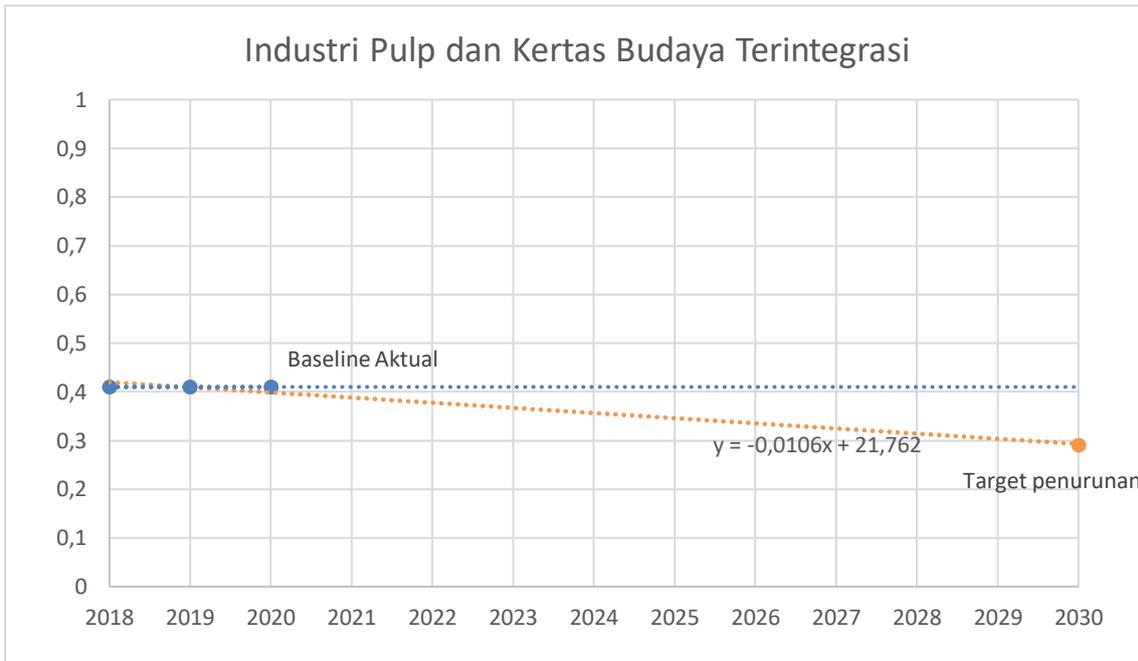
**Gambar 23.** Baseline dan target penurunan intensitas GRK kertas industri



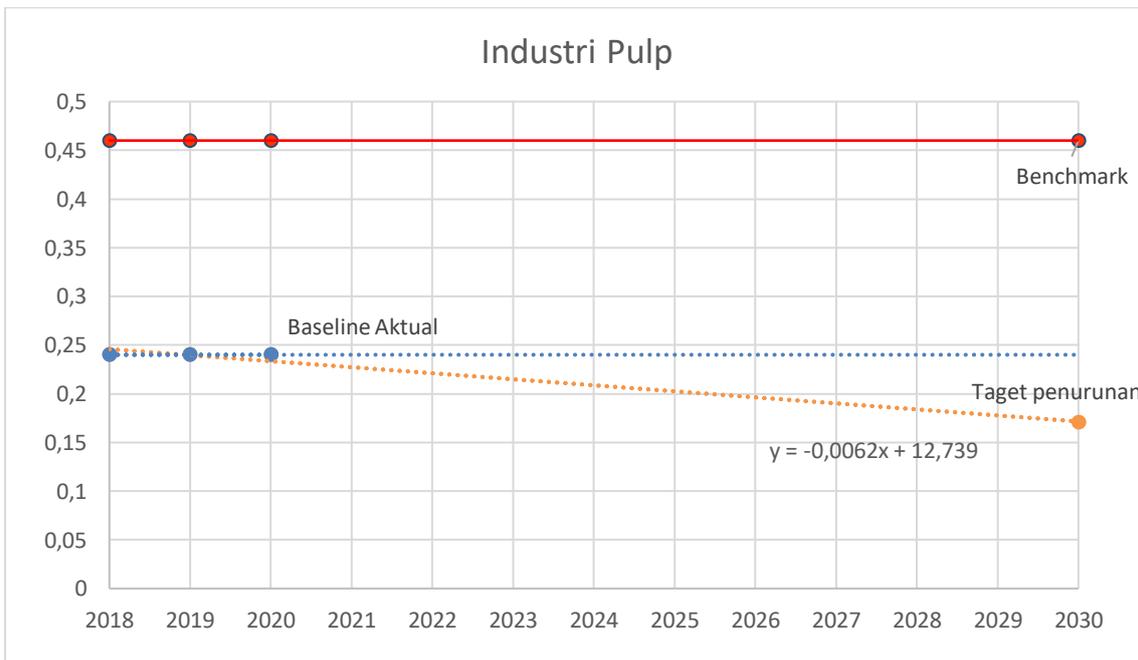
**Gambar 24.** Baseline dan target penurunan intensitas emisi kertas tisu



**Gambar 25.** Baseline dan target penurunan intensitas emisi kertas sigaret



**Gambar 26.** Baseline dan target penurunan intensitas emisi industry pulp dan kertas budaya terintegrasi



**Gambar 27.** Baseline dan target penurunan intensitas emisi industry pulp

Dalam penyusunan intensitas GRK ini menggunakan data primer dan sekunder baik yang diperoleh dari literatur, informasi dari industri maupun kunjungan langsung ke industry. Gambar di bawah ini menunjukkan beberapa aktifitas penyusunan inventori GRK.



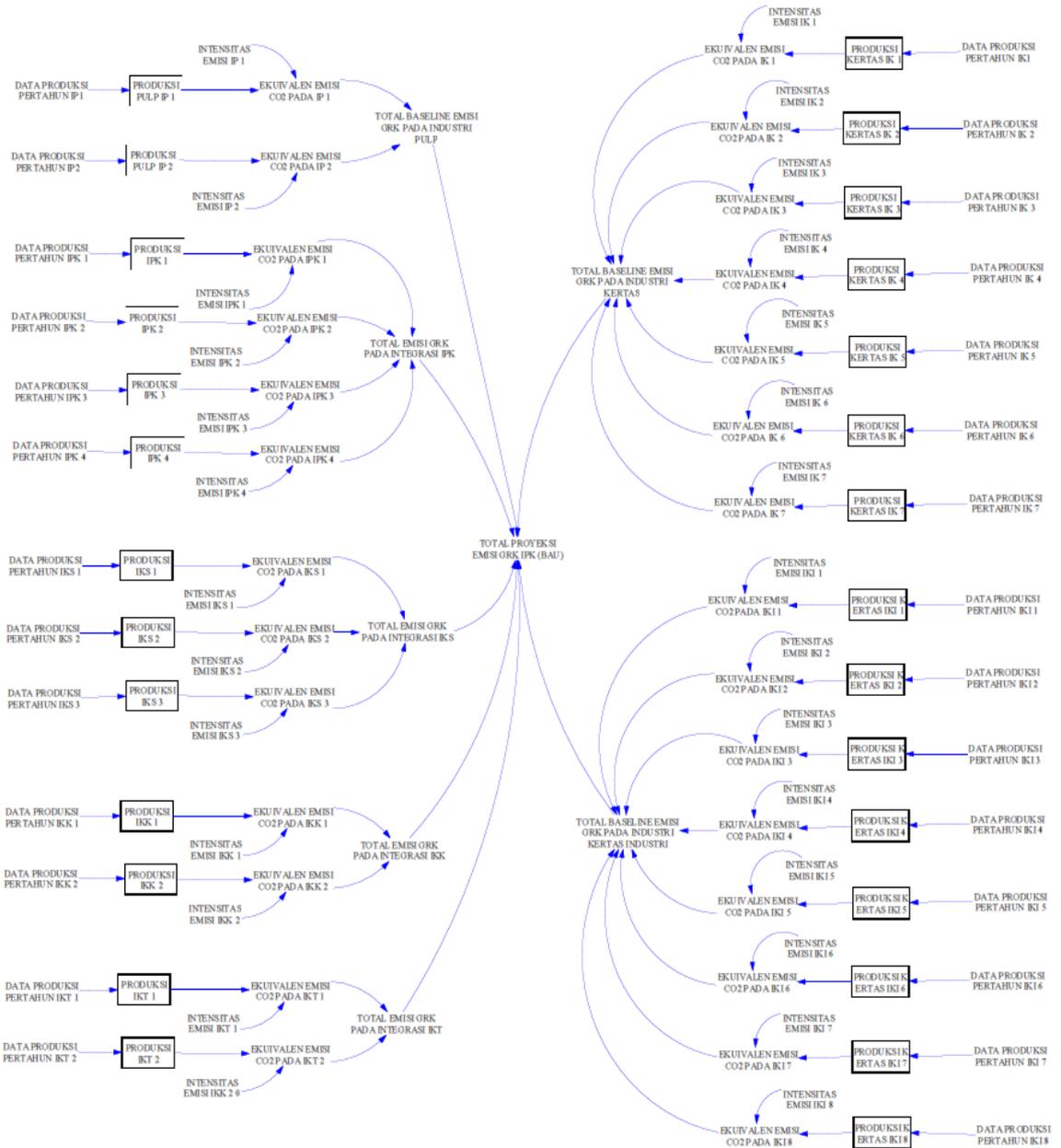
**Gambar 28.** Aktivitas Penyusunan konsep inventori data emisi GRK (25 Agustus 2021)



**Gambar 29.** Aktivitas kunjungan ke industry Penyusunan konsep inventori data emisi GRK

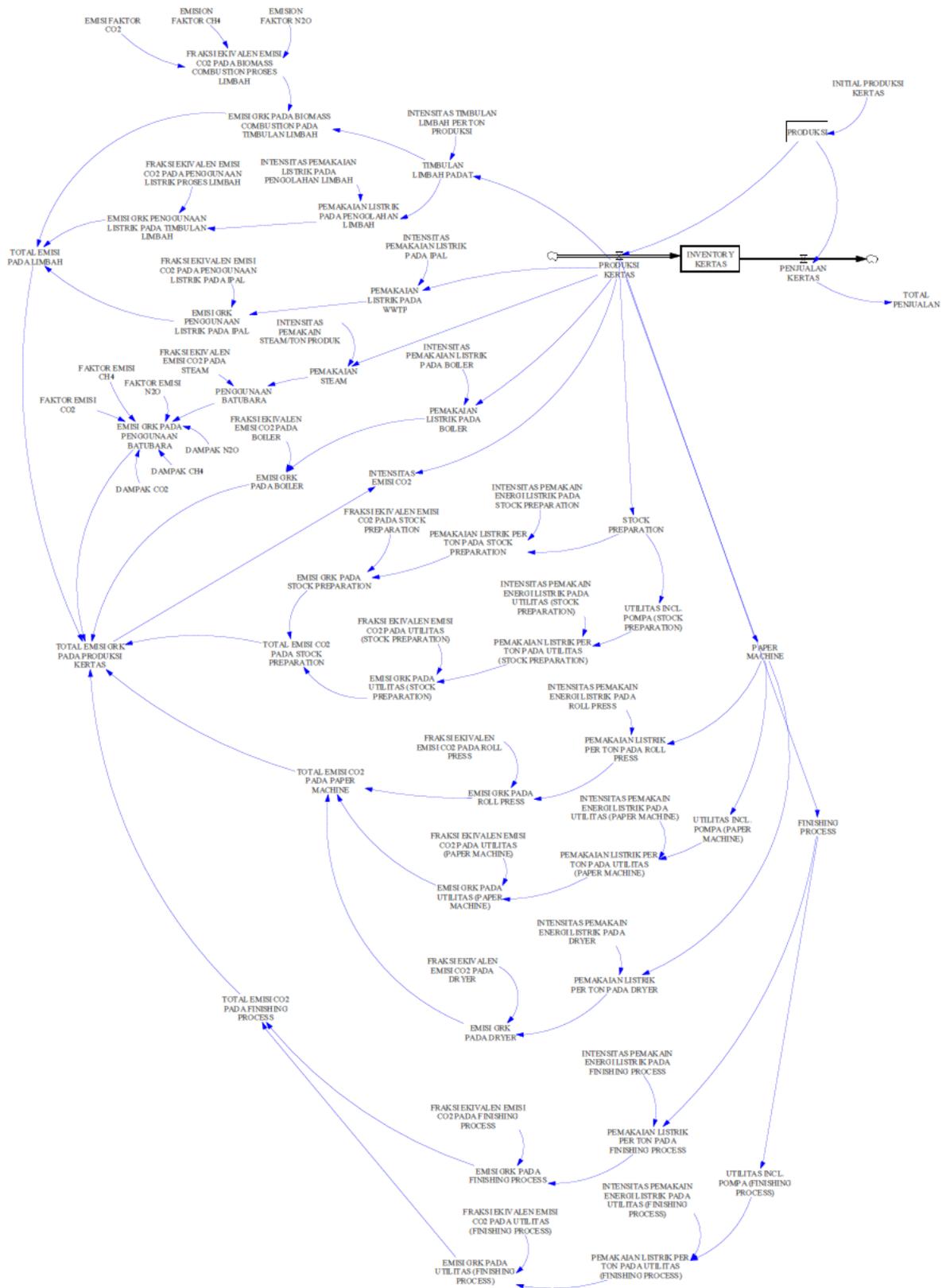
Model lain yang di kembangkan untuk menghitung baseline dan Proyeksi emisi GRK pada Industri Kertas adalah dengan menggunakan model Sistem Dinamis,

dimana pada model ini di masukan parameter parameter yang menjadi penentu naik turun nya emisi GRK pada Industri Kertas, untuk lebih detail nya model dinamis yang dikembangkan adalah sebagai berikut :



**Gambar 30.** Model Perhitungan Baseline dan Proyeksi Emisi GRK Nasional pada Sektor industri pulp dan kertas

Selain itu perhitungan secara nasional , maka juga di lakukan model untuk perhitungan secara masing masing industri menggunakan model sistem dinamis , dimana model nya bisa di lihat pada gambar berikut :



**Gambar 31.** Model Perhitungan Baseline dan Proyeksi Emisi GRK Perusahaan pada Sektor industri pulp dan kertas

**Tabel 9.** Hasil Simulasi Proyeksi Penurunan Emisi GRK s/d Tahun 2030 Dengan Asumsi Kapasitas Produksi Tetap

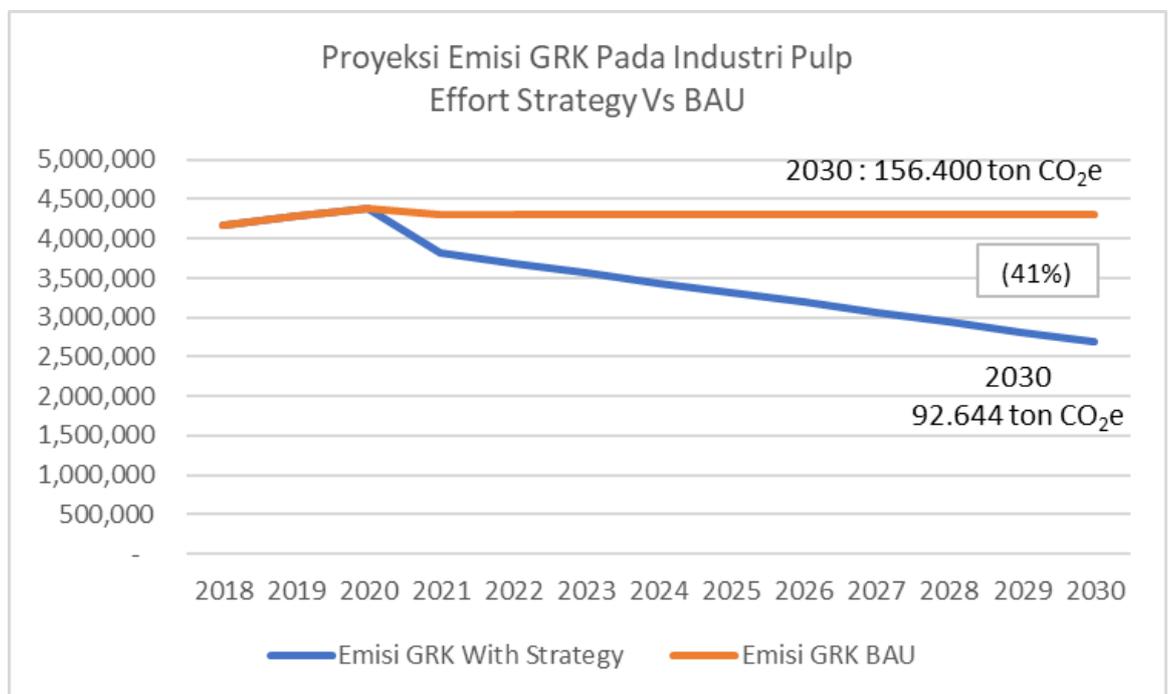
Tahun	Emisi GRK (Ekuivalen ton CO <sub>2</sub> ) , BAU	Emisi GRK (Ekuivalen ton CO <sub>2</sub> ), Penerapan Strategy	GAP (Ekuivalen ton CO <sub>2e</sub> )
2018	11,019,800	11,019,800	-
2019	11,027,300	11,027,300	-
2020	11,911,900	11,911,900	-
2021	11,319,667	10,718,955	600,712
2022	11,319,667	10,426,963	892,704
2023	11,319,667	10,134,971	1,184,696
2024	11,319,667	9,842,979	1,476,688
2025	11,319,667	9,550,987	1,768,680
2026	11,319,667	9,258,995	2,060,672
2027	11,319,667	8,967,003	2,352,664
2028	11,319,667	8,675,011	2,644,656
2029	11,319,667	8,383,019	2,936,648
2030	11,319,667	8,036,963	3,282,704
<b>PERSENTASE GAP EMISI GRK (BAU VS STRATEGY) PADA 2030</b>			<b>29%</b>

Sumber : Hasil Analisa Team BBPK

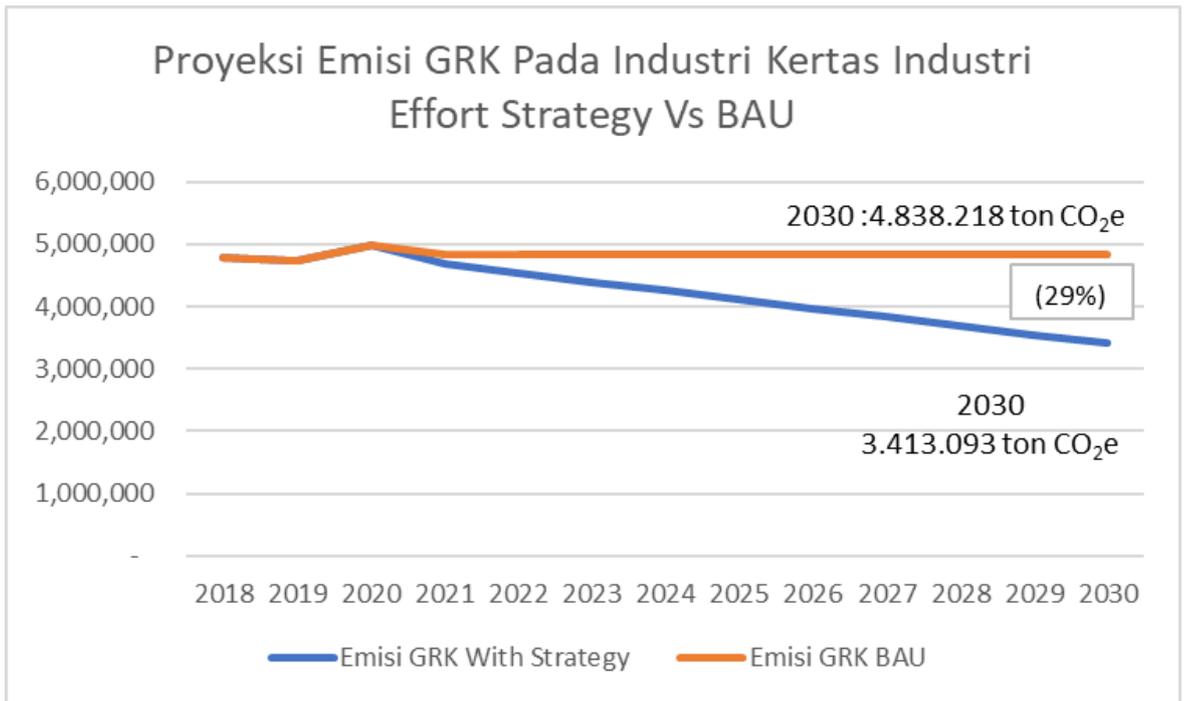
**Tabel 10.** Hasil Simulasi Proyeksi Penurunan Emisi GRK s/d Tahun 2030 Dengan Asumsi memperhitungkan kenaikan kapasitas terpasang

Tahun	Emisi GRK (Ekuivalen ton CO <sub>2</sub> ) , BAU	Emisi GRK (Ekuivalen ton CO <sub>2</sub> ) , Penerapan Strategy	GAP (Ekuivalen ton CO <sub>2e</sub> )
2018	11,019,800	11,019,800	-
2019	11,027,300	11,027,300	-
2020	11,911,900	11,911,900	-
2021	11,637,000	11,636,900	100
2022	11,869,700	11,473,100	396,600
2023	12,107,100	11,313,700	793,400
2024	12,349,200	11,143,100	1,206,100
2025	12,596,200	10,961,300	1,634,900
2026	12,848,100	10,768,200	2,079,900

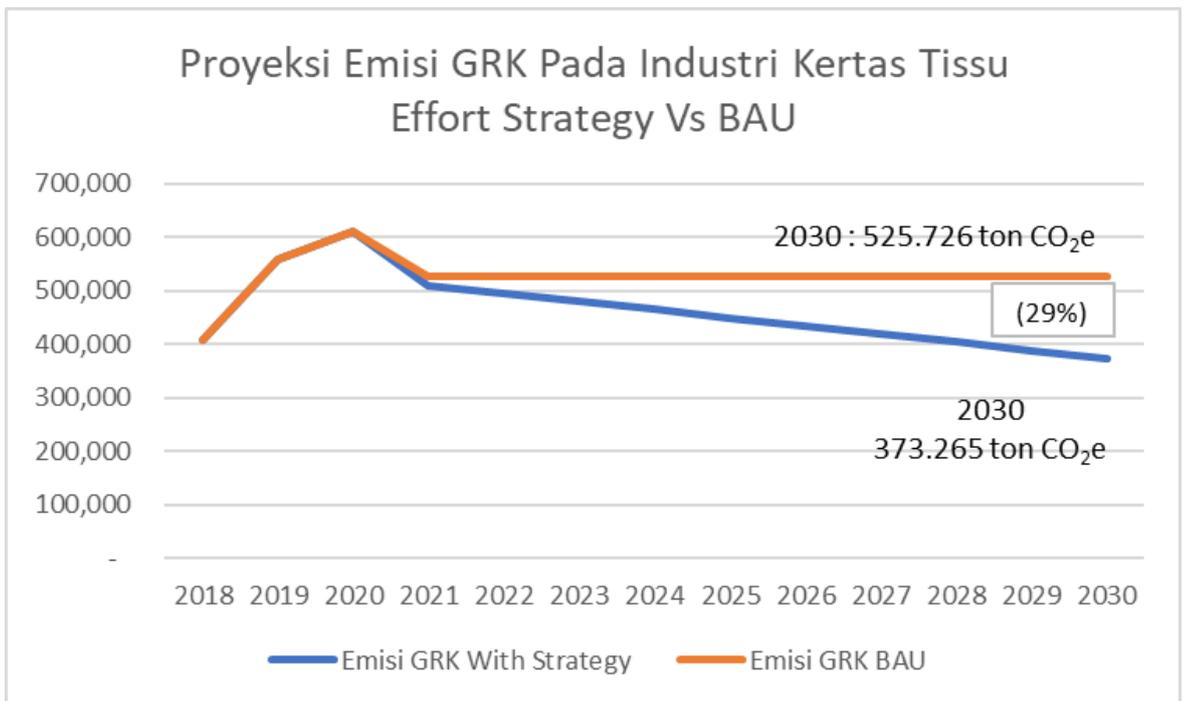
Tahun	Emisi GRK (Ekuivalen ton CO2) , BAU	Emisi GRK (Ekuivalen ton CO2) , Penerapan Strategy	GAP (Ekuivalen ton CO2e)
2027	13,105,100	10,562,600	2,542,500
2028	13,367,200	10,344,700	3,022,500
2029	13,634,500	10,113,600	3,520,900
2030	13,907,200	9,869,100	4,038,100
<b>PERSENTASE GAP EMISI GRK (BAU VS STRATEGY) PADA 2030</b>			<b>29%</b>



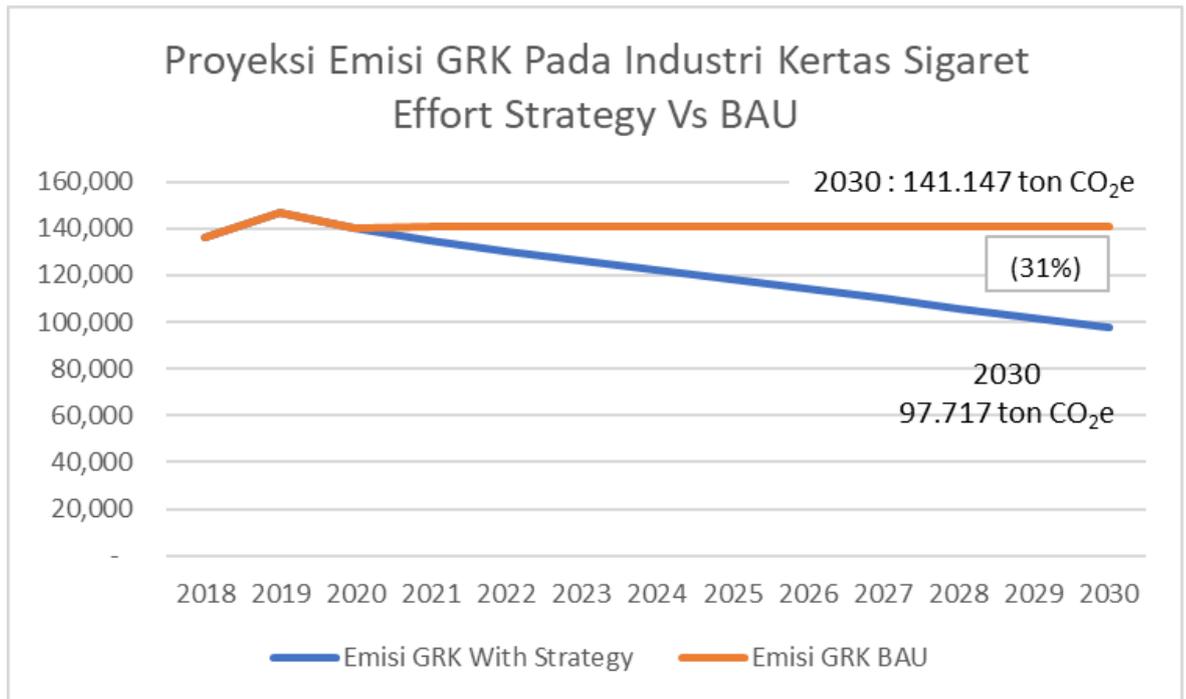
**Gambar 32.** Proyeksi Emisi GRK Pada Industri Pulp  
(BAU VS Effort Strategy Penurunan)



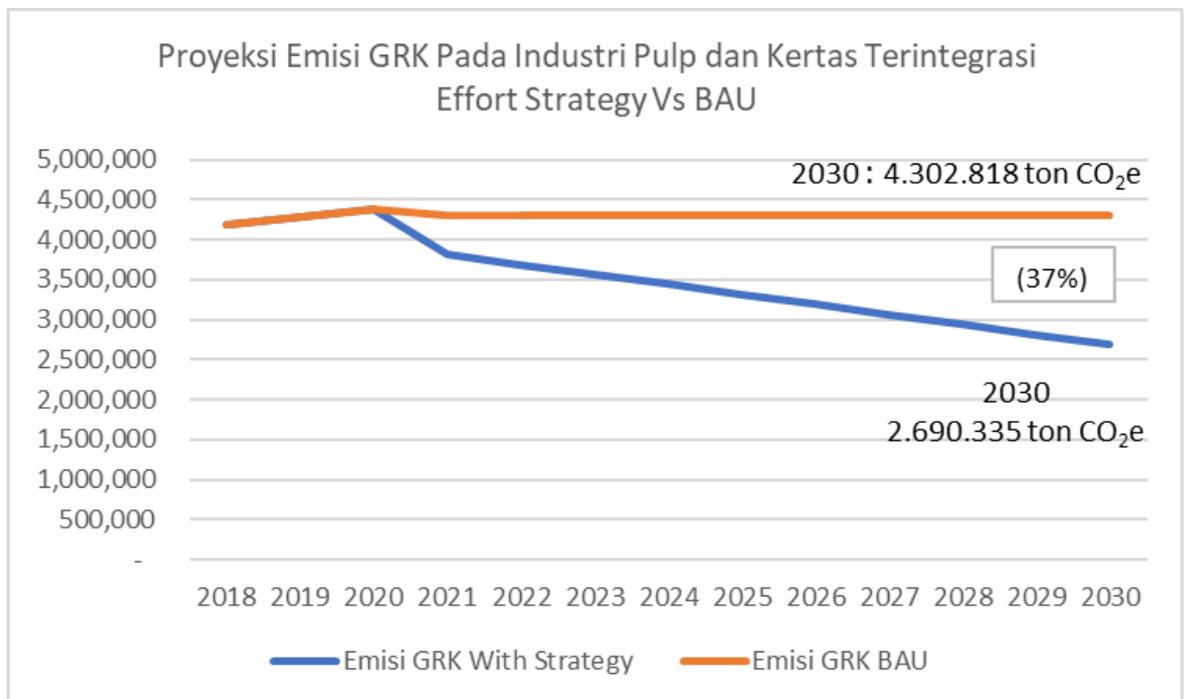
**Gambar 33.** Tabel Proyeksi Emisi GRK Pada Industri Kertas Industri (BAU VS Effort Strategy Penurunan)



**Gambar 34.** Tabel Proyeksi Emisi GRK Pada Industri Kertas Sigaret (BAU VS Effort Strategy Penurunan)



**Gambar 35.** Tabel Proyeksi Emisi GRK Pada Industri Pulp dan Kertas Terintegrasi (BAU VS Effort Strategy Penurunan)



**Gambar 36.** Aktivitas kunjungan ke industry Penyusunan konsep inventori data emisi GRK

- ❖ Aktivitas Pembuatan pedoman strategi penurunan Emisi GRK pada IPK dengan menerapkan konsep Industri 4.0

Langkah ketiga adalah pembuatan pedoman penurunan Emisi GRK pada IPK dengan menerapkan konsep Industri 4.0. Tahapannya adalah Technology Mapping (Pemetaan Teknologi) di IPK, Teknik Perhiungan Emisi GRK di IPK, Konsep Industri 4.0 terkait penurunan emisi GRK, Rumusan Strategi.

Pedoman teknis ini disusun untuk meningkatkan pemahaman khususnya Industri Pulp dan kertas untuk menyusun Rencana strategi penurunan GRK yang mudah dipahami oleh para pihak yang berkepentingan, khususnya Industri Pulp dan Kertas. Tujuannya adalah untuk memberikan pedoman terkait arah kebijakan pelaksanaan pengembangan program penurunan emisi GRK secara bertahap dan berkelanjutan, memberikan pedoman inventori penghitungan emisi GRK pada IPK, dan memberikan strategi penurunan emisi GRK pada IPK.

Pedoman ini mencakup metodologi inventori emisi GRK, metodologi penurunan emisi, pengukuran, pelaporan, dan verifikasi (measurement, reporting, verification/MRV), inventory emisi GRK pada sektor energi, proses produksi, dan limbah dan baseline penurunan emisi GRK, dan strategi penurunan emisi GRK pada industri pulp dan kertas pada sektor energi, proses produksi, limbah, penerapan industri 4.0, dan proyeksi hasil capaian strategi.



**Gambar 37.** Aktivitas Pembuatan pedoman penurunan Emisi GRK pada IPK dengan menerapkan konsep Industri 4.0 (6 September 2021)



**Gambar 38.** Aktivitas Pembuatan pedoman penurunan Emisi GRK pada IPK dengan menerapkan konsep Industri 4.0 (7 September 2021)



**Gambar 39.** Aktivitas Pembuatan pedoman penurunan Emisi GRK pada IPK dengan menerapkan konsep Industri 4.0 (13 September 2021)



**Gambar 40.** Aktivitas Pembuatan pedoman penurunan Emisi GRK pada IPK dengan menerapkan konsep Industri 4.0 (30 September 2021)



**Gambar 41.** Aktivitas Pembuatan pedoman penurunan Emisi GRK pada IPK dengan menerapkan konsep Industri 4.0 (4 Oktober 2021)

## **G. PENGANGGARAN**

Sumber penganggaran implemtasi dari proyek perubahan ini bersumber dari DIPA APBN tahun anggaran 2021.

## **10. IDENTIFIKASI DAN PEMETAAN STAKEHOLDER**

### **a. Identifikasi Stakeholder**

Stakeholder yang berkepentingan terhadap proyek perubahan ini, terdiri dari stakeholder internal dan eksternal, yang meliputi:

1. Pusat Industri Hijau, Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri Kementerian Perindustrian

2. Direktorat Industri Hasil Hutan dan Perkebunan (IHHP), Direktorat Jenderal Industri Agro, Kementerian Perindustrian
3. Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia (APKI)
4. Industri Pulp dan Kertas (IPK)
5. Kementerian ESDM
6. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)
7. Komite Akreditasi Nasional dan Badan Standardisasi Nasional
8. Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP)
9. Laboratorium Pengujian

Peran dari masing masing stkeholder tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah berikut:

**Tabel 11.** Peran stakeholder

No	Stakeholder	Observasi Pengaruh dan Kepentingan	Observasi Peran dan Keterlibatan	Strategi Komunikasi Stakeholder
<b>INTERNAL</b>				
1.	Kepala BBPK	Menentukan arah program dan pembiayaan atas proyek perubahan	Menentukan arah perubahan/ revisi program dan anggaran atas proper	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskusi</li> <li>• Pengarahan</li> </ul>
2.	Kabag Tata Usaha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendukung administrasi proyek perubahan</li> <li>• Mendukung pengembangan kompetensi SDM emisi GRK</li> <li>• Mendukung infrastruktur layanan jasa LPK BBPK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendukung setiap tahapan kegiatan proper</li> <li>• Menentukan pengembangan kompetensi SDM emisi GRK</li> <li>• Menentukan kualitas infrastruktur layanan jasa LPK BBPK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brainstorming</i></li> <li>• Diskusi</li> <li>• Persuasi</li> </ul>
3.	Koordinator Pengembangan jasa teknis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendukung segala kebutuhan administrasi dokumen usulan layanan LPK BBPK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan supervisi dan monitoring usulan LPK BBPK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• Diskusi</li> </ul>
4.	Tim teknis	Mendukung segala kebutuhan teknis implementasi proper sesuai milestone	Menentukan kualitas teknis setiap langkah milestone proper	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Persuasi</li> <li>• Instruksi</li> </ul>
5.	Manajer Mutu Laboratorium Uji	Menentukan kualitas penyelenggaraan pengujian emisi GRK	Mendukung penyelenggaraan LPK BBPK serta layanan pengujian emisi GRK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskusi</li> <li>• Informasi</li> </ul>

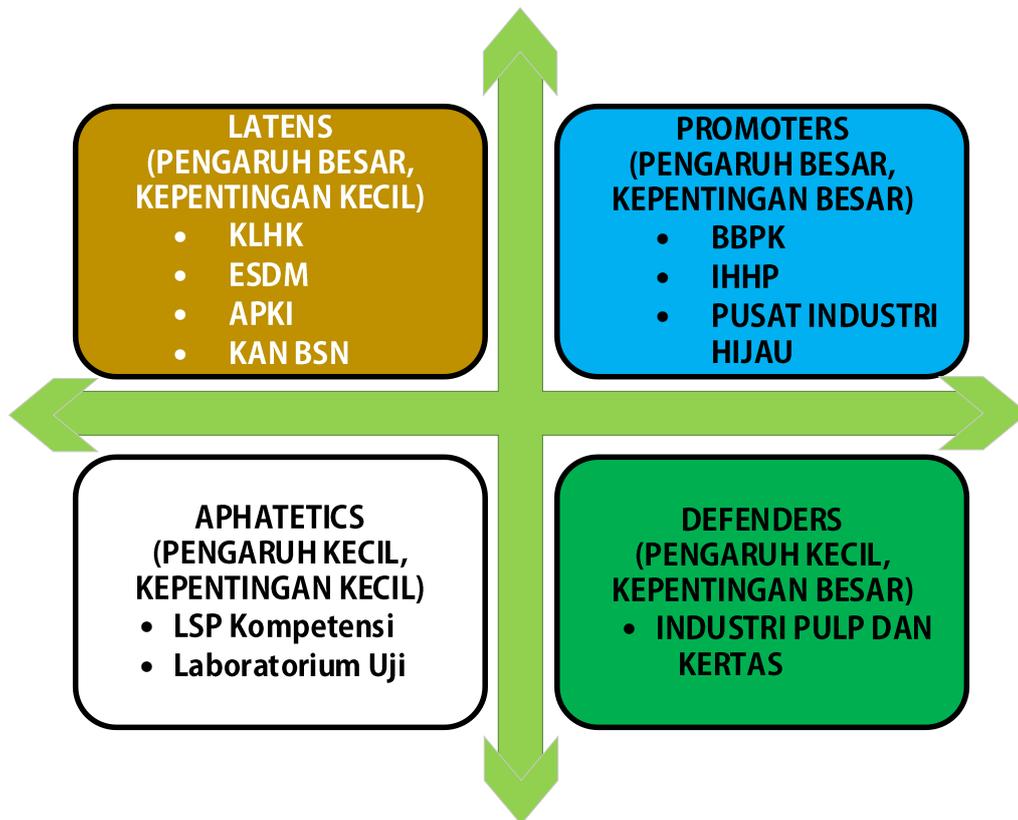
EKSTERNAL				
1.	Kementerian Perindustrian	Menentukan arah kebijakan green product dan penurunan emisi di sektor industri (khususnya IPK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendukung kebijakan penurunan emisi GRK di sektor industri (khususnya IPK)</li> <li>• Mendukung inventori data GRK di sektor industri (khususnya IPK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Informasi</li> <li>• Bimbingan teknis</li> <li>• Koordinasi dan sinkronisasi pelaksanaan kebijaksanaan penurunan emisi GRK</li> </ul>
2.	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim)	Menentukan penanganan perubahan iklim khususnya dalam penyelenggaraan mitigasi, adaptasi, penurunan emisi GRK, penurunan dan penghapusan bahan perusak ozon, mobilisasi sumber daya, inventarisasi GRK, monitoring pelaporan dan verifikasi aksi mitigasi perubahan iklim serta pengendalian kebakaran hutan dan lahan	Menentukan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang pengendalian iklim (penurunan emisi GRK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Informasi</li> <li>• Bimbingan teknis</li> <li>• Instruksi</li> <li>• Reward</li> <li>• Koordinasi dan sinkronisasi pelaksanaan kebijaksanaan pengendalian perubahan iklim</li> </ul>
3.	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral	Menentukan pelaksanaan kebijakan di bidang pembinaan, pengendalian, dan pengawasan minyak dan gas bumi, ketenagalistrikan, mineral dan batubara, energi baru, energi terbarukan, konservasi energi, dan geologi serta pengelolaan Penerimaan Negara Bukan Pajak sektor energi dan sumber daya mineral sesuai dengan peraturan perundang-undangan	Menentukan strategi penurunan emisi GRK di sektor energi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Informasi</li> <li>• Bimbingan teknis</li> </ul>
4	Pusat Industri Hijau	Menentukan penyusunan kebijakan teknis, rencana, dan program penelitian, pengkajian, dan pengembangan di bidang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menentukan roadmap pengurangan emisi GRK</li> <li>• Menentukan standar industri hijau terkait emisi GRK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Informasi</li> <li>• Bimbingan teknis</li> </ul>

		industri hijau, lingkungan hidup, manajemen energi dan air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendukung kerjasama luar negeri terkait dengan emisi GRK di Industri</li> <li>• Menentukan kebijakan emisi GRK di industri</li> <li>•</li> </ul>	
5.	Direktorat Industri Hasil Hutan dan Perkebunan	Menentukan perumusan dan pelaksanaan rencana induk pembangunan industri nasional, kebijakan industri nasional, penyebaran industri, pembangunan sumber daya industri, pembangunan sarana dan prasarana industri, pemberdayaan, pengamanan dan penyelamatan industri, perizinan industri, penanaman modal dan fasilitas industri, serta kebijakan teknis pengembangan industri di bidang industri hasil hutan dan perkebunan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menentukan kebijakan industri nasional mengenai emisi GRK</li> <li>• Menentukan perizinan industri nasional mengenai emisi GRK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Informasi</li> <li>• Bimbingan teknis</li> </ul>
6.	Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia	Menentukan Menangani koordinasi antar industri pulp dan kertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendukung penerapan roadmap pengurangan emisi GRK</li> <li>• Mendukung pengembangan penggunaan sumber daya yang berkelanjutan di industri pulp dan kertas</li> <li>• Menjembatani Direktorat dan industri pulp dan kertas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Informasi</li> </ul>
7.	Industri pulp dan kertas	Menentukan proses bisnis industri	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menentukan pelaksanaan penurunan emisi GRK di industri pulp dan kertas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Informasi</li> </ul>

8.	KAN BSN	Menentukan penetapan akreditasi dan sertifikasi lab dan personil emisi GRK	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyelenggarakan standardiasi dan penilaian kesesuaian</li> <li>Menyelenggarakan akreditasi penilaian kesesuaian (ISO 17065; ISO 17025)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brainstorming</li> <li>Diskusi</li> <li>Informasi</li> </ul>
9.	LSP Kompetensi	Menentukan kualitas penyelenggaraan sertifikasi personil	Mendukung penyelenggaraan sertifikasi personil emisi GRK	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brainstorming</li> <li>Diskusi</li> <li>Informasi</li> <li>Bimbingan teknis</li> </ul>
10.	Laboratorium Uji	Menentukan kualitas penyelenggaraan pengujian emisi GRK	Mendukung penyelenggaraan pengujian emisi GRK dengan jaminan laboratorium terakreditasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diskusi</li> <li>Informasi</li> </ul>

**b. Pemetaan Stakeholder**

Stakeholder yang terlibat dalam pelaksanaan proyek perubahan ini dapat diidentifikasi berdasarkan kriteria kepentingan dan kewenangan yang dimiliki oleh stakeholder tersebut, sebagai berikut:



**Gambar 42.** Gambar 10. Pemetaan Stakeholder Sebelum Pelaksanaan Proyek Perubahan

## 11. MARKETING SEKTOR PUBLIK



**Gambar 43.** Marketing Sektor Publik (4P1C)

*Marketing Mix* atau bauran pemasaran adalah strategi pemasaran yang dapat menentukan kesuksesan perusahaan dalam mengejar *profit* atau keuntungan maksimal. Strategi ini menggunakan semua alat pemasaran dalam perusahaan yang dikenal dengan konsep *marketing mix* 4P, yaitu *products, price, promotions, place, people/customer*, Organisasi Bisnis atau Organisasi Sektor Pelayanan Publik dapat mengidentifikasi dan mengatur komponen dari *marketing mix* sehingga memungkinkan organisasi untuk membuat keputusan pemasaran yang menguntungkan. Keputusan ini membantu Organisasi Sektor Pelayanan Publik untuk:

- Meningkatkan kelebihan dan mengatasi kekurangan yang dimiliki Produk yang dihasilkan
- Menjadi lebih kompetitif dan mudah beradaptasi di pasarnya
- Meningkatkan kolaborasi yang menguntungkan antara internal Organisasi dan mitra Strategis

Untuk membantu Anda mengetahui lebih detail, berikut ini adalah konsep *marketing mix* 4P yang akan dijabarkan secara lengkap:

1. Produk (*Products*)

Secara teori, produk merupakan segala bentuk hasil usaha yang ditawarkan ke pasar untuk digunakan atau dikonsumsi sehingga bisa memenuhi kebutuhan dan keinginan masyarakat. Jika Anda ingin sukses menjalankan strategi marketing mix, Anda harus dapat membuat dan menghasilkan produk atau jasa dengan kualitas dan keunikan tersendiri. Dalam kegiatan proyek perubahan ini prproduk yang dihasilkan adalah pedoman strategi penurunan Gas Rumah Kaca (GRK) pada industry pulp dan kertas.

2. Harga (*Price*)

Harga yang dimaksud adalah sejumlah uang yang harus dibayar oleh user atau klien Anda untuk mendapatkan produk yang Anda tawarkan.

Dengan kata lain, seseorang akan menggunakan jasa atau membeli produk yang Anda tawarkan, jika pengorbanan yang dikeluarkan (yaitu uang dan waktu) sesuai dengan manfaat yang ia ingin dapatkan dari produk atau jasa yang ditawarkan oleh perusahaan tersebut.

3. Tempat (*Place*)

Konsep ini berfokus pada tempat atau lokasi di mana Organisasi Sektor Publik berdiri. Di mana, semakin strategis tempat Organisasi Sektor Publik, semakin besar juga keuntungan yang akan didapatkan Organisasi Sektor Publik. Dengan lokasi yang strategis, konsumen atau calon pelanggan (Stakeholder yang memanfaatkan Informasi/Jasa Yang di Berikan) dapat lebih mudah menemukan dan menjangkau Organisasi Sektor Publik, sehingga penciptaan value lebih mudah terjadi.

4. Promosi (*Promotions*)

Strategi *marketing mix* ini berfokus pada masalah promosi Organisasi Sektor Publik terkait pelayanan yang bisa diberikan, seperti bagaimana cara memasarkan produk layanan, media apa yang digunakan, dan sebagainya. Promosi merupakan salah satu strategi marketing yang memiliki tujuan, antara lain:

- Mengidentifikasi dan menarik konsumen Organisasi Sektor Publik yang baru.
- Mengomunikasikan produk layanan Organisasi Sektor Publik yang baru.
- Meningkatkan jumlah konsumen untuk produk layanan Organisasi Sektor Publik yang telah dikenal secara luas.

- Menginformasikan kepada konsumen tentang peningkatan kualitas produk layanan Organisasi Sektor Publik.
- Mengajak konsumen untuk mendatangi tempat pelayanan Produk Organisasi Sektor Publik.
- Memotivasi konsumen agar memilih atau memanfaatkan produk yang mampu di sediakan Organisasi Sektor Publik

## 5. *Customer*

SDM merupakan komponen penting dalam strategi marketing mix. Faktor sumber daya manusia sangat menentukan maju atau tidaknya suatu perusahaan. Faktor tersebut berperan penting dalam membuat suatu kemajuan atau kemunduran dari suatu perusahaan. Berbagai perusahaan mencari kandidat pekerja terbaik, melalui pihak pencari kerja independen yang sudah ahli dalam mencarikan kandidat pekerja bagi perusahaan. Selain itu juga pada P (Marketing Mix Porter's) membahas tentang konsumen yang akan dilayani.

Sebagai pemahaman dari marketing sektor publik yang masuk kedalam laporan proyek perubahan ini adalah terkait output yang di hasilkan dari 5 komponen Marketing Mix Porter's yaitu:

### 1. **Produk** : Pedoman penurunan emisi GRK

Pada Marketing Sektor Publik untuk komponen Produk yang di hasilkan adalah Pedoman penurunan emisi GRK, dimana bisa di gunakan untuk industri Pulp dan Kertas sebagai arahan dan strategy penurunan emisi GRK di Industri nya.



- 2. Place** : Balai Besar Pulp dan Kertas
- Bagian kedua dari Marketing Sektor Publik adalah Place , dimana maksudnya adalah tempat di lakukannya penyusunan Proyek Perubahan dan Pedoman Strategy Penurunan GRK. BBPK harus di jadikan Center of Excellent dalam Pendampingan penurunan GRK pada industri Pulp dan Kertas



- 3 Price** : Cost Structure : PNBPN dan APBN
- Pada Komponen ketiga Marketing sektor publik pada proyek perubahan ini adalah berupa penerimaan dari PNBPN dari aktivitas pelayanan pengujian dan konsultasi pendampingan terkait strategy penurunan emisi GRK. Selain itu juga pada konsep Price ini juga bicara nilai yang bisa di hemat dari pengurangan pajak karbon akibat penerapan strategy penurunan emisi GRK, dimana Pajak karbon yang akan di kenakan senilai Rp.30/kg CO<sub>2</sub>e

**Tabel 12.** Tabel Nilai Reduksi Pajak Karbon Akibat Penerapan Strategi Industri 4.0 Terkait Dengan Penurunan Emisi Grk Pada Industri Pulp Dan Kertas

Deskripsi	Proyeksi Emisi GRK (BAU) Pada Tahun 2030	Hasil effort Penurunan Emisi GRK Pada Tahun 2030
Emisi CO <sub>2</sub> e (Ton)	13,907,200	9,869,100
Emisi CO <sub>2</sub> e (Kg)	13,907,200,000	9,869,100,000
Nilai Pajak CO <sub>2</sub> e	Rp 417,216,000,000	Rp 296,073,000,000
Pengurangan Nilai Emisi CO <sub>2</sub> e	Rp 121,143,000,000	

- 3. Promotion** : Website, business gathering, sosialisasi
- Proses Promosi merupakan bagian penting dari penerapan Marketing Sektor Publik terkait Proyek perubahan yang

mengusung tema sentral strategy penurunan emisi GRK di Industri Pulp dan Kertas. Bentuk Promosi yang dilakukan bisa berupa sosialisasi program maupun bentuk FGD , dimana Sosialisasi penyusunan Program penurunan Emisi GRK di lakukan mulai tanggal 25 Agustus 2021 s/d 30 Agustus 2021. Proses Promosi Program Strategy penurunan Emisi GRK ini juga di lengkapi dengan aktivitas FGD (Focus Group Discussin) dimana di ikuti oleh hampir semua operator industri Pulp dan Kertas seluruh di Indonesia. FGD Proper PKN Tk. II BBPK, Dilaksanakan secara Virtual pada hari Senin 11-10-2021, pukul 10.00 wib, di Ruang Aula Pinus.

**Gambar 44.** Aktivitas FGD Strategi Penurunan Emisi GRK pada IPK



5. **Customer** : Industri Pulp dan Kertas, industri lainnya, dan akademisi
- Komponen Terakhir dari Marketing Sektor Publik adalah Konsumen dari Pedoman Strategy Penurunan Emisi GRK yang merupakan produk dari Proyek Perubahan BBPK. Konsumennya adalah Para Pelaku Industri Pulp dan Kertas, dimana terdiri dari 6 Industri Pulp, 70 Industri Kertas dan 6 Industri Pulp dan Kertas Terintegrasi. Kapasitas Terpasang dari keseluruhan industri pulp dan Kertas sebesar 18.8 Juta TPA, dan Kapasitas Produksi sebesar 13.3 juta TPA.

## 12. IDENTIFIKASI POTENSI MASALAH

Pelaksanaan proyek perubahan akan menemui beberapa potensi masalah, antara lain:

- ✓ Resistensi dari industri
- ✓ Data sekunder tidak dapat diperoleh

Potensi resiko yang dapat timbul:

- ✓ Tidak dapat menghitung perhitungan emisi GRK

## 13. RESIKO

Tujuan Penilaian Risiko dalam laporan Proyek Perubahan BBPK ini adalah mengidentifikasi risiko-risiko potensial, baik yang berasal dari faktor internal maupun faktor eksternal; memeringkat risiko-risiko berdasarkan kebutuhan untuk segera mendapat penanganan dan meyakinkan pihak manajemen instansi bahwa terdapat risiko-risiko yang menjadi prioritas untuk dikelola secara efektif. Untuk lebih jelasnya terkait faktor risiko dan mitigasi penanganan risiko tersebut, bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 13.** Resiko dan Upaya Mitigasi

PREDIKSI RESIKO		MITIGASI RESIKO
a.	Resistensi dari industri	Memberikan pemahaman bahwa penurunan emisi ini memberikan manfaat peningkatan kinerja industri
b.	Data sekunder tidak dapat diperoleh	Melakukan pencarian data primer

Langkah Kerja Penilaian Risiko :

### A. Persiapan Penilaian Risiko

- a) Menetapkan Kriteria dan Skala Dampak dan Kemungkinan yang Akan Digunakan
- b) Menetapkan Selera Risiko (Risk Appetite) Manajemen
- c) Menuangkan Kesepakatan yang Dihasilkan Kedalam Suatu Dokumen
- d) Menyiapkan Bahan-bahan dan Data

### B. Pemilihan Tujuan yang Relevan

### C. Penilaian Risiko

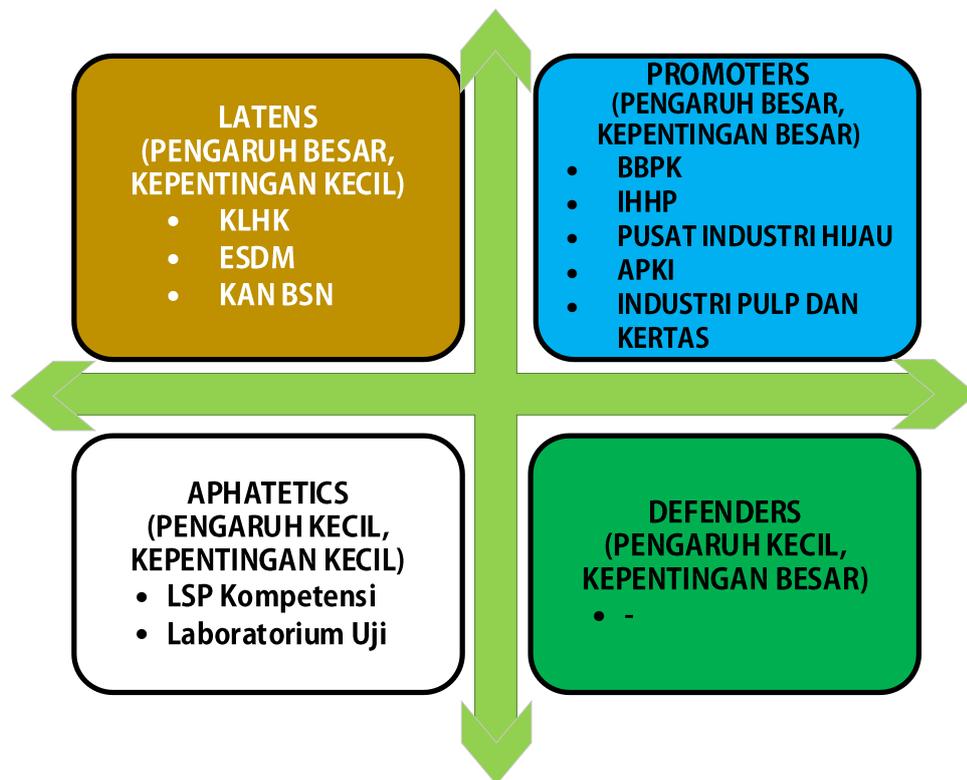
- a) Mengenali/Mengidentifikasi Risiko
- b) Menganalisis Risiko

- c) Memeringkat Risiko
- d) Memvalidasi Risiko
- e) Memutuskan Cara Menanggapi Risiko

**14. KRITERIA KEBERHASILAN**

A. kriteria keberhasilan dari penurunan emisi GRK pada industri Pulp dan Kertas adalah sebagai berikut

- a. Indikator keberhasilan pertama adalah berubahnya Posisi APKI dan Industri Pulp dan Kertas dalam kuadran pemetaan stakeholder dari Posisi Laten dan Posisi Defender Menjadi Posisi Promoter



**Gambar 45.** Pemetaan Stakeholder Sebelum Pelaksanaan Proyek Perubahan

- b. Terbentuknya pedoman penurunan emisi GRK

Produk Utama dari proyek perubahan BBPK 2021 ini adalah tersusunya Pedoman Strategi Penurunan Emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas. Dengan adanya pedoman ini maka di harapkan industri Pulp dan Kertas mampu menyusun strategy tentang bagaimana industri mampu menurunkan emisi GRK

dari aktivitas industri mereka , baik dari penggunaan energi, dari proses produksi dan dari aktivitas penanganan Limbah industri

**Gambar 46.** Pedoman Penurunan Emisi GRK Pada Industri Pulp dan Kertas



- c. Keterlibatan seluruh industri pulp dan kertas dalam program penurunan emisi GRK
- d. Terbentuknya LPK BBPK

**B. Kriteria Keberhasilan dari proyek Perubahan BPPK**

Kriteria Keberhasilan dari proyek perubahan ini adalah pedoman Penurunan Emisi GRK pada IPK dapat dimanfaatkan sebagai sarana promosi dan penyediaan data produksi dan data pemakaian energi yang valid dan real time sehingga dapat menjembatani antara industri dengan BPPK sebagai lembaga yang menyusun simulasi penurunan emisi GRK pada IPK. Beberapa faktor kunci keberhasilan dari proyek perubahan ini antara lain:

**1. Dukungan Promotor/Pimpinan**

Dukungan promotor/pimpinan sangat diperlukan dalam keberhasilan proyek perubahan ini, dalam hal ini pimpinan bertindak sebagai mentor. Peran mentor adalah bertindak sebagai pelaku perubahan, suri tauladan, penasehat, pemberi

dukungan, perintis dan pelindung. Ketidapahaman akan tugas sebagai mentor menyebabkan tidak optimalnya gagasan ide serta proses merancang proyek perubahan dan implementasi dari rancangan proyek perubahan tersebut. Selain itu, peran pimpinan juga dapat mempengaruhi dalam memutuskan suatu kebijakan dan program yang berkaitan dengan hasil dari proyek perubahan yang akan disusun.

## 2. Bimbingan dan Arahan Coach

Pendidikan dan pelatihan kepemimpinan (Diklatpim) Pola Baru dilaksanakan dalam rangka mengembangkan kompetensi kepemimpinan peserta diklat. Kompetensi kepemimpinan yang diharapkan adalah terbentuknya para peserta Diklatpim menjadi pemimpin perubahan.

Berbagai sumber menyebutkan bahwa Coaching adalah sebuah proses kolaborasi yang berfokus pada solusi, berorientasi pada hasil, dan sistematis, dimana coach memfasilitasi peningkatan atas performa kerja, pengalaman hidup, dan pembelajaran diri.

Dalam suatu Diklat Pim bimbingan dan arahan dari Coach sangat diperlukan karena bermanfaat untuk:

- Peningkatan kinerja. Peningkatan kinerja dapat dirasakan oleh individu dan kelompok. Selanjutnya peningkatan kinerja individu atau kelompok akan berkontribusi pada peningkatan kinerja organisasi.
- Komitmen dan motivasi yang lebih tinggi. Penerapan coaching akan meningkatkan komitmen dan motivasi individu dan kelompok.
- Kesadaran dan refleksi diri yang lebih bagi individu dan kelompok. Tumbuhnya kesadaran dan refleksi diri akan memudahkan dalam pengembangan potensi diri dan kelompok secara berkesinambungan.
- Kemampuan kepemimpinan yang lebih baik. Coaching dan mentoring akan dapat mendorong dan menumbuhkan kemampuan kepemimpinan.
- Proses manajemen perubahan yang lebih baik. Perubahan organisasi umumnya menimbulkan gejolak baik secara individu maupun organisasi. Proses coaching dan mentoring dapat digunakan untuk mengelola perubahan tersebut agar dapat berjalan dengan baik.

- Perbaiki komunikasi dan hubungan. Proses coaching dan mentoring akan memperbaiki komunikasi dan hubungan antar individu maupun dengan kelompok.
- Pengimplementasian ketrampilan yang lebih baik. Implementasi ketrampilan yang lebih baik dipermudah dengan proses coaching dan mentoring yang dijalankan.
- Budaya organisasi yang lebih terbuka dan produktif. Kegiatan coaching dan mentoring melahirkan budaya organisasi yang lebih terbuka dan produktif.

### 3. Sinergi dan Komunikasi Efektif Antar Tim

Dalam menyusun suatu proyek perubahan diperlukan sinergi dan komunikasi yang efektif antar tim. Langkah awal membangun komunikasi yang efektif adalah dengan mengembangkan kepercayaan, karena hal ini tidak terbentuk secara otomatis. Kepercayaan yang terbangun dengan baik membuat komunikasi antar anggota tim menjadi lebih terbuka. Selain itu kejujuran juga memegang peranan yang penting.

Membangun komunikasi yang efektif dalam sebuah tim dapat dipastikan bahwa proyek perubahan memiliki target yang jelas dan mendapat dukungan dari seluruh anggota tim. Pemilihan tim adalah orang-orang yang berkompeten dalam perannya masing-masing. Mulai dari kelompok tim (atasan) hingga ke staf.

### 4. Kolaborasi dengan Stakeholder

Kolaborasi dengan stakeholder sangat menentukan keberhasilan dari proyek perubahan ini. Oleh karena itu perlu dilakukan koordinasi dan komunikasi yang intensif agar target proyek perubahan dapat dicapai

## C. KETERLIBATAN STAKEHOLDER INDUSTRI PULP DAN KERTAS BERUPA PELAKSANAAN SOSIALISASI PENURUNAN EMISI GRK PADA IPK

Dalam rangka sosialisasi secara luas terkait strategi penurunan emisi GRK pada IPK, dilakukan dalam bentuk Bimbingan Teknis kepada tim teknis industri Kertas di perusahaan. Bimtek dilakukan dalam bentuk yaitu Bimtek langsung. Berikut beberapa bimtek yang telah dilakukan:

- 1) **SOSIALISASI DAN DISKUSI DI PT. "P" – SUBANG  
(26 AGUSTUS 2021)**

Bimtek dalam bentuk sosialisasi dan diskusi dilaksanakan kepada Pimpinan PT “P” Subang pada tanggal 26 Agustus 2021 bertempat di Kantor PT “P” Kabupaten Subang. Pimpinan dan staf pimpinan menyambut baik kehadiran tim BBPK.

PT. “P” juga telah menandatangani surat dukungan untuk Program Perubahan penurunan emisi GRK pada industri pulp dan kertas



**Gambar 47.** Dokumentasi Sosialisasi Dan Diskusi DI PT. “P” – Subang

## 2) SOSIALISASI DAN DISKUSI DI PT. GGH CIKAMPEK

(15 SEPTEMBER 2021)

Bimtek dalam bentuk sosialisasi dan diskusi dilaksanakan kepada Pimpinan PT. “GGH” - Cikampek pada tanggal 15 September 2021 bertempat di Kantor PT. “GGH” – Cikampek. Pimpinan dan staf pimpinan perusahaan menyambut baik kehadiran tim BBPK.



**Gambar 48.** Dokumentasi Sosialisasi Dan Diskusi DI PT. “GGH” - Cikampek

### 3) SOSIALISASI DAN DISKUSI DI PT. “PB” KUDUS

(20 SEPTEMBER 2021)

Bimtek dalam bentuk sosialisasi dan diskusi dilaksanakan kepada Pimpinan PT. “PB” Kudus pada tanggal 15 September 2021 bertempat di Kantor PT. “PB” Kudus. Pimpinan dan staf pimpinan perusahaan menyambut baik kehadiran team BBPK. PT. “PB” Kudus juga telah menandatangani surat dukungan untuk Program Perubahan penurunan emisi GRK pada industri pulp dan kertas.



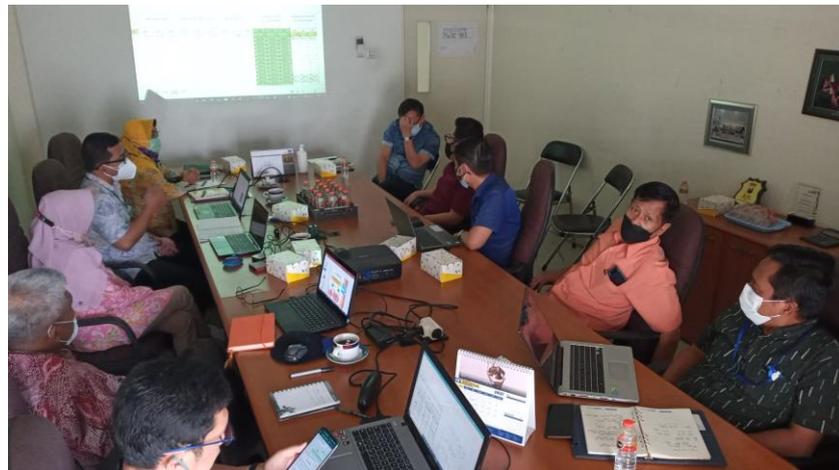


**Gambar 49.** Dokumentasi Sosialisasi Dan Diskusi DI PT. “PB” Kudus

#### **4) SOSIALISASI DAN DISKUSI DI PT. “SMB”**

**(21 SEPTEMBER 2021)**

Bimtek dalam bentuk sosialisasi dan diskusi dilaksanakan kepada Pimpinan PT. “SMB” pada tanggal 21 September 2021 bertempat di Kantor PT PT. “SMB”. Pimpinan dan staf pimpinan menyambut baik kehadiran team BBPK. PT. “SMB” juga telah menandatangani surat dukungan untuk Program Perubahan penurunan emisi GRK pada industri pulp dan kertas



**Gambar 50.** Dokumentasi Sosialisasi Dan Diskusi DI PT. “SMB”

**5) SOSIALISASI DAN DISKUSI DI PT. “S Z Z” – KEDIRI  
(23 SEPTEMBER 2021)**

Bimtek dalam bentuk sosialisasi dan diskusi dilaksanakan kepada Pimpinan PT. “S Z Z” – KEDIRI pada tanggal 23 September 2021 bertempat di Kantor PT. “S Z Z” – KEDIRI. Pimpinan dan staf pimpinan menyambut baik kehadiran tim BBPK.



**Gambar 51.** Dokumentasi Sosialisasi Dan Diskusi DI PT. “S Z Z” – KEDIRI

## 6) SOSIALISASI DAN DISKUSI DI PT. “S I K” - KUDUS

(24 SEPTEMBER 2021)

Bimtek dalam bentuk sosialisasi dan diskusi dilaksanakan kepada Pimpinan PT. “S I K” KUDUS pada tanggal 24 September 2021 bertempat di Kantor PT. “S I K” KUDUS. Pimpinan dan staf pimpinan menyambut baik kehadiran tim BBPK.

PT. “S I K” KUDUS juga telah menandatangani surat dukungan untuk Program Perubahan penurunan emisi GRK pada industri pulp dan kertas





**Gambar 52.** Dokumentasi Sosialisasi Dan Diskusi DI PT. “S I K” KUDUS

**7) Focus Group Discussion (FGD) dengan APKI dan Industri Pulp dan Kertas  
(11 SEPTEMBER 2021)**

FGD dilaksanakan selain sebagai bentuk sosialisasi dari pedoman dan program penurunan emisi GRK, namun juga sekaligus sebagai bentuk keterlibatan dari stakeholder utama dari keberhasilan pelaksanaan penurunan emisi GRK yaitu para Pelaku Industri Pulp dan Kertas dan Asosiasi Perusahaan Pulp dan Kertas Indonesia (APKI). Peserta yang hadir mewakili sekitar 21 perusahaan Pulp dan Kertas yang aktif beroperasi.



**Gambar 53.** Kepala BPPK Memimpin FGD Penurunan Emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas



**Gambar 54.** Kegiatan FGD Penurunan Emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas

### **13. FAKTOR KUNCI KEBERHASILAN**

Faktor yang menjadi kunci untuk mencapai keberhasilan pelaksanaan proyek perubahan adalah sebagai berikut:

- a. Komitmen dari industri pulp dan kertas
- b. Komitmen dari setiap stakeholder
- c. Pedoman mudah diterapkan

**Gambar 55.** Bukti Komitment Berupa Surat Pernyataan Dukungan Terhadap Program Penurunan Emisi GRK pada IPK Dari PT “A”



### **SURAT PERNYATAAN DUKUNGAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Erfan Pratomo Santoso  
Jabatan : Presiden Direktur PT. Papertech Indonesia  
Alamat : Blok Tarikolot RT. 001 RW. 001 Desa Cipeundeuy, Kec. Cipeundeuy,  
Kabupaten Subang, Jawa Barat 41272

Dengan ini menyatakan dukungan atas program penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Industri Pulp dan Kertas yang diprakarsai oleh Balai Besar Pulp Dan Kertas Kementerian Perindustrian.

Kami PT. Papertech Indonesia mendukung program penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebagai bagian dari kegiatan penyusunan Grand Strategy Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Industri Pulp dan Kertas.

Kegiatan tersebut sebagai salah satu alternatif meningkatkan penurunan gas CO<sub>2</sub> pada Industri Pulp dan Kertas secara khusus dan dampak perubahan iklim global.

Demikian surat dukungan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Subang, 2 September 2021

PT. Papertech Indonesia



Erfan Pratomo Santoso  
Presiden Direktur

**Gambar 56.** Bukti Komitmen Berupa Surat Pernyataan Dukungan Terhadap Program Penurunan Emisi GRK pada IPK Dari PT “B”



**PT. Pura Barutama**

**SURAT PERNYATAAN DUKUNGAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arie Hartono Putro  
Jabatan : Manajer Energi PT. Pura Barutama  
Alamat : Jl. R. Agil Kusumadya No. 203 - Kudus

Dengan ini menyatakan dukungan atas program penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Industri Pulp dan Kertas yang diprakarsai oleh Balai Besar Pulp dan Kertas Kementerian Perindustrian.

Kami PT. Pura Barutama mendukung program penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebagai bagian dari kegiatan penyusunan *Grand Strategy* Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Industri Pulp dan Kertas.

Kegiatan tersebut sebagai salah satu alternatif meningkatkan penurunan gas CO<sub>2</sub> pada Industri Pulp dan Kertas secara khusus dan dampak perubahan iklim global.

Demikian surat dukungan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kudus, 20 September 2021

Manajer Energi,

*PT. Pura Barutama*  
Jl. A.K.B.P. AGIL KUSUMADYA 203  
TELP. (0291) 4443 1 - 5  
K U Arie Hartono Putro

**Gambar 57. Bukti Komitmen Berupa Surat Pernyataan Dukungan Terhadap Program Penurunan Emisi GRK pada IPK Dari PT “C”**



**SURAT PERNYATAAN DUKUNGAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ronny Terto B  
Jabatan : General Manager PT. Sinar Indah Kertas  
Alamat : Jalan Raya Kudus – Pati Km 14,3 Desa. Gondoharum,  
Kecamatan Jekulo, Kudus, Jawa Tengah

Dengan ini menyatakan dukungan atas program penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Industri Pulp dan Kertas yang diprakarsai oleh Balai Besar Pulp Dan Kertas Kementerian Perindustrian.

Kami PT. Sinar Indah Kertas mendukung program penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebagai bagian dari kegiatan penyusunan Grand Strategy Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Industri Pulp dan Kertas.

Kegiatan tersebut sebagai salah satu alternatif meningkatkan penurunan gas CO<sub>2</sub> pada Industri Pulp dan Kertas secara khusus dan dampak perubahan iklim global.

Demikian surat dukungan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kudus, 24 September 2021

General Manager,



**Gambar 58. Bukti Komitmen Berupa Surat Pernyataan Dukungan Terhadap Program Penurunan Emisi GRK pada IPK Dari PT “A”**



### SURAT PERNYATAAN DUKUNGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Johanes Aliem  
Jabatan : Mill Head PT. Surabaya Mekabox  
Alamat : Jl. Raya Bambe No.KM. 18, Bangkingan, Kec. Driyorejo,  
Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61177

Dengan ini menyatakan dukungan atas program penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Industri Pulp dan Kertas yang diprakarsai oleh Balai Besar Pulp Dan Kertas Kementerian Perindustrian.

Kami PT. Surabaya Mekabox mendukung program penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebagai bagian dari kegiatan penyusunan Grand Strategy Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Industri Pulp dan Kertas.

Kegiatan tersebut sebagai salah satu alternatif meningkatkan penurunan gas CO<sub>2</sub> pada Industri Pulp dan Kertas secara khusus dan dampak perubahan iklim global.

Demikian surat dukungan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 21 September 2021



Johanes Aliem

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Manfaat penyusunan *Grand Strategy* adalah: (1) Memberikan gambaran dan pandangan masa depan yang ingin diwujudkan; (2) Memudahkan seluruh industri pulp dan kertas untuk melaksanakan *self assessment* dalam mengendalikan emisi Gas Rumah Kaca; (3) Memberikan target yang jelas dan terukur mengenai capaian untuk 10 tahun ke depan dengan tahapan setiap dua tahunan.
2. *Grand Strategy* Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca pada industri pulp dan kertas yang meliputi: (1) Menyusun *business model* BBPK; (2) Menghitung inventori emisi Gas Rumah Kaca industri pulp dan kertas pada Skenario BaU (*Business as Usual*); (3) Menyusun *Baseline* Emisi Gas Rumah Kaca pada industri pulp dan kertas; (4) Menyusun Pedoman Strategi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca pada Sektor industri pulp dan kertas dengan membuat model penurunan emisi Gas Rumah Kaca dan yang mencakup konsep Industri 4.0.
3. Inventori emisi Gas Rumah Kaca dari Industri Pulp dan Kertas menghasilkan *baseline* dengan target rencana penurunan sebesar 4,04 juta ton CO<sub>2e</sub>.
4. Penurunan emisi Gas Rumah Kaca tersebut diharapkan dapat dicapai melalui penerapan strategi penurunan emisi di Industri Pulp dan Kertas dengan kategori investasi rendah, sedang dan tinggi sesuai dengan kondisi Industri Pulp dan Kertas.
5. Komitmen industri pulp dan kertas dalam upaya penurunan emisi Gas Rumah Kaca merupakan dukungan nyata dalam keberhasilan penurunan emisi Gas Rumah Kaca dari sektor industri pulp dan kertas.

### B. Saran

1. Perlu aktivitas lebih intens dalam sosialisasi penerapan strategi penurunan Gas Rumah Kaca, ke seluruh operator industri Industri Pulp dan Kertas di Indonesia, karena pencapaian target penurunan emisi Gas Rumah Kaca pada Industri Pulp dan Kertas adalah usaha kolektif dari semua stakeholder Industri Pulp dan Kertas.
2. Perlu di bentuknya *data center* di Balai Besar Pulp dan Kertas terkait “*Data Collecting*” dan perhitungan emisi Gas Rumah Kaca industri Industri Pulp dan Kertas dengan memanfaatkan konsep Industri 4.0.
3. Perlunya kesepahaman terhadap batasan emisi Gas Rumah Kaca bagi masing masing industri yang nantinya akan terkena pajak karbon sehingga tidak akan terlalu membebani perusahaan dan juga membuat perusahaan terus berupaya untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca pada aktivitas industrinya.

4. Pedoman penurunan emisi Gas Rumah Kaca pada Industri Pulp dan Kertas agar dapat dijadikan peraturan Menteri Perindustrian dalam rangka mendukung penurunan emisi Gas Rumah Kaca pada sektor Industri Pulp dan Kertas Indonesia.

## PELAJARAN YANG DAPAT DIAMBIL

Komitmen dan kerjasama pemimpin dalam mengelola sebuah tim merupakan salah satu pengalaman yang diperoleh dalam pelaksanaan proyek perubahan. Tim adaptif yang disusun dari berbagai multidisiplin dengan berbagai kemampuan digerakkan oleh *project leader* untuk mencapai tujuan sama. Pengelolaan tim memerlukan keterampilan khusus dengan fokus pada target namun tetap memberikan keleluasaan dalam bekerja, menentukan strategi terbaik dalam pencapaian tujuan dan berorientasi pada output. Pada proyek perubahan ini, tim efektif saling bekerjasama dalam menyusun buku pedoman penurunan Gas Rumah Kaca ini.

Kerjasama dan koordinasi dengan *stakeholder* menjadi pelajaran lain yang dapat diambil dimana diperlukan sinergi antar *stakeholder*. *Stakeholder* internal yang merupakan komponen lembaga dan *stakeholder* eksternal yang merupakan institusi terkait seperti industri, asosiasi, masyarakat, komunitas dan lembaga lainnya diupayakan ikut mendukung dalam pencapaian tujuan. Pengelolaan *stakeholder* tersebut dapat dilakukan melalui cara *take and gift*, dimana antar *stakeholder* dapat saling membantu dan memberikan manfaat. Pengumpulan data inventori emisi Gas Rumah Kaca di Industri Pulp dan Kertas memerlukan pendekatan khusus agar dapat saling bekerjasama dan berkoordinasi untuk saling memberikan manfaat.

*Entrepreneur leadership* merupakan pelajaran selanjutnya dimana pemimpin tidak hanya dapat mengelola dan menjalankan timnya dengan baik tetapi juga dituntut untuk dapat menciptakan nilai lebih pada orang; orang di sekitarnya baik di dalam maupun di luar organisasinya, yang akan berujung pada berkembangnya organisasi serta kemampuan organisasi untuk berjalan mengikuti perubahan yang terjadi di pasar.

Organisasi saat ini dituntut harus *agile* atau adaptif dimana dapat memanfaatkan peluang yang ada atau dapat merubah sebuah hambatan menjadi peluang untuk kemajuan organisasi. Penerapan atau pengelolaan organisasi tersebut dilakukan melalui pendekatan konsep pemasaran publik yang holistik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengkajian Iklim dan Mutu Industri (BPKIMI), 2011. “Implementasi Konservasi Energi dan Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub> di Sektor Industri (Fase 1)”, Pusat Pengkajian Industri Hijau dan Lingkungan Hidup — Kemenperin 2011
- Bajpai, Pratima. (2016): Pulp and Paper Industry, Energy Conservation. Book Aid International, Netherlands.
- Best Available Techniques (BAT) , 2015. “Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board” - JRC Science and Policy.
- Biermann, J Christopher. 1996. *2<sup>nd</sup> Edition Handbook of Pulping and Papermaking*. California: ACADEMIC PRESS.
- Casey, J. P. (1980) : *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Vol. 3, 3rd Ed. John Wiley & Sons, New York.
- Cepi (2013). “*Key statistics. European pulp and paper industry,*” Confederation of European paper industries, Brussels.
- Chung, Chris, 2004, Simulation modeling handbook : a practical approach, CRC Press LLC
- Holik, Herbert (Editor) (2006). *Handbook Paper and Board*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Hubbe, M.A., Rojas, O.J., and Venditi, R.A. (2006). “Control of tacky deposits on paper machines” *Nordic Pulp Paper Res*
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Kemen LHK), 2019. “Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (MPV)”
- Kemenperin Press, 2010. “Kemenperin Luncurkan Program Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub> di Sektor Industri”, di akses melalui <https://kemenperin.go.id/artikel/50/Kemenperin-Luncurkan-Program-Pengurangan-Emisi-CO2--di-Sektor-Industri> pada tanggal 17 Agustus 2021
- Kocurek, M. J. (1992) : *Pulp and Paper Manufacturer*. Vol.9, 3rd ed. Technology Park. Atlanta,.
- Kotler Philip, Kevin Lane Keller, Marketing management 14<sup>th</sup> edition, Prentice Hall
- Krotscheck. and Andreas, W. (2006) : Pulp Screening, cleaning and Fractionation, Bab 6 dalam *Handbook of Pulp, Sixth, Herbert, Volume I*, WILEY-VCH verlag GmbH & Co, KgaA, Weinheim.
- Kusnaldi, Eris (2011). Fishbone Diagram. Jakarta: Salemba Empat

- Michael A. Hitt, R. Duane Ireland, Robert E. Hoskisson, 2009, *Strategic Management: Competitiveness and Globalization (Concepts and Cases)* 8th Edition, South-Western, a part of Cengage Learning
- Porter, M.E. 2000. *Strategi Bersaing Teknik Menganalisis Industri dan Pesaing*, Terjemahan Agus Maulana Liberty Yogyakarta
- Smook, G. A. (1990) : *Handbook of Pulp and Paper Terminology*, Angus Wilde Publications, Vancouver, Canada.
- Wang, J., Wei, P., Liu, P., and Sun W. (2012) : *Identifying appropriate conditions for producing spindle-like causticising precipitated calcium carbonate for paper filler application*, *BioResources*, 7 (4), 5894-5903.
- Paulapuro, H (2000). *Papermaking Science and Technology, Book 8, Papermaking part 1, Stock Preparation and Wet end, Chapter 5, Stock and water system of paper machine.*
- Torraspapel, S. A. (2008) : About Paper, *Paper Manufacturing*, LECTA Group  
<https://www.andritz.com/newsroom-en/success-stories/efficiency>

## APPENDIX 1 MODEL BISNIS BALAI BESAR PULP DAN KERTAS DAN INDUSTRI PULP DAN KERTAS

Dalam penyusunan Model Bisnis Canvas Balai Besar Pulp dan Kertas Kementerian Perindustrian Business Model Industri Pulp dan Kertas Indonesia menggunakan sebuah model penyusunan model bisnis canvas dengan tujuan agar dapat dimengerti dan dipahami dengan mudah. Model ini digunakan untuk menjelaskan, memvisualisasikan, menilai, dan mengubah suatu model bisnis, agar mampu menghasilkan kinerja yang lebih optimal.

Business Model Canvas dapat menjelaskan hubungan sembilan elemen model bisnis yang digambarkan secara visual, sehingga inovasi yang dibuat pada model bisnis perusahaan akan lebih mudah dipahami dan dimengerti. Walaupun ada beberapa versi, kira-kira secara garis besar sebagai berikut:

1. **Offering:** Dalam blok area Value Proposition mencakup produk atau layanan apa yang ditawarkan untuk calon customer
2. **Customer:** 1) Customer Segments; 2) Channels; 3) Customer Relationship.
3. **Infrastructure:** 1) Key activities; 2) Key Resources; 3) Key Partnership
4. **Finance:** 1) Revenue Stream; 2) Cost Structure

### A.1 Business Model Balai Besar Pulp dan Kertas

#### A. *Value Proposition*

Produk atau layanan apa yang ditawarkan untuk calon customer:

**MEMBERIKAN PELAYANAN JASA TEKNIS YANG PROFESIONAL DI BIDANG  
PULP, KERTAS, DERIVAT SELULOSA, DAN LINGKUNGAN**

**Melalui:**

1. Pelaksanaan Optimalisasi Pemanfaatan Teknologi Industri
2. Penyusunan Standardisasi
3. Pelaksanaan Pengujian

4. Pelaksanaan Sertifikasi
5. Pelaksanaan Kalibrasi
6. Pelaksanaan Pelatihan
7. Pelaksanaan Konsultasi

### ***B. Customer Segments***

Yang menjadi segment konsumen dari Balai Besar Pulp dan Kertas Kementerian Perindustrian adalah:

- Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri, Kemenperin
- 11 Balai Riset dan Standarisasi yang tersebar di seluruh Indonesia
- Balai sertifikasi Industri, Kemenperin
- Pemerintah Provinsi Khususnya pada bidang Industri di seluruh Indonesia
- Pemerintah Daerah (Kota/Kab) Khususnya pada bidang Industri di seluruh Indonesia
- Produsen Teknologi dan Peralatan IPK
- Perusahaan Pengguna Teknologi (BUMN dan Swasta)
- Masyarakat (Individu dan Kelompok Masyarakat)
- Perguruan Tinggi

### ***C. Customer Relationships***

Di dalam lingkup ini yang dinilai adalah bagaimana menjalin hubungan dengan pelanggan. sangat penting untuk menjalin hubungan yang baik. Selain itu, diperlukan juga pengawasan yang ketat dan intensif.

- Pelaksanaan konsultasi/ penyuluhan,
- Pelaksanaan alih teknologi
- Pelaksanaan rancang bangun dan perekayasa industri,
- Pelaksanaan inkubasi
- Pelaksanaan penanggulangan pencemaran industri
- Pelaksanakan pengujian dan sertifikasi bahan baku
- Pelaksanaan perencanaan, pengelolaan, dan koordinasi sarana dan prasarana kegiatan penelitian dan pengembangan
- Penyusunan dan penerapan standardisasi industri pulp dan kertas

#### ***D. Channels***

Channels merupakan sarana untuk menyampaikan nilai atau manfaat dari produk kepada customer segment.

- Website Kemenperin ([www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id))
- Website BBPK ([www.bbpk.go.id](http://www.bbpk.go.id))
- E-news letter (bulletin yang otomatis dikirimkan ke alamat e-mail pelanggan)
- Sistem Informasi Penilaian Kesesuaian Teknologi (PKT)
- Sistem Pengelolaan Peralatan (Sistem Pengelolaan Barang Persediaan)
- Pedoman SNI bidang IPK
- Paten
- Teknologi Aplikasi
- Sertifikasi
- Konsultasi Teknis
- Publikasi (Jurnal Selulosa)
- SOP
- SIL (Sistem Informasi Laboratorium Pengujian)
- Media Sosial (Instagram, Facebook, Twitter, Tik Tok, YouTube)

#### ***E. Key Activities***

Key activities mencakup segala aktivitas yang harus dilakukan Balai Besar Pulp dan Kertas Kementerian Perindustrian untuk menghasilkan produk atau layanan yang baik dan memuaskan. Yang termasuk dalam lingkup ini adalah pemanfaatan teknologi, pengujian, sertifikasi, kalibrasi alih teknologi, rancang bangun dan perekayasaan industri, inkubasi, dan penanggulangan pencemaran industri serta komersialisasi teknologi. Untuk lebih detailnya terkait *Key activities* bisa dijelaskan sebagai berikut:

- Optimalisasi Pemanfaatan teknologi Industri pulp, kertas dan derivat selulosa
- Perencanaan dan pelaksanaan pengujian bahan baku, bahan pembantu, serta produk dan limbah industri pulp, kertas dan derivat selulosa, melakukan evaluasi hasil pengujian, menerbitkan laporan hasil uji, dan menyusun serta melaporkan kegiatan pengujian produk industri pulp, kertas dan derivat selulosa
- Perencanaan, pengkajian, pengembangan, perancangan, penerapan, dan revisi standar di bidang industri pulp, kertas dan derivat selulosa

- Perencanaan dan pelaksanaan sertifikasi mutu produk, pengambilan contoh, memberikan jasa pelayanan sertifikasi, evaluasi hasil sertifikasi serta penyusunan dan penerbitan laporan hasil sertifikasi dan memelihara sistem sertifikasi
- Perencanaan dan pelaksanaan kalibrasi internal dan eksternal untuk mesin dan peralatan, mengevaluasi hasil kalibrasi, menerbitkan sertifikat kalibrasi, melaksanakan sertifikasi ulang, dan menyusun serta melaporkan kegiatan kalibrasi
- Perencanaan dan pelaksanaan alih teknologi, rancang bangun dan perekayasaan industri, inkubasi, dan penanggulangan pencemaran industri
- Perencanaan dan pelaksanaan program pelatihan teknis tenaga industri pulp, kertas dan derivat selulosa
- Perencanaan dan pelaksanaan konsultasi kepada masyarakat industri pulp, kertas dan derivat selulosa

#### ***F. Key Resources***

Area *Key Resources* adalah berbagai sumber daya yang dimiliki organisasi Balai Besar Pulp dan Kertas Kementerian Perindustrian untuk mewujudkan proposisi nilai seperti SDM, brand, peralatan, dan teknologi yang menjadi *key Resources* BPPK sebagai berikut:

- a. Program Quality Assurance melalui sertifikasi Sistem Manajemen Mutu ISO 9001 pertama kali pada 11 September 2006
- b. Anggaran Biaya Untuk meningkatkan mutu pelayanan
- c. Fungsional Pembina Industri
- d. Fungsional Penguji Mutu Barang
- e. Terakreditasi Komite Nasional Akreditasi Pranata Penelitian dan Pengembangan (tahun 2009)
- f. Mendapat anugerah IPTEK Pranata Litbang Prayogasala Hakteknas XVI tahun 2011 dan Harteknas XVIII tahun 2013
- g. Pembinaan sebagai Pusat Unggulan Iptek (berdasarkan SK Menteri Ristekdikti No.381/M/KPT/2018 pada tanggal 13 Desember 2018)
- h. Ditetapkan sebagai Pusat Unggulan Iptek pada tahun 2019
- i. Laboratorium Uji (terakreditasi ISO 17025:2017 oleh KAN)
- j. Laboratorium Kalibrasi (terakreditasi ISO 17025:2017 oleh KAN)
- k. Produk layanan sertifikasi:
- l. Sertifikasi produk SPPT SNI ISO 17065: 2012
- m. Sertifikasi Ekolabel. SNI ISO 17065: 2012

- n. Sertifikasi/Verifikasi Ekolabel swadeklarasi LVE: SNI ISO 14021: 2017
- o. Sertifikasi Industri Hijau LSIH: Permenperin 41 Tahun 2017.
- p. Pusat Inovasi Daur Ulang Kemasan Kertas
- q. Sarana Inkubator Bisnis dan Fasilitas Waste to Energy
- r. Sumber Daya Manusia yang berkualifikasi unggul dan memiliki strata Pendidikan S1 s/d S3 dengan bidang keilmuan yang menunjang aktivitas Utama BBPK. Berikut Beberapa Prestasi yang di peroleh SDM BBPK selama 10 tahun terakhir: Kinerja terbaik di Kementerian Perindustrian periode Januari-Juni 2011, periode Januari-Juni 2013, periode Agustus-Desember 2013, Unit Kerja Daerah Terbaik I dalam Penilaian Keterbukaan Informasi Publik tahun 2015, Penghargaan Unit Pelaksana Terbaik II pada Penilaian Keterbukaan Informasi Publik tahun 2016, Juara III Kepatuhan Pelaporan Barang Milik Negara dari Dirjen Kekayaan Negara, Juara I Konvensi Penerapan 5K 2011, Juara 2 Litbang Unggulan Tingkat Kemenperin 2019, Juara 2 dan Juara 3 Litbang Unggulan Tingkat Kemenperin 2015, Juara 1 Litbang Unggulan Tingkat Kemenperin 2014, Juara 3 Litbang Unggulan Tingkat Kemenperin 2012, Juara 2 Litbang Unggulan Tingkat Kemenperin 2010.

### **G. Key Partners**

*Key Partnership* berisi pihak-pihak yang menjadi penentu terhadap jalannya suatu bisnis. *Key Partnership* mempengaruhi suksesnya suatu bisnis. Bisnis yang baik tidak hanya mampu menjalin hubungan dengan para pelanggan saja, tapi juga dengan pihak yang bersangkutan lainnya

*Key partners* dari Balai Besar Pulp dan Kertas adalah sebagai berikut:

- Direktorat Sektor/Teknis di lingkungan Kemenperin (Direktorat Jenderal Industri Agro, Badan Standarisasi dan Kebijakan Jasa Industri, Direktorat Jenderal Industri Kecil dan Menengah, Direktorat Jenderal Industri Kimia Farmasi dan Tekstil, )
- Produsen Teknologi Proses dan Peralatan (TMI, L&W, CRS, Voith, IGT, dll)
- Industri / Perusahaan Pengguna Teknologi IPK (Harima Chemical, Chungbuk National University Korea, Clockner-Econotech, JICA Jepang, Asian-China, TSP-Uni Eropa, Novozymes, PT. Keichem, PT. Bukit Muria Jaya, PT. Buckman, PT. Energy Management Indonesia, PT. Fajar Surya Swadaya, PT. Ecolab International Indonesia, dll)

- Masyarakat Peneliti (Individu dan Kelompok Masyarakat)
- Perguruan Tinggi, Forest Research Institute Malaysia, Sumitomo Forestry Co.-Jepang, Kookmin University, Institut Teknologi Bandung, Institut Pertanian Bogor, Politeknik AKA Bogor, Universitas Padjadjaran, Institut Teknologi Nasional, Universitas Winaya Mukti, Universitas Parahyangan, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya).
- Lembaga Standarisasi dan Inspeksi (Badan Standardisasi Nasional)
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan)
- Kementerian Kesehatan (Balai Besar Litbang Vektor dan Reservoir Penyakit)
- Kementerian Pertanian (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao)
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan)
- Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia
- LIPI (Pusat Penelitian Biomaterial, Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam)
- BPPT

#### ***H. Revenue Streams***

Sumber *revenue stream* dari Balai Besar Pulp dan Kertas adalah sebagai berikut:

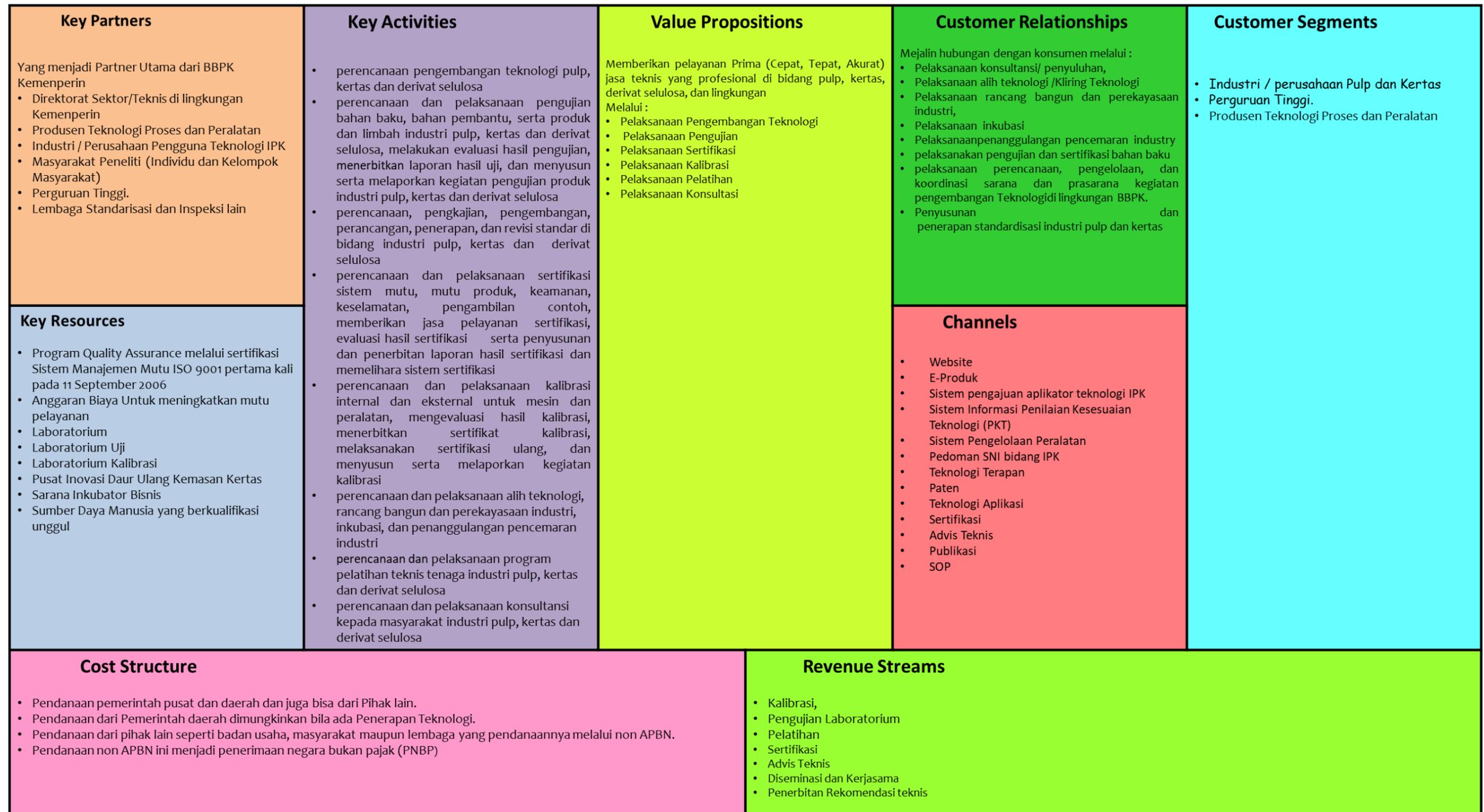
- a. Kerjasama Pemanfaatan Teknologi dan Proses
- b. Kerjasama Standarisasi
- c. Pengujian
- d. Inspeksi teknis
- e. Kalibrasi
- f. Sertifikasi
- g. Pelatihan
- h. Konsultasi Teknis
- i. Pendanaan pemerintah pusat (APBN dan hibah)
- j. Pendanaan dari pihak lain seperti badan usaha, masyarakat maupun lembaga, dan pemerintah daerah dan
- k. Pendanaan ini menjadi penerimaan negara bukan pajak (PNBP)

## *I. Cost Structure*

Meliputi biaya-biaya apa saja yang harus dikeluarkan untuk membentuk, memproduksi dan memasarkan produk atau layanan bisnis. Dengan pengelolaan biaya yang benar, bisnis yang kita jalankan akan menjadi lebih efisien, hemat dan meminimalkan risiko kerugian.

Struktur biaya yang diperlukan untuk kegiatan Balai Besar Pulp dan Kertas dapat terdiri dari:

1. Operasional:
  - Gaji
  - Pemeliharaan
  - Belanja Modal
  - Belanja Barang dan Persediaan
2. Non Operasional



Gambar Apendix 1.1. Business Model Canvas Balai Besar Pulp dan Kertas - Kemenperin

## B.1 Business Model Industri Pulp dan Kertas

### A. Value Proposition

Produk atau layanan apa yang ditawarkan untuk customer Industri Pulp dan Kertas:

**MENGHASILKAN PRODUK PULP DAN KERTAS YANG MEMENUHI  
STANDAR NASIONAL DAN INTERNASIONAL YANG DIHASILKAN  
DARI PROSES PRODUKSI YANG RAMAH LINGKUNGAN**

#### Melalui Produk:

1. Pulp: LBKP, CMP, BCTMP
2. Kertas industri: kertas liner, kertas medium, kertas dasar untuk kertas berlaminasi plastik, kertas kantong semen, kertas hard board dll
3. Kertas tisu: tisu muka, tisu toilet, tisu towel, tisu serbet
4. Kertas budaya: kertas cetak, kertas tulis, kertas koran, kertas multiguna dll
5. Kertas sigaret

#### Melalui Penerapan:

1. Green Production
2. Penerapan Industri 4.0
3. Green Supply Chain
4. ISO 14024 tentang Panduan Ekolabel Tipe 1 dan Ekolabel Tipe 2 Swadeklarasi

### B. Customer Segments

Segment konsumen dari Industri Pulp dan Kertas Indonesia adalah:

- Industri/perusahaan kertas dalam dan luar negeri
- Industri coverter dalam dan luar negeri
- Produsen Teknologi dan Peralatan
- Perguruan Tinggi.
- Pemerintah
- Masyarakat

### **C. *Customer Relationships***

Di dalam lingkup ini yang dinilai adalah bagaimana menjalin hubungan dengan pelanggan. sangat penting untuk menjalin hubungan yang baik. Selain itu, diperlukan juga pengawasan yang ketat dan intensif.

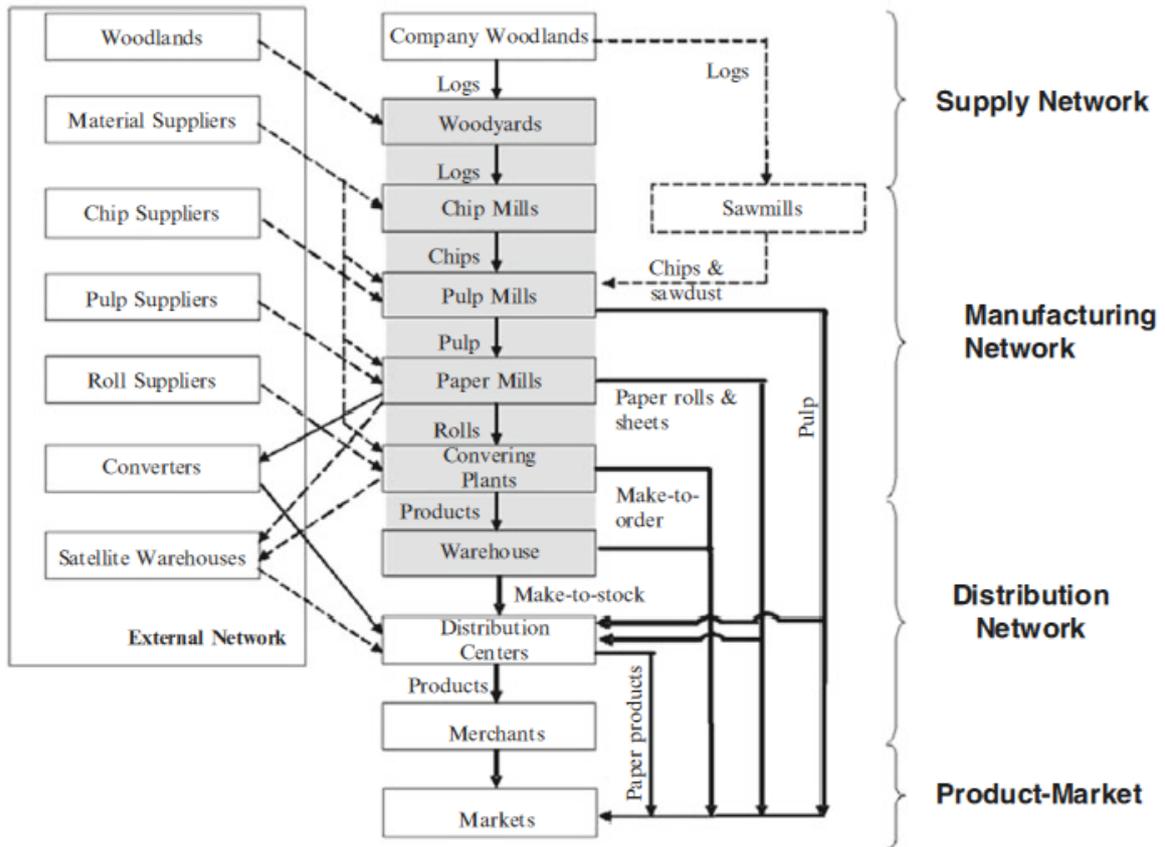
- Produk yang berkualitas dan berstandar Nasional dan Internasional
- Range produk yang lebar dari produk hulu sampai hilir Industri Pulp dan Kertas

### **D. *Channels***

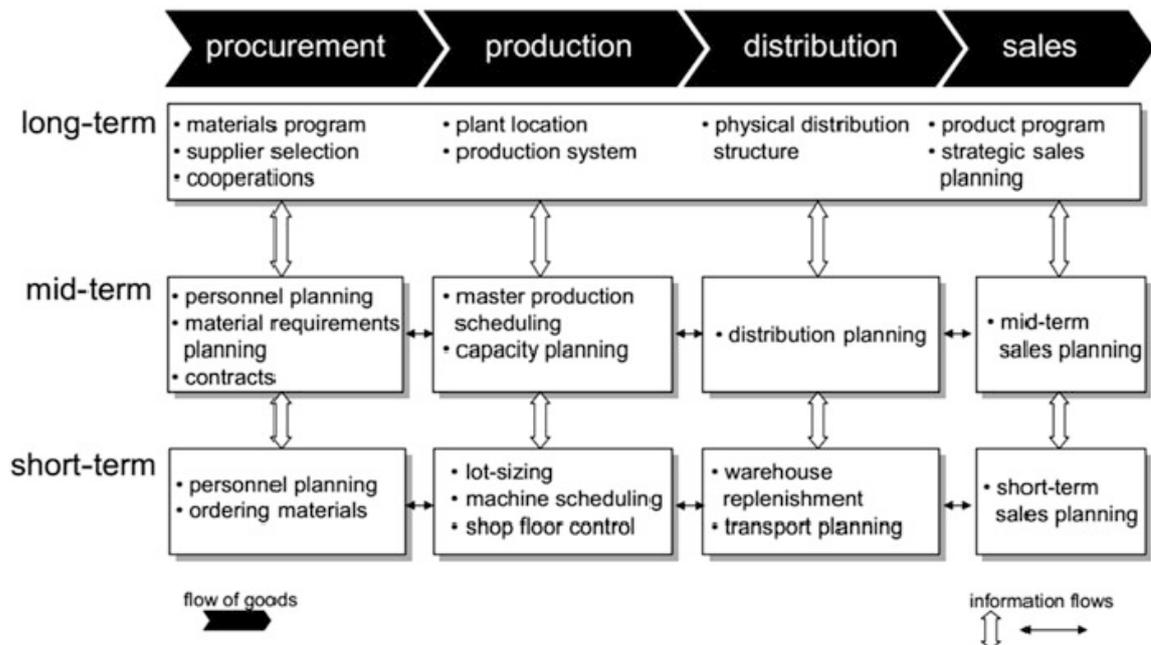
Channels merupakan sarana untuk menyampaikan nilai atau manfaat dari produk kepada *customer segment*.

- Website
- Jaringan Distribusi (Pabrik – Distributor/Pedagang Besar/Eksportir/Importir – Retailer – Konsumen)

Secara umum, dalam jaringan pasokan kertas, sebagian besar perusahaan (produsen) kertas di Indonesia mendapatkan pulp dari perusahaan penghasil (pemasok) pulp. Sebagian lainnya mampu memproduksi pulp sendiri. Yang terakhir ini diistilahkan dengan *integrated pulp and paper mill* atau pabrik pulp dan kertas terintegrasi. Produk kertas selanjutnya didistribusikan di dalam negeri melalui distributor, pedagang besar, ritel, sebelum akhirnya sampai di tangan konsumen akhir. Untuk produk yang dipasarkan ke luar negeri, jalur distribusi kertas biasanya melalui eksportir lokal yang akan berhubungan langsung dengan importir dari negara lain



**Gambar Appendix 1.2.** Supply Chain Industri Pulp dan kertas  
 Sumber: The pulp and paper supply chain (From Martel et al. 2005)

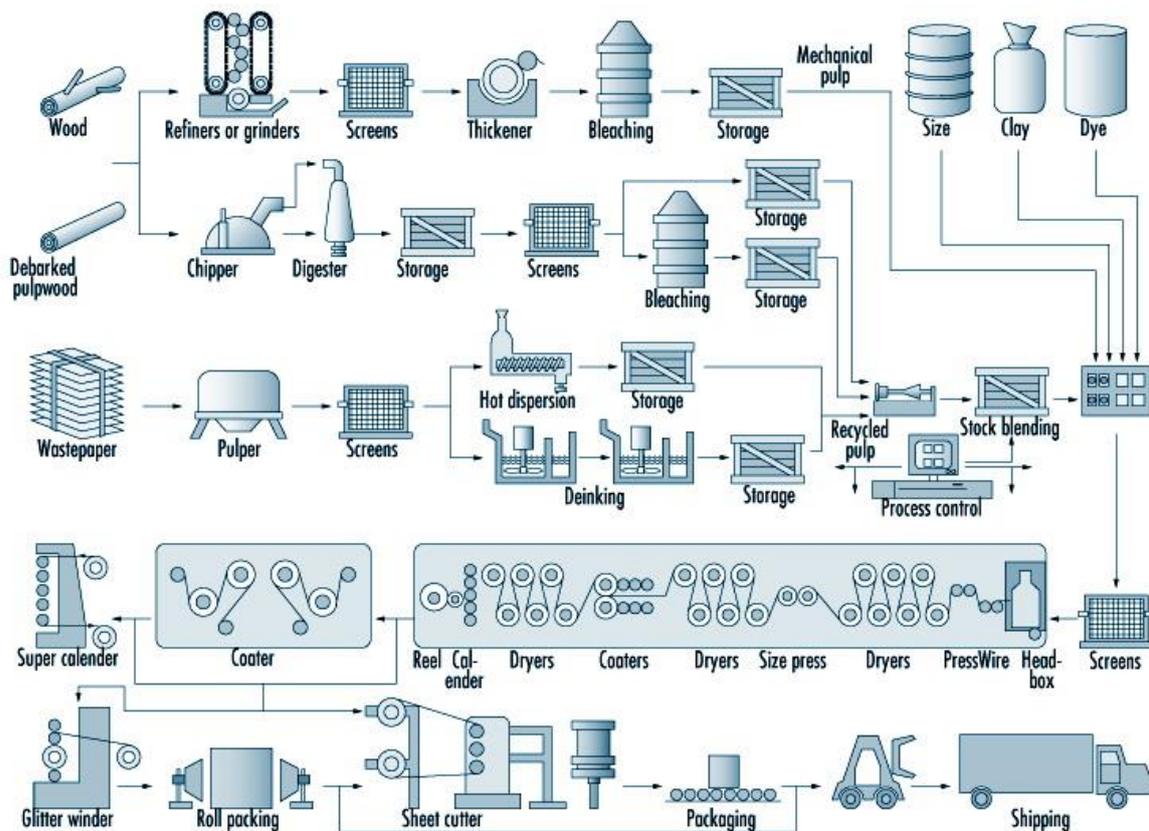


**Gambar Appendix 1.3.** Matrik Supply Chain Industri Pulp dan kertas  
 Sumber: Consistency Management Of Simulation Information In Digital Factory (Martel et al. 2005)

### ***E. Key Activities***

*Key activities* mencakup segala aktivitas yang harus dilakukan Industri Pulp dan Kertas Indonesia untuk menghasilkan produk atau layanan yang baik dan memuaskan. Yang termasuk dalam lingkup ini adalah Perencanaan, pengujian, sertifikasi, kalibrasi alih teknologi, rancang bangun dan perencanaan industri, inkubasi, dan penanggulangan pencemaran industri serta Komersialisasi Teknologi. Untuk lebih detailnya terkait *Key activities* bisa di jelaskan sebagai berikut:

- Aktivitas pengadaan bahan baku pabrik, produksi pulp dan kertas, operation and quality control product, penjaminan produk yang dihasilkan, peningkatan produktivitas produksi, pengembangan teknologi dan inovasi proses dan produk.
- Aktivitas Produksi produk Pulp dan Kertas
- Aktivitas pemenuhan kebutuhan energi untuk mendukung aktivitas produksi, pengembangan energi yang terbarukan.
- Aktivitas pemantauan dan pengelolaan limbah proses produksi.
- Aktivitas pemasaran and *customer services*, jaringan rantai pasok.
- Aktivitas pemenuhan kualitas dan kuantitas SDM production dan Non production.
- Aktivitas Penelitian dan Pengembangan Produk ke arah Green Production dan Industri 4.0



**Gambar Appendix 1.4.** Ilustrasi Aktivitas Utama Industri Pulp dan Kertas  
 Sumber: Papermaking: The Art and Craft of Handmade Paper Hardcover Weidenmuller,1984

#### F. Key Resources

Yang termasuk dalam area *Key Resources* adalah berbagai sumber daya yang dimiliki Industri Pulp dan Kertas Indonesia untuk mewujudkan proposisi nilai seperti manusia, brand, peralatan, dan teknologi yang menjadi *Key Resources* dari Industri Pulp dan Kertas Indonesia adalah sebagai berikut:

- a. Serapan Investasi tahun 2020 mencapai 8.22 T
- b. Nilai Eksport Tahun 2020 101 T
- c. Indonesia berada di peringkat ke-9 untuk produsen pulp terbesar di dunia
- d. Serapan Tenaga Kerja 641.438 TK
- e. Konsensi Hutan Monoculture seluas 11.34 juta Ha
- f. Kayu bulat untuk bahan baku pulp sebesar 34.4 juta M3 per tahun
- g. Pertumbuhan Industri Kertas sebesar 2% pertahun.
- h. Perusahaan pulp & kertas di Indonesia terdapat 87

- i. Wilayah Perluasan Perkebunan Kayu untuk keperluan Industri Pulp dan Kertas adalah:
  - Provinsi Aceh 0.22 Juta Ha (IUPHHK-HT) Tahun Perijinan 2019
  - Provinsi Kalimantan Utara (IUPHHK-HT) Tahun Perijinan 2017
  - Provinsi Papua dan Papua Barat (IUPHHK-HT) Tahun Perijinan 2018
- j. Teknologi Proses yang dipergunakan sudah mengarah pada teknologi ramah lingkungan
- k. Sertifikasi produk pulp kertas sesuai dengan lingkup SNI sudah tersedia
- l. Sudah adanya Komitmen Inisiatif Industri pada Industri Pulp dan Kertas tentang pengurangan Emisi dan penghentian penggunaan kayu alami serta menghentikan ekspansi perkebunan ke lahan gambut, dimana di Inisiasi oleh APRIL dan APP
- m. Penggunaan alternative bahan baku pada industri Pulp & Kertas
- n. Prinsip Pengelolaan Berkelanjutan pada Industri Pulp dan Kertas telah dilakukan dalam bentuk aktivitas:
  - Konservasi dan Perlindungan Hutan
  - Pengurangan Jejak Karbon
  - Pencegahan Karhutla
  - Pengelolaan ekosistem Gambut
- o. Sumber pencemar sebagai penghasil emisi terjadi pada Power Boiler dan Chemical Recovery Boiler, Stock Preparation dan Papermachine
- p. IPK menggunakan sumber energi dari PLTU yang rentan menghasikan emisi gas dan limbah padat yang cukup besar.



**Gambar Apendix 1.5.** Persebaran Perkebunan dan Pabrik Kertas 2020  
Sumber: Hasil Pengolahan

### G. Key Partners

*Key Partnership* berisi pihak-pihak yang menjadi penentu terhadap jalannya suatu bisnis. *Key Partnership* mempengaruhi suksesnya suatu bisnis. Bisnis yang baik mampu berhubungan dengan pihak lain yang bersangkutan dan tidak hanya dengan para pelanggannya saja.

*Key partners* dari Industri Pulp dan Kertas Indonesia adalah sebagai berikut:

- Direktorat/Badan/Balai Terkait di Kemenperin
- Lembaga Sertifikasi Nasional dan Internasional
- Perusahaan Penyedia Teknologi dan peralatan Proses.
- Industri/Perusahaan Penyedia Bahan baku
- Industri penyedia Bahan baku untuk kebutuhan Energi (Batubara dan Gas).
- Kementerian Keuangan terkait fiskal dan tax Allowance.
- Perusahaan Penyedia sistem Logistik (baik untuk distribusi bahan baku maupun distribusi produk jadi)

- Perguruan Tinggi / Akademisi
- Lembaga Perbankan
- Direktorat Sektor/Teknis di lingkungan Kemenperin (Direktorat Jenderal Industri Agro, Badan Standarisasi dan Kebijakan Jasa Industri, Direktorat Jenderal Industri Kecil dan Menengah, Direktorat Jenderal Industri Kimia Farmasi dan Tekstil, )
- Produsen Teknologi Proses dan Peralatan (TMI, L&W, CRS, Voith, IGT, dll)
- Industri / Perusahaan Pengguna Teknologi IPK (Harima Chemical, Chungbuk National University Korea, Clockner-Econotech, JICA Jepang, Asian-China, TSP-Uni Eropa, Novozymes, PT. Keichem, PT. Bukit Muria Jaya, PT. Buckman, PT. Energy Management Indonesia, PT. Fajar Surya Swadaya, PT. Ecolab International Indonesia, NIEM-UNEP, UNIDO, dll)
- Masyarakat Peneliti (Individu dan Kelompok Masyarakat)
- Lembaga Standarisasi dan Inspeksi lain (Badan Standardisasi Nasional)
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemulian Tanaman Hutan). Kementrian LHK untuk perijinan pemanfaatan Hutan Produksi, Baku mutu lingkungan
- Kementerian Kesehatan (Balai Besar Litbang Vektor dan Reservoir Penyakit)
- Kementerian Pertanian (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao)
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan)
- Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia
- LIPI (Pusat Penelitian Biomaterial, Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam)
- BPPT

#### ***H. Revenue Streams***

Yang menjadi sumber *revenue stream* dari Industri Pulp dan Kertas Indonesia adalah sebagai berikut:

- Penjualan Produk Pada Pasar Dalam Negeri
- Eksport Produk

#### ***I. Cost Structure***

Meliputi biaya-biaya yang harus dikeluarkan untuk membentuk, memproduksi dan memasarkan produk atau layanan bisnis. Dengan pengelolaan biaya yang benar, bisnis yang kita jalankan akan menjadi lebih efisien, hemat dan meminimalkan risiko kerugian.

Struktur biaya yang diperlukan untuk kegiatan Balai Besar Pulp dan Kertas dapat terdiri dari:

- Biaya Bahan Baku Utama dan Bahan Penolong
- Biaya Pemenuhan Energi
- Biaya Payrol TK
- Biaya Overhead Pabrik (Perawatan dll)
- Biaya Overhead Office (Pemasaran & Administrasi)
- Biaya Distribusi dan Logistik
- Pajak



Gambar Apendix 1.6. Business Model Canvas Industri Pulp dan Kertas

## **Integrasi Peran BBPK dalam penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Industri Pulp dan Kertas**

Integrasi peran BBPK dalam penurunan emisi GRK pada industri Pulp dan Kertas akan sangat besar kedepannya mengingat banyak tugas yang terkait dalam melakukan kegiatan perencanaan, pengelolaan, dan pengkoordinasian penggunaan sarana dan prasarana kegiatan penelitian dan pengembangan di lingkungan industri pulp dan kertas yang mengarah pada industri yang rendah karbon.

Dalam melaksanakan tugas, BBPK menyelenggarakan fungsi:

1. Perencanaan dan pelaksanaan kegiatan pengembangan teknologi pulp, kertas dan derivat selulosa yang rendah karbon dan minimal menghasilkan limbah;
2. Perencanaan, pengembangan, perancangan, penerapan, dan revisi standar di bidang industri pulp, kertas dan derivat selulosa yang rendah karbon dan minimal menghasilkan limbah;
3. Perencanaan dan pelaksanaan pengujian bahan baku, bahan pembantu, serta produk dan limbah industri pulp, kertas dan derivat selulosa, melakukan evaluasi hasil pengujian, menerbitkan laporan hasil uji, dan menyusun serta melaporkan kegiatan pengujian produk industri pulp, kertas dan derivat selulosa;
4. Perencanaan dan pelaksanaan sertifikasi sistem mutu, mutu produk, keamanan, keselamatan, pengambilan contoh, memberikan jasa pelayanan sertifikasi, evaluasi hasil sertifikasi serta penyusunan dan penerbitan laporan hasil sertifikasi dan memelihara sistem sertifikasi;
5. Perencanaan dan pelaksanaan kalibrasi internal dan eksternal untuk mesin dan peralatan, mengevaluasi hasil kalibrasi, menerbitkan sertifikat kalibrasi, melaksanakan sertifikasi ulang, dan menyusun serta melaporkan kegiatan kalibrasi;
6. Penyiapan bahan pengujian bahan baku, bahan pembantu, dan produk industri pulp, kertas dan derivat selulosa, melakukan evaluasi hasil pengujian, menerbitkan laporan hasil uji, dan menyusun serta melaporkan kegiatan pengujian produk industri pulp, kertas dan derivat selulosa yang rendah karbon;
7. Sertifikasi atas sistem mutu produk, keamanan, keselamatan, pengambilan contoh, memberikan jasa pelayanan sertifikasi, dan memelihara sistem sertifikasi Industri Pulp dan Kertas yang rendah karbon.

8. Penyiapan bahan pelaksanaan kalibrasi internal dan eksternal untuk mesin dan peralatan, mengevaluasi hasil kalibrasi, menerbitkan sertifikat kalibrasi, melaksanakan sertifikasi ulang, dan menyusun serta melaporkan kegiatan kalibrasi.
9. Pelayanan dalam bidang pelatihan teknis, konsultasi, alih teknologi, rancang bangun dan perekayasaan industri, inkubasi, dan penanggulangan pencemaran industri.
10. Perencanaan dan pelaksanaan program pelatihan teknis tenaga industri pulp, kertas dan derivat selulosa;
11. Perencanaan dan pelaksanaan alih teknologi, rancang bangun dan perekayasaan industri, inkubasi, dan penanggulangan pencemaran industri.
12. Konsultasi kepada masyarakat industri pulp, kertas dan derivat selulosa.
13. Program pelatihan teknis tenaga industri pulp, kertas dan derivat selulosa.
14. Penyiapan bahan alih teknologi, rancang bangun dan perekayasaan industri dan inkubasi.

## APPENDIX 2 INVENTORY EMISI GAS RUMAH KACA PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS

### A. METODOLOGI INVENTORY GAS RUMAH KACA

Inventarisasi GRK adalah kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapnya. Metodologi yang digunakan pada inventarisasi emisi GRK nasional mengacu pada pedoman *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Tahun 2006 (2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories)* dan/atau perubahannya. Pedoman ini telah diadopsi menjadi Pedoman Umum Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional serta Pedoman Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca untuk Pengelolaan dan Penggunaan Energi, Proses Industri dan Penggunaan Produk, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya, dan Limbah. Penerapan metodologi ini telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri LHK Nomor P.73/MenLHK/Setjen/Kum.1/12/2017 tanggal 29 Desember 2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dan Permen ESDM No. 22 Tahun 2019 tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi. Emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran bahan bakar fosil diperkirakan berdasarkan kandungan karbon bahan bakar (atau faktor emisi yang sebanding) dan jumlah yang dibakar. Emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran biomassa tidak dilaporkan sebagai inventori GRK tapi dilaporkan secara terpisah.

#### 1. Sistem Boundary Inventori

Batasan operasional menentukan sumber emisi yang perlu dimasukkan untuk memenuhi tujuan inventarisasi. Batasan operasional dikategorikan ke dalam emisi “langsung (*direct*)” dan “tidak langsung (*indirect*)”.

- 1) Emisi langsung (*direct*) adalah “emisi dari sumber yang dimiliki atau dikendalikan oleh perusahaan.”
  - emisi langsung dari operasi di lokasi antara lain power boiler dan recovery boiler
  - emisi langsung dari operasi di luar lokasi (misalnya, peralatan forestasi milik perusahaan)
- 2) Emisi tidak langsung (*indirect*) adalah emisi dari kegiatan perusahaan tetapi terbentuk dari sumber yang dimiliki atau dikendalikan oleh perusahaan lain
  - emisi tidak langsung terkait dengan impor tenaga listrik atau uap
  - emisi tidak langsung dari operasi *on site* yang tidak melibatkan transfer listrik.

## 2. Tingkat Ketelitian Penghitungan Emisi GRK

Pemilihan metode inventarisasi GRK dalam penentuan data aktivitas dan faktor emisi dilakukan menurut tingkat ketelitian (Tier). Semakin tinggi tingkat ketelitian metode yang dipergunakan maka hasil penghitungan emisi GRK yang dihasilkan semakin rinci dan akurat. Penentuan Tier dalam inventarisasi GRK sangat ditentukan oleh ketersediaan data dan tingkat kemajuan suatu negara atau perusahaan untuk menentukan faktor emisi yang spesifik. Tingkat ketelitian (Tier) terdiri dari:

### 1) Tier 1

Metode penghitungan emisi GRK menggunakan persamaan dasar (*basic equation*), data aktivitas yang bersumber dari data global dengan menggunakan faktor emisi default (IPCC Guideline 2006). Di Indonesia dan negara-negara non-Annex 1, secara umum sumber emisi sektor pada inventarisasi GRK menggunakan Tier 1, yaitu berdasarkan data aktifitas dan faktor emisi *default* IPCC.

### 2) Tier 2

Metode penghitungan emisi GRK menggunakan sumber data nasional dan/atau daerah, berdasarkan data aktivitas yang lebih akurat dan faktor emisi faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*). PT. PLN Persero telah menggunakan Tier 2 dalam perhitungan emisi dari pembangkit listrik yang telah ditetapkan oleh Kementerian ESDM. Faktor emisi PT. PLN Persero dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel Apendix 2.1. Faktor Emisi GRK Sistem Ketenagalistrikan Tahun 2020

No.	Nama Grid	Faktor Emisi (ton CO <sub>2</sub> /MWh)	
		Ex-Post	Ex-Ante
1.	Jamali	0,877	0,862
2.	Sumatera	0,832	0,816
3.	Kalimantan Timur-Mahakam	1,128	0,966

Keterangan:

Ex-ante untuk menghitung data proyeksi masa depan

Ex-Post untuk data base line

\*Sumber: Kementerian ESDM

### 3) Tier 3

Metode penghitungan emisi GRK berdasarkan metode spesifik suatu negara dengan data aktivitas spesifik yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan menggunakan faktor emisi spesifik suatu negara (*country specific/plant specific*). Saat ini, Indonesia belum menerapkan Tier 3.

Metode penghitungan emisi GRK ini menggunakan dua tingkat ketelitian, yaitu Tier 1 dan Tier 2. Namun, metode perhitungan Tier 2 terbatas digunakan pada gas CO<sub>2</sub>, sedangkan gas CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O masih menggunakan metode perhitungan Tier 1 dikarenakan belum ada pengembangan faktor emisi untuk kedua jenis gas tersebut di Indonesia.

### 3. Satuan Ukuran untuk Gas Rumah Kaca

*Global Warming Potential* (GWP) digunakan untuk mengonversi data emisi GRK non-CO<sub>2</sub> menjadi karbon dioksida ekuivalen (CO<sub>2</sub>e). Secara spesifik, GWP merupakan sebuah ukuran seberapa banyak energi yang akan diserap oleh 1 ton emisi GRK dalam suatu periode tertentu, relatif terhadap 1 ton emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Berdasarkan Pedoman IPCC GL 2006 gas rumah kaca yang diestimasi dalam sektor energi adalah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O. Nilai GWP mengikuti *Second Assessment Report* (2<sup>nd</sup> AR of IPCC) sebagaimana dalam Tabel 2. Satuan emisi GRK dinyatakan sebagai CO<sub>2</sub>ekuivalen (CO<sub>2</sub>e). Nilai GWP dapat digunakan untuk mengkonversi data emisi non-CO<sub>2</sub> menjadi data emisi CO<sub>2</sub>ekuivalen. Emisi gas non-CO<sub>2</sub> dikalikan dengan GWP, masing-masing jenis gas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel Apendix 2.2. Nilai GWP GRK

Jenis	GWP values for 100-year time horizon
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	1
Metana (CH <sub>4</sub> )	21
Dinitrogen oksida (N <sub>2</sub> O)	310

Sumber: Second Assessment Report-IPCC (1995)

Semakin besar GWP, semakin besar peran gas tersebut dalam pemanasan global pada periode tertentu. Emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dapat dijumlahkan dengan emisi CO<sub>2</sub> menjadi CO<sub>2e</sub>, apabila emisi CH<sub>4</sub> dikali dengan 21 dan emisi N<sub>2</sub>O dikali dengan 310. Nilai GWP sebagai faktor pengali dapat berubah sesuai dengan kesepakatan nasional. Setiap satu gram CH<sub>4</sub> memiliki potensi pemanasan global setara dengan 21 gram CO<sub>2</sub> dan setiap satu gram N<sub>2</sub>O memiliki potensi pemanasan global setara dengan 310 gram CO<sub>2</sub>.

### 3.A. Penghitungan Emisi GRK dari Sumber Bahan Bakar

Emisi GRK dari sumber bahan bakar dihitung berdasarkan nilai kalor bahan bakar (*Gross Calorific Value* (GCV) atau *Net Calorific Value* (NCV)). Perbedaan antara GCV dan NCV muncul dari keadaan fisik air hasil pembakaran sebagai uap atau cairan. GCV mencakup energi laten kondensasi air setelah pembakaran. NCV dihitung untuk produk air dalam keadaan gas, sedangkan energi laten penguapan air dikurangkan dari GCV. Ketika bahan bakar lembab dibakar, ada dua sumber air produk, yaitu uap air yang ada dalam bahan bakar dan air yang terbentuk dari hidrogen dalam bahan bakar selama pembakaran.

NCV bahan bakar dapat dihitung sebagai berikut:

$$NCV = (1 - M_{basah})[GCV_{padatan} - \lambda(M_{kering} + 9H)]$$

keterangan:

$NCV$  = nilai kalor bersih

$M_{basah}$  = kadar air bahan bakar pada basis basah (dinyatakan sebagai fraksi)

$GCV_{padatan}$  = nilai kalor kotor bahan bakar kering (kadar air nol)

$\lambda$  = kalor laten penguapan air (2,31 MJ/kg pada 25°C)

$M_{kering}$  = kadar air bahan bakar pada basis kering (dinyatakan sebagai fraksi)

$H$  = fraksi massa hidrogen dalam bahan bakar kering (dinyatakan sebagai fraksi)

Jika NCV dinyatakan dalam bahan bakar kering dan dapat dihitung sebagai berikut:

$$NCV_{padatan} = GCV_{padatan} - 9\lambda H$$

Keterangan:

$NCV_{padatan}$  = nilai kalor bersih bahan bakar kering (pada kadar air nol)

Perkiraan secara umum bahwa NCV adalah 95% dari GCV untuk batubara dan minyak, dan 90% dari GCV untuk gas alam (IPCC 1997c).

Sumber emisi untuk kategori pembakaran bahan bakar dikelompokkan menjadi:

1. Bahan bakar fosil

Minyak mentah, gas oil, LNG, minyak tanah, minyak diesel, bahan bakar minyak residu, LPG, batubara, dan gas bumi.

2. Bahan bakar biomass

Kayu/limbah kayu, lindi hitam, kulit kayu, tandan kosong kelapa sawit, cangkang kelapa sawit, arang biomassa, syngas, dan metanol (dari NCG).

Nilai NCV & Faktor Emisi BBM dan BBG Nasional dari berbagai jenis bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 3 dan NCV & Faktor Emisi Batubara Nasional dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel Appendix 2.3. NCV dan Faktor Emisi BBM dan BBG Nasional (Tier-2)

Jenis Bahan Bakar	kg GRK/TJ			Nilai Kalor Bersih (NCV))	Kandungan Karbon (%)
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
Minyak Solar (HSD/ADO) <sup>1)</sup>	74.300	N/A	N/A	42,66	86
Minyak Solar (IDO) <sup>1)</sup>	73.900	N/A	N/A	42,12	85
Minyak Bakar (MFO/HVO) <sup>1)</sup>	75.200	N/A	N/A	41,31	85
Gas Alam (pipa) <sup>2)</sup>	57.600	N/A	N/A	45,2 <sup>3)</sup>	71 <sup>3)</sup>
LNG <sup>2)</sup>	57.270	N/A	N/A	47,1 <sup>3)</sup>	74 <sup>3)</sup>

Sumber:

- 1) Prosiding Temu Ilmiah & Pameran Hasil Litbang ESDM 2017, ISBN 978-979-8218-38-5  
hal 327-332.
- 2) Puslitbang Teknologi Migas (Lemigas) 2017. Penentuan Faktor Emisi CO<sub>2</sub> Nasional (Tier-2) Bahan Bakar GasPuslitbang Teknologi Migas (Lemigas) KESDM Tentang Penentuan Ketidakpastian
- 3) Faktor Emisi CO<sub>2</sub> untuk BBM dan BBG, Maret 2018.

Tabel Apendix 2.4. NCV dan Faktor Emisi Batubara Nasional (Tier-2)

Jenis Batubara (nilai kalor, adb)	kg GRK/TJ			NCV	Kandungan Karbon	
	CO2	CH4	N2O	TJ/Gg	kg C/TJ	%
Rendah (<5100)	106.476	N/A	N/A	14,8	29,0	42,92
Sedang (5100-6100)	100.575	N/A	N/A	18,7	27,4	51,24
Tinggi (6100-7100)	94.715	N/A	N/A	24,1	25,8	62,18
Tinggi Sekali (>7100)	95.062	N/A	N/A	28,5	25,9	73,82

Sumber: Hasil Kajian Puslitbang Tekmira KESDM, 2016.

Pembakaran bahan bakar di industri terjadi di boiler, heater, tungku, kiln, oven, dryer, dan berbagai sistem pembangkit listrik, seperti diesel genset, gas engine, turbin gas, dan pembangkit listrik lain.

Sumber emisi GRK hasil pembakaran bahan bakar dikelompokkan ke dalam 2 (dua) kategori utama, yaitu sumber tidak bergerak (stasioner) dan sumber bergerak.

Sumber emisi stasioner dibedakan dari sumber emisi bergerak karena faktor emisi GRK, khususnya GRK yang non-CO<sub>2</sub>, bergantung kepada jenis bahan bakar dan teknologi penggunaan bahan bakar tersebut.

### 3.A.1. Pembakaran Bahan Bakar Pada Sumber Tidak Bergerak (Stasioner)

Jumlah bahan bakar direpresentasikan sebagai data aktivitas, sedangkan jenis bahan bakar direpresentasikan oleh faktor emisi. Persamaan umum yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Emisi GRK} \left( \frac{\text{kg}}{\text{tahun}} \right) = \text{Konsumsi Energi} \left( \frac{\text{TJ}}{\text{tahun}} \right) \times \text{Faktor Emisi} \left( \frac{\text{kg}}{\text{TJ}} \right)$$

#### **a. Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)**

Emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran bahan bakar fosil stasioner mewakili sebagian besar emisi GRK untuk sebagian besar pabrik pulp dan kertas. Emisi CO<sub>2</sub> diperkirakan dari kandungan karbon, atau faktor emisi untuk semua bahan bakar fosil yang dibakar. Dalam beberapa kasus, koreksi dibuat untuk karbon yang tidak teroksidasi. Faktor emisi Tier 1 IPCC ditunjukkan pada Tabel Apendix 2.5.

Tabel Appendix 2.5. Faktor Emisi CO<sub>2</sub> Default IPCC untuk Pembakaran Stasioner (2006 IPCC default)

Bahan bakar fosil	CO <sub>2</sub> tidak-teroksidasi <sup>1</sup>	CO <sub>2</sub> teroksidasi	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Nilai kalor (NCV)
	kg CO <sub>2</sub> /TJ NCV	kg CO <sub>2</sub> /TJ NCV	kg CH <sub>4</sub> /TJ NCV	kg CH <sub>4</sub> /TJ NCV	TJ/Gg
Minyak mentah	73.300	72.600	3	0,6	
Orimulsion	77.000		3	0,6	
Gas oil (minyak solar, HSD/ADO)	74.100		4	0,6	43,0
Gas alam cair (LNG)	64.200		3	0,6	
Bensin	69.300	68.600	3	0,6	
Minyak tanah	71.900	71.200	3	0,6	
Shale oil	73.300		3	0,6	
Minyak diesel/IDO	74.100	73.400	3	0,6	43,0
Bahan bakar minyak residu (minyak bakar, MFO, HFO)	77.400	76.600	3	0,6	40,4
LPG	63.100	62.500	1	0,1	
Etana	61.600		1	0,1	
Nafta	73.300		3	0,6	
Bitumen	80.700		3	0,6	
Pelumas	73.300		3	0,6	
Petroleum coke	97.500	99.800	3	0,6	
Batubara antrasit	98.300	96.300	1	1,5	
Batubara bituminus	94.600	92.700	1	1,5	25,8
Batubara sub-bituminus	96.100	94.200	1	1,5	18,9
Coking coal	94.600		1	1,5	28,2
Lignit	101.000	99.200	1	1,5	11,9
Gambut	106.000	104.900	1	1,5	9,76
Gas bumi	56.100	55.900	1	0,1	48,0
Limbah domestik (fraksi non-biomasa)	91.700		30	4	
Limbah industri	143.000		30	4	

Biofuel padat	Kayu/Limbah Kayu	112.000		30	4	
	Sulfit alkali (lindi hitam)	95.300		3	2	
	Biomasa Padat Primer Lainnya	100.000		30	4	11,6
	Arang	112.000		200	4	
Biofuel cair	Biogasoline	70.800		3	0,6	
	Biodiesel	70.800		3	0,6	27,0
	Biofuel cair lainnya	79.600		3	0,6	
Gas biomasa	Gas landfill	54.600		1	0,1	50,4
	Gas sludge	54.600		1	0,1	
	Biogas lainnya	54.600		1	0,1	50,4
Bahan bakar nonfosil lainnya	Limbah domestik (fraksi biomasa)	100.000		30	4	

Sumber: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Keterangan:

<sup>1</sup> Faktor-faktor ini mengasumsikan tidak ada karbon yang tidak teroksidasi.

Untuk menghitung karbon yang tidak teroksidasi, IPCC menyarankan mengalikan dengan faktor default: batubara = 0,98, minyak = 0,99, dan gas = 0,995.

Emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran gambut dianggap sebagai GRK dan termasuk dalam emisi dari pembakaran bahan bakar fosil.

HSD = High Speed Diesel; ADO = Automotif Diesel Oil; IDO = Industrial Diesel Oil; MFO = Marine Fuel Oil; HFO = Heavy Fuel Oil

## b. Emisi metana (CH<sub>4</sub>) dan nitrogen oksida (N<sub>2</sub>O)

Emisi metana dan nitrogen oksida dari pembakaran bahan bakar fosil biasanya sangat kecil (ICFPA, 2005) dibandingkan dengan emisi CO<sub>2</sub>. Beberapa protokol inventaris tidak membahas CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari pembakaran bahan bakar fosil.

Tingkat ketelitian penghitungan emisi GRK untuk emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O adalah menggunakan faktor emisi Tier 1 untuk menghitung emisi, jika fasilitas memiliki akses hanya ke data konsumsi bahan bakar. Tier 1 untuk perangkat pembakaran yang tidak memiliki faktor emisi Tier 2 (misalnya, pengering berbahan bakar gas, *Regenerative Thermal Oxidizer* (RTO)) untuk memperkirakan emisi.

1. Menggunakan faktor emisi Tier 2 (sumber khusus) jika fasilitas memiliki akses ke data konsumsi bahan bakar khusus perangkat pembakaran.
2. Menggunakan faktor emisi dan data konsumsi bahan bakar jika fasilitas memiliki akses ke data emisi metana dari sumber perangkat, seperti pengering berbahan bakar gas alam dan *Regenerative Thermal Oxidizer/Regenerative Catalytic Oxidizer* (RTO/RCO) untuk menyesuaikan perkiraan asal emisi.

### 3.A.2. Pembakaran Bahan Bakar Pada Sumber Bergerak

Emisi GRK dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak adalah emisi GRK dari kegiatan transportasi, meliputi transportasi darat (jalan raya, off road, kereta api), transportasi melalui air (sungai atau laut) dan transportasi melalui udara (pesawat terbang). GRK yang diemisikan oleh pembakaran bahan bakar di sektor transportasi adalah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O.

Emisi CO<sub>2</sub> dari Transportasi Jalan Raya

$$Emisi = \sum_a Konsumsi BB_a \times Faktor emisi_a$$

Keterangan:

- Emisi = Emisi CO<sub>2</sub>
- Konsumsi BB<sub>a</sub> = Bahan bakar dikonsumsi = dijual
- Faktor Emisi<sub>a</sub> = Faktor emisi CO<sub>2</sub> menurut jenis bahan bakar (kg gas/TJ), default IPCC 2006 Jenis bahan bakar (premium, solar)
- a = Jenis bahan bakar (premium, solar)

### 3.A.3. Emisi dari Pembakaran Biomassa

Bahan bakar yang berasal dari *biomass-based fuel* (kayu, cangkang, sisa pertanian, biogas, dan lainnya) bisa dijadikan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil. Penghitungan emisi GRK dari pembakaran *biomass-based fuel* mirip dengan bahan bakar fosil walaupun sumber karbon dari dua bahan bakar tersebut berbeda. Karbon dari *biomass-based fuel* merupakan karbon biogenik yang terkandung dalam tumbuhan, sedangkan karbon yang terkandung dalam bahan bakar fosil terperangkap dalam formasi geologis selama jutaan tahun. Dengan demikian, inventarisasi emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran *biomass-based fuel* adalah 0 (nol) karena dianggap diserap kembali oleh tanaman bersangkutan (karbon netral). Namun demikian, emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran *biomass-based fuel* tetap dihitung tetapi tidak dipertimbangkan dalam total emisi CO<sub>2</sub> dan dilaporkan secara terpisah. Emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari pembakaran *biomass-based fuel* tetap dihitung dan dilaporkan dalam total emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O.

#### a. Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)

Banyak pabrik pulp dan kertas menghasilkan lebih dari setengah kebutuhannya dari bahan bakar biomassa yang diperoleh dari limbah industri dan aliran proses. *Non-condensable gas* (NCG) terdiri dari senyawa sulfur tereduksi dan senyawa organik lainnya yang terbentuk selama proses pulping kraft. Gas-gas ini dikumpulkan dan dibakar di boiler, limekiln, atau insinerator sebagai prosedur pengurangan polusi. Emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan selama pembakaran NCG berasal dari biomassa (kayu) sehingga tidak termasuk dalam tabulasi emisi GRK langsung.

#### b. Emisi Metana (CH<sub>4</sub>) dan Nitrogen Oksida (N<sub>2</sub>O)

Emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran biomassa dikeluarkan dari inventarisasi GRK, namun emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari pembakaran biomassa tetap dimasukkan karena gas-gas ini tidak berpartisipasi dalam proses daur ulang penyerapan CO<sub>2</sub> di atmosfer. Jika perusahaan memiliki data spesifik untuk memperkirakan emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari pembakaran biomassa, maka perusahaan dapat menggunakan data tersebut. Jika tidak, maka dapat menggunakan faktor emisi yang tersedia.

Tabel Appendix 2.6. Faktor Emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari Pembakaran Biomassa

Deskripsi Faktor Emisi	kg CH <sub>4</sub> /TJ	kg N <sub>2</sub> O/TJ
1. Boiler berbahan bakar limbah kayu		
Campuran Kayu, limbah kayu, dan biomassa lainnya dan limbah	30	4
Emisi tak terkendali dari boiler stoker berbahan bakar kayu	15	-
Rata-rata untuk pembakaran sisa kayu	9.5 <sup>1)</sup>	5.9 <sup>1)</sup>
Rata-rata untuk <i>circulating fluidized bed boiler</i> dengan bahan bakar gambut atau kulit kayu	1	8.8
Rata-rata untuk <i>fluidized bed boiler</i> dengan bahan bakar gambut atau kulit kayu	2	<2
Boiler berbahan bakar kayu	41 <sup>2)</sup>	3.1 <sup>2)</sup>
Kayu sebagai bahan bakar	24 <sup>2)</sup>	3.4 <sup>2)</sup>
Limbah kayu	30	5
<b><i>Faktor emisi rata-rata untuk limbah kayu</i></b>	<b>12</b>	<b>4</b>
2. Recovery furnaces		
Recovery furnace – black liquor	30	5
<b>Nilai tengah faktor emisi <i>black liquor</i></b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>

Keterangan:

<sup>1)</sup> Dikonversi dari GCV ke NCV dengan asumsi perbedaan 5%

<sup>2)</sup> Berdasarkan kandungan panas 20 GJ/t padatan kering

### 3.A.4. Emisi dari Boiler Berbahan Bakar Campuran Biomassa dan Bahan Bakar Fosil

Pelepasan emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari boiler sensitif terhadap kondisi pembakaran terutama suhu pembakaran. Beberapa kasus, kondisi pembakaran dalam *multi-fuel boiler* lebih mirip dengan boiler berbahan bakar biomassa daripada boiler berbahan bakar fosil. Oleh karena itu, emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari *multi-fuel boiler* dapat diperkirakan dari total panas masuk ke boiler dan faktor emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O untuk biomassa. Emisi CO<sub>2</sub> dari *multi-fuel boiler* diperkirakan dari penggunaan bahan bakar fosil dan emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O berdasarkan laju pembakaran total.

Dalam beberapa kasus, industri dapat mengoperasikan *multi-fuel boiler* yang bahan bakar fosilnya menempati porsi terbesar dari total bahan bakar. Estimasi emisi menggunakan pendekatan yang diuraikan pada sub-bab 2.1.1 sesuai untuk kasus ini, namun estimasi emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dapat juga berdasarkan konsumsi masing-masing bahan bakar fosil dikalikan dengan faktor emisi bahan bakar fosil tersebut, ditambah konsumsi bahan bakar biomassa dikalikan dengan faktor emisi bahan bakar biomassa.

### 3.A.5. Emisi yang Terkait dengan Impor Listrik Dan Uap

Konsumsi listrik atau uap (atau air panas) yang dibeli dari perusahaan lain biasanya menghasilkan emisi tidak langsung – yaitu, “emisi yang merupakan konsekuensi dari kegiatan perusahaan pelapor, tetapi terjadi dari sumber yang dimiliki atau dikendalikan oleh perusahaan lain”. Setiap bahan baku, sumber energi, dan jasa yang digunakan oleh perusahaan memiliki dampak emisi tidak langsung. Banyak protokol penghitungan GRK memasukkan emisi tidak langsung yang terkait dengan daya listrik dan konsumsi uap karena dapat menjadi komponen signifikan dari total GRK perusahaan.

#### a) Faktor Emisi untuk Listrik yang Dibeli dari PLN

Perusahaan tenaga listrik dan otoritas nasional mempublikasikan informasi tentang emisi yang dihasilkan dalam menghasilkan tenaga listrik secara nasional atau regional, sehingga relatif mudah untuk memperkirakan emisi tidak langsung yang terkait dengan listrik yang dibeli. Akan tetapi, seringkali sulit untuk menentukan apakah faktor emisi yang dipublikasikan untuk tenaga listrik mencakup semua GRK atau hanya emisi CO<sub>2</sub>. Diasumsikan bahwa faktor emisi listrik yang dibeli mencakup semua GRK dan dilaporkan dalam CO<sub>2</sub> ekuivalen. Jika faktor emisi tersedia untuk masing-masing gas yang terkait dengan tenaga listrik, masing-masing gas dapat dilaporkan secara terpisah dan kemudian digabungkan menjadi CO<sub>2</sub> ekuivalen. Data faktor emisi gas rumah kaca (GRK) sistem interkoneksi ketenagalistrikan Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

#### b) Ekspor Uap

Pada umumnya, unit pembangkitan listrik menghasilkan uap untuk disalurkan sebagai input pada turbin uap untuk menghasilkan listrik. Namun, tidak tertutup kemungkinan bahwa ada unit pembangkitan listrik yang menjual uap untuk memenuhi kebutuhan industri. Untuk kasus seperti ini, unit pembangkitan listrik yang menjual uap harus menghitung besaran kandungan energi dari uap yang dijual dan selanjutnya diubah ke dalam satuan listrik (MWh). Kandungan energi dari uap tergantung atas tekanan, temperatur. Penghitungan kandungan energi dari uap dalam satuan listrik (MWh) digunakan untuk menghitung besaran intensitas emisi GRK dari unit pembangkitan listrik yang bersangkutan (ton CO<sub>2</sub>e/MWh). Intensitas emisi GRK untuk unit pembangkitan listrik yang menjual uap dan listrik pada umumnya lebih rendah dibanding dengan unit pembangkitan listrik yang menggunakan uap untuk menghasilkan listrik. Hal ini terjadi karena saat uap digunakan

untuk menghasilkan listrik akan terjadi losses selama proses produksinya. Dengan demikian, unit pembangkitan listrik yang menjual uap tersebut perlu memberi keterangan khusus saat pelaporan inventarisasi emisi GRKnya.

### 3.B. Emisi Gas Rumah Kaca dari Kegiatan Proses Industri dan Penggunaan Produk

#### 3.B.1. Emisi dari Lime Kiln dan Calciner pada Proses Kraft

Emisi fosil-CO<sub>2</sub> dari kiln dan kalsiner pabrik kraft diestimasi menggunakan pendekatan yang sama seperti yang digunakan untuk perangkat pembakaran bahan bakar fosil stasioner lainnya, yaitu dengan menghitung jumlah bahan bakar fosil yang digunakan dalam kiln dan memperkirakan emisi dari informasi kandungan karbon bahan bakar atau faktor emisi. Faktor emisi untuk *kraft mill lime* kiln dan kalsiner dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel Appendix 2.7. Faktor Emisi untuk Kraft Mill Lime Kiln dan Calciner

Bahan Bakar	Emissions, kg/TJ					
	Kraft mill lime kiln			Kraft mill calciner		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Minyak residu	76.600 <sup>1)</sup>	2,7 <sup>2)</sup>	0 <sup>3)</sup>	76.600 <sup>1)</sup>	2,7 <sup>2)</sup>	0,3 <sup>4)</sup>
Minyak distilat	73.400 <sup>1)</sup>	2,7 <sup>2)</sup>	0 <sup>3)</sup>	73.400 <sup>1)</sup>	2,7 <sup>2)</sup>	0,4 <sup>4)</sup>
Gas bumi	55.900 <sup>1)</sup>	2,7 <sup>2)</sup>	0 <sup>3)</sup>	55.900 <sup>1)</sup>	2,7 <sup>2)</sup>	0,1 <sup>4)</sup>
Biogas	0	2,7 <sup>2)</sup>	0 <sup>3)</sup>	0	2,7 <sup>2)</sup>	0,1 <sup>4)</sup>

Keterangan:

<sup>1)</sup> Faktor emisi CO<sub>2</sub> yang teroksidasi (dari Tabel 2.5)

<sup>2)</sup> dari NCASI 1981

<sup>3)</sup> Di proses lime kiln tidak terbentuk emisi N<sub>2</sub>O (menurut IPCC)

<sup>4)</sup> Faktor emisi N<sub>2</sub>O (dari Tabel 2.5)

### 3.B.2. Emisi GRK dari Kimia Make-Up

#### a) Emisi dari Karbonat Make-up di CRP

Penghitungan emisi CO<sub>2</sub> mengasumsikan bahwa karbon dalam bahan kimia make-up CaCO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> keluar sebagai CO<sub>2</sub> dari lime kiln atau *recovery furnace*. Emisi ini diperkirakan dengan mengasumsikan bahwa semua karbon dalam CaCO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang digunakan di area pemulihan dan kaustisasi dilepaskan ke udara.

Tabel Appendix 2.8. Emisi dari Kalsium Karbonat dan Make-up Natrium Karbonat di Pabrik Pulp<sup>1)</sup>

Sumber	Emisi
Pulp mill make-up CaCO <sub>3</sub>	440 kg CO <sub>2</sub> / t CaCO <sub>3</sub>
Pulp mill make-up Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	415 kg CO <sub>2</sub> / t Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>

<sup>1)</sup> Jika karbonat berasal dari biomassa, emisi GRK adalah nol

NCASI 2005

Jika karbon dalam bahan kimia make-up berasal dari biomassa, maka CO<sub>2</sub> yang dilepaskan darinya tidak dianggap sebagai emisi GRK, dan dalam kasus ini karbon ini tidak perlu dimasukkan dalam perhitungan total GRK.

#### b) Emisi dari Batu Kapur atau Dolomit yang Digunakan dalam Sistem Desulfurisasi Gas Buang

Batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) dan dolomit (CaCO<sub>3</sub>.MgCO<sub>3</sub>) merupakan bahan yang digunakan sebagai sorben dalam sistem desulfurisasi gas buang dan *fluidized bed boiler*. Reaksi kimia yang cepat antara gas sulfur dioksida dan batu kapur menggabungkan gas dengan kalsium dan oksigen membentuk limbah padat yang dapat dipisahkan. Selama reaksi ini batu kapur dipanaskan dan CO<sub>2</sub> dilepaskan sebagai produk sampingan. Beberapa boiler berbahan bakar batubara di pabrik pulp dan kertas menggabungkan sistem tersebut.

Emisi CO<sub>2</sub> yang terkait dengan penggunaan batu kapur sebagai bahan sorben dapat dihitung dengan mengalikan jumlah batu kapur atau dolomit yang dikonsumsi dengan kandungan

karbon rata-ratanya, sekitar 12% massa untuk batu kapur dan 13% untuk dolomit (berdasarkan stoikiometri).

Batu kapur :  $\text{CaCO}_3$  Berat molekul  $\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol}$ ;  $\text{C} = 12 \text{ g/mol}$

Dolomit :  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  Berat molekul  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3 = 184 \text{ g/mol}$ ;  $\text{C} = 12 \text{ g/mol}$

Melalui perhitungan stoikiometri didapatkan bahwa setiap 1 ton  $\text{CaCO}_3$  mengandung 0,12 ton C (12%) dan setiap 1 ton  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  mengandung 0,13 ton C (13%).

Pendekatan ini mengasumsikan bahwa semua karbon dalam mineral teroksidasi dan dilepaskan, dan hanya mengandung sebagian kecil pengotor. Konversi persentase ini ke rasio massa  $\text{CO}_2$  terhadap batu kapur menggunakan rasio berat molekul menghasilkan faktor emisi 0,440 ton  $\text{CO}_2$ /ton batu kapur yang dikonsumsi dan 0,447 ton  $\text{CO}_2$ /ton dolomit yang dikonsumsi. Jumlah batu kapur yang dikonsumsi dapat diperkirakan berdasarkan catatan pembelian atau data terukur.

### **3.C. Emisi GRK dari Sektor Pengolahan Limbah**

#### **3.C.1. Penghitungan GRK dari Pengolahan Air Limbah**

Emisi GRK IPAL dapat diklasifikasikan menjadi tiga sumber yang berbeda, yaitu berasal dari energi, emisi pengolahan air limbah dan emisi dari pengolahan *biosolids*.

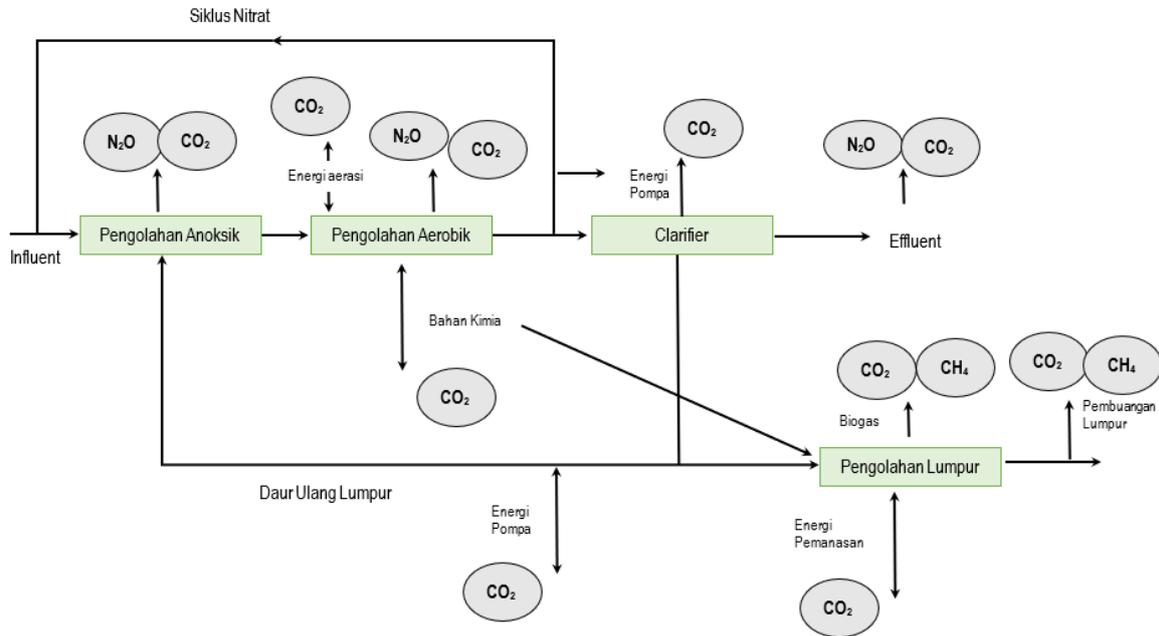
Sumber-sumber dan jenis GRK dari kegiatan pengelolaan limbah berasal dari kegiatan:

- (1) Tempat pembuangan akhir limbah padat,
- (2) Pengelolaan limbah padat secara biologi,
- (3) Insenerasi limbah padat dan pembakaran terbuka,
- (4) Pengelolaan dan pembuangan limbah cair.

Emisi dari kegiatan penanganan limbah mencakup gas metana ( $\text{CH}_4$ ), nitroksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ).

Sumber emisi GRK dari IPAL dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu sumber emisi di lokasi (*on-site*) dan sumber diluar IPAL (*off-site*). Sumber *on-site* meliputi pengolahan aerobik, anaerobik bioreaktor, digester anaerobik, proses koagulasi-flokulasi, pembakaran biogas dalam rekoveri energi di boiler dan kebocoran biogas, sedangkan sumber *off-site* adalah meliputi: penggunaan listrik untuk pengoperasian IPAL, produksi, transportasi bahan bakar, material dan penimbunan limbah padat hasil pengolahan air limbah (*landfilling*) oleh kegiatan *on-site*.

Alur Penghitungan Emisi GRK pada IPAL dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar Appendix 2.1.** Alur Penghitungan Emisi GRK pada IPAL

Tabel Appendix 2.9. Pengelolaan Air Limbah

PROSES		PENGOLAHAN	PROSES	PERALATAN	EMISI
Fisika (Preliminary)	-	Partikel kasar	Sistem pengendapan	Clarifier	Lumpur
Kimia (Primer)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partikel halus</li> <li>Tersuspensi dan koloid</li> </ul>	Sistem koagulasi-flokulasi	Clarifier dilengkapi dengan koagulator-flokulator	Lumpur
Biologi (Sekunder)	Aerobik	Organik terlarut sederhana	Activated sludge	Bak aerasi dengan clarifier	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub></li> <li>H<sub>2</sub>O</li> <li>Lumpur</li> </ul>
	Anaerobik (prospektif)	Organik terlarut kompleks	Reaktor UASB	Reaktor, penangkap gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub></li> <li>CH<sub>4</sub></li> <li>H<sub>2</sub></li> <li>H<sub>2</sub>O</li> <li>Lumpur</li> </ul>
		Bahan organik tinggi : 10-30 kg COD/m <sup>3</sup> .hari Reduksi COD : 70-85% Konsumsi energi rendah: rendah Kebutuhan nutrisi : rendah Menghasilkan emisi gas yang dapat dimanfaatkan sebagai energi 0,3-0,4 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg COD red			

Metoda penghitungan emisi GRK dari kegiatan pengolahan air limbah sangat bergantung kepada jenis dan karakteristik air limbah yang diolah dan pemilihan sistem pengolahan air limbah. Kuantitas dan distribusi GRK yang dihasilkan tergantung pada karakteristik dari air limbah influen, proses pengolahan *on-site* dan proses di luar lokasi (*off-site processes*)

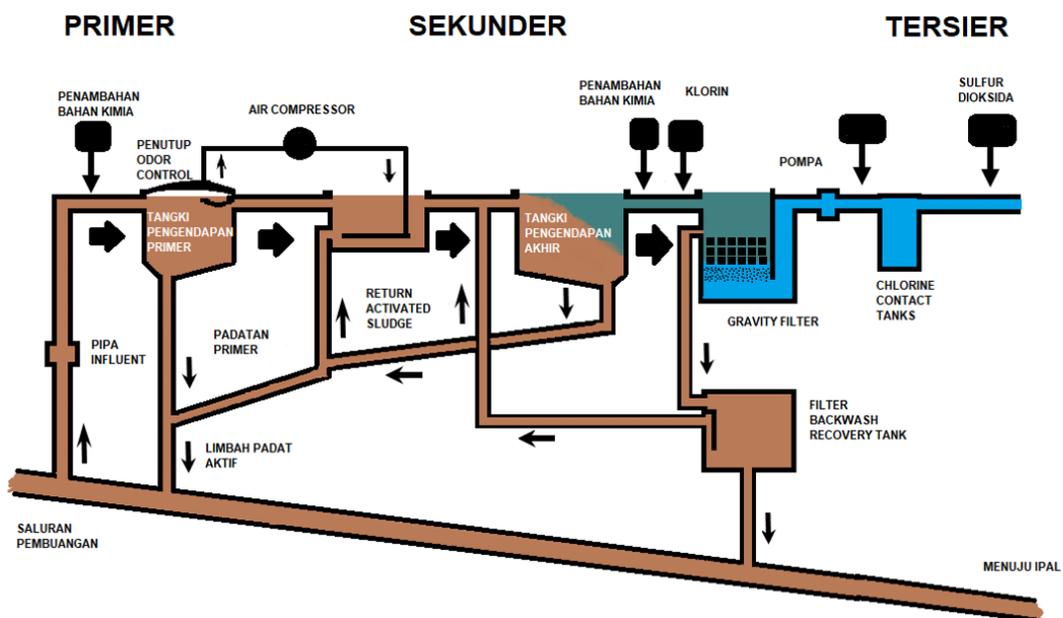
### 3.C.2. Penghitungan emisi GRK sumber on-site pada IPAL

Emisi GRK pada Pengolahan Pendahuluan (*Pre Treatment*)

- a) Emisi GRK pada Pengolahan Pendahuluan (*Primary Treatment*)
- b) Emisi GRK pada Pengolahan Secara Kimia

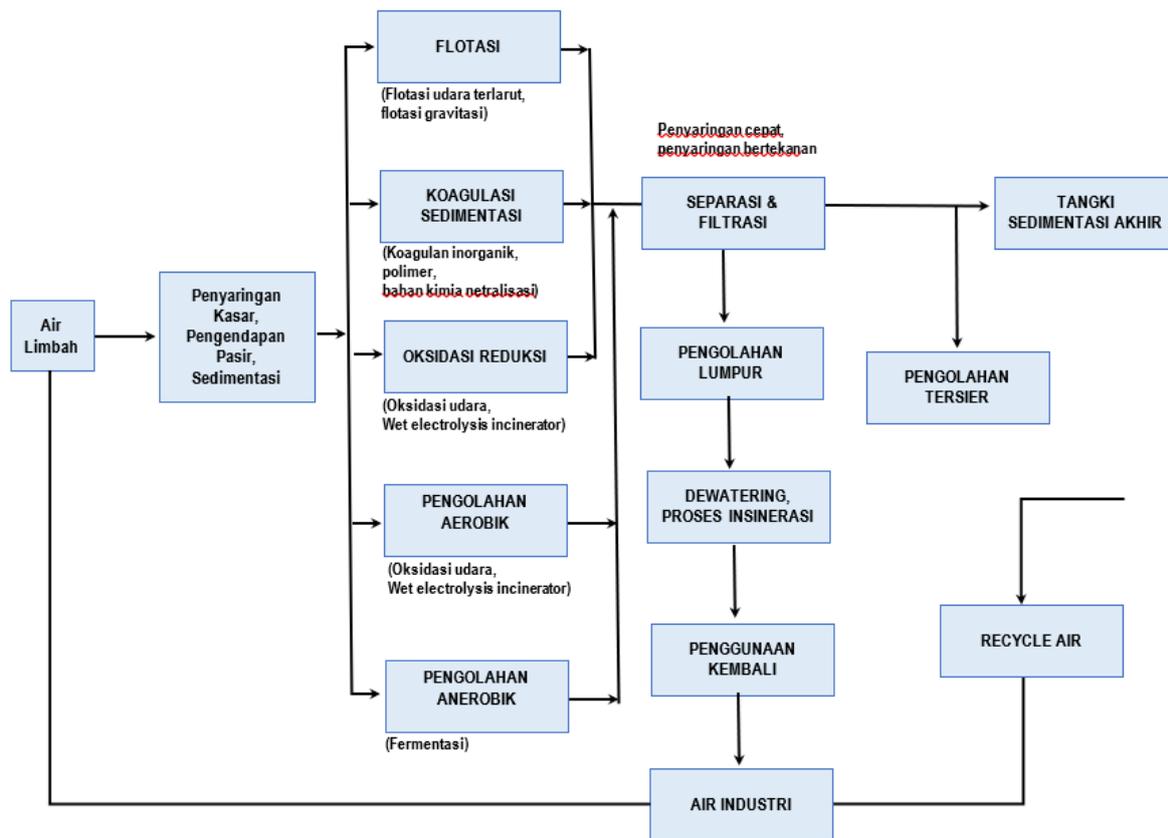
Emisi GRK pada Pengolahan Secara Aerobik (*Activated Sludge*)

- c) Emisi GRK pada Pengolahan Secara Anaerobik



**Gambar Apendix 2.2.** Alur Penghitungan Emisi GRK sumber on-site

Alur Penghitungan Emisi GRK sumber *on-site* pada IPAL dapat dilihat pada Gambar Apendix 2.3



**Gambar Apendix 2.3.** Alur Penghitungan Emisi GRK sumber on-site

Penghitungan emisi GRK di lokasi (*on-site*) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$m \text{ CO}_2 \text{ on-site} = m \text{ CO}_2 \text{ koagulasi-flokulasi} + m \text{ CO}_2 \text{ aerobik bioreaktor} + m \text{ CO}_2 \text{ anaerobik bioreaktor} + \text{CO}_2 \text{ pembakaran biogas} + m \text{ CO}_2 \text{ digester} + m \text{ CO}_2 \text{, kebocoran biogas}$$

### a) Emisi GRK pada Pengolahan Secara Kimia

Penghitungan Emisi CO<sub>2</sub> dari penggunaan Koagulan

$$\text{CO}_2 \text{ koagulan} = \text{Koagulan ditambahkan} \times \text{Sludge total} \times \frac{\text{Koagulan CO}_2}{1000}$$

Keterangan:

CO<sub>2</sub> koagulan = CO<sub>2</sub> yang diemisikan (kg CO<sub>2</sub>/hari) dari koagulan yang dipakai

Koagulan ditambahkan = Jumlah koagulan yang ditambahkan (kg koagulan/kg padatan kering)

KoagulanCO<sub>2</sub> = Jumlah kg CO<sub>2</sub> yang diemisikan bila menggunakan koagulan 1 ton (kg CO<sub>2</sub>/koagulan)

$$\text{Sludge}_{\text{total}} = \text{Jumlah lumpur (kg padatan kering/hari)}$$

Penghitungan Emisi CO<sub>2</sub> dari penggunaan Kapur

$$\text{CO}_2 \text{ kapur} = \frac{\text{Kapur}_{\text{ditambah}}}{\text{kan}} \times \frac{\text{Sludge}}{\text{total}} \times \frac{\text{Kapur CO}_2}{1000}$$

Keterangan:

- ] = CO<sub>2</sub> yang diemisikan (kg CO<sub>2</sub>/hari) dari kapur yang dipakai
- Kapur<sub>ditambahkan</sub> = Jumlah kapur yang ditambahkan (kg kapur/kg padatan kering)
- KapurCO<sub>2</sub> = Jumlah kg CO<sub>2</sub> yang diemisikan bila menggunakan kapur 1 ton (kg CO<sub>2</sub>/kapur)
- Sludge<sub>total</sub> = Jumlah lumpur (kg padatan kering/hari)

Penghitungan Emisi CO<sub>2</sub> dari penggunaan Polymer atau flokulan

$$\text{CO}_2 \text{ polymer} = \frac{\text{Polymer}_{\text{ditam}}}{\text{hkan}} \times \frac{\text{Sludge}}{\text{masa}} \times \frac{\text{Polymer CO}_2}{1000 \ 000}$$

Keterangan:

- CO<sub>2</sub> polymer = CO<sub>2</sub> yang diemisikan (kg CO<sub>2</sub>/hari) dari polymer yang dipakai
- Polymer<sub>ditambahkan</sub> = Jumlah polymer yang ditambahkan (kg polymer/kg padatan kering)
- Polimer CO<sub>2</sub> = Jumlah kg CO<sub>2</sub> yang diemisikan ketika polymer digunakan (kg CO<sub>2</sub>/ton polymer)
- Sludge<sub>total</sub> = Jumlah lumpur (kg padatan kering/hari)

Penghitungan Emisi CO<sub>2</sub> penggunaan *Chlorine*

Emisi CO<sub>2</sub> penggunaan *chlorine* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{CO}_2 \text{ chlorine} = \frac{\text{chlorine}}{\text{digunakan}} \times \frac{\text{Chlorine CO}_2}{1000}$$

Keterangan:

- CO<sub>2</sub> chlorine = CO<sub>2</sub> yang diemisikan (kg CO<sub>2</sub>/hari) dari chlorine yang dipakai

Chlorine<sub>digunakan</sub> = Jumlah chlorine yang digunakan (kg polymer/kg padatan kering)

Chlorine CO<sub>2</sub> = Jumlah kg CO<sub>2</sub> yang diemisikan bila menggunakan chlorine 1 ton (kg CO<sub>2</sub>/ton Chlorine)

Sludge<sub>total</sub> = Jumlah lumpur (kg padatan kering/hari)

Perhitungan emisi penggunaan bahan kimia hypochlorite caranya sama seperti bahan kimia chlorine.

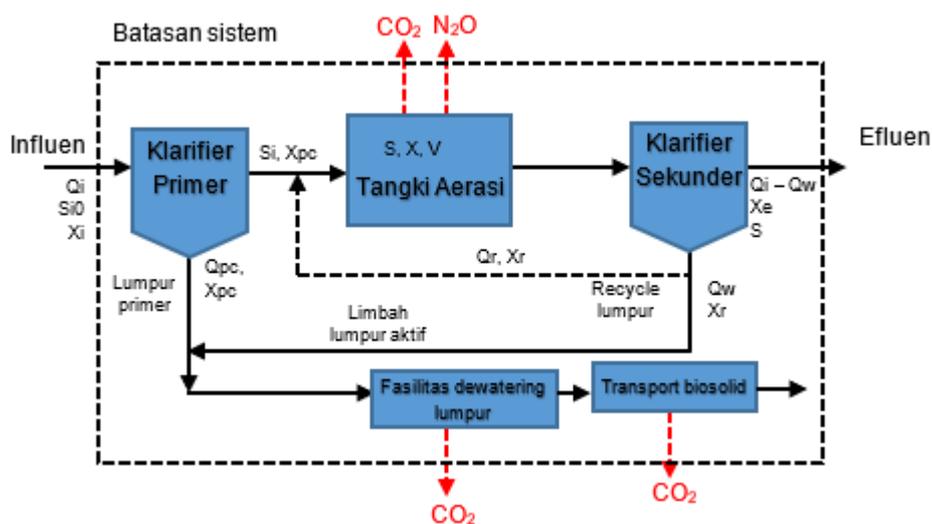
Faktor emisi yang digunakan untuk bahan kimia dalam satuan kg CO<sub>2</sub>-equivalent per unit dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel Appendix 2.10. Emission factors in kg CO<sub>2</sub>-equivalent per unit

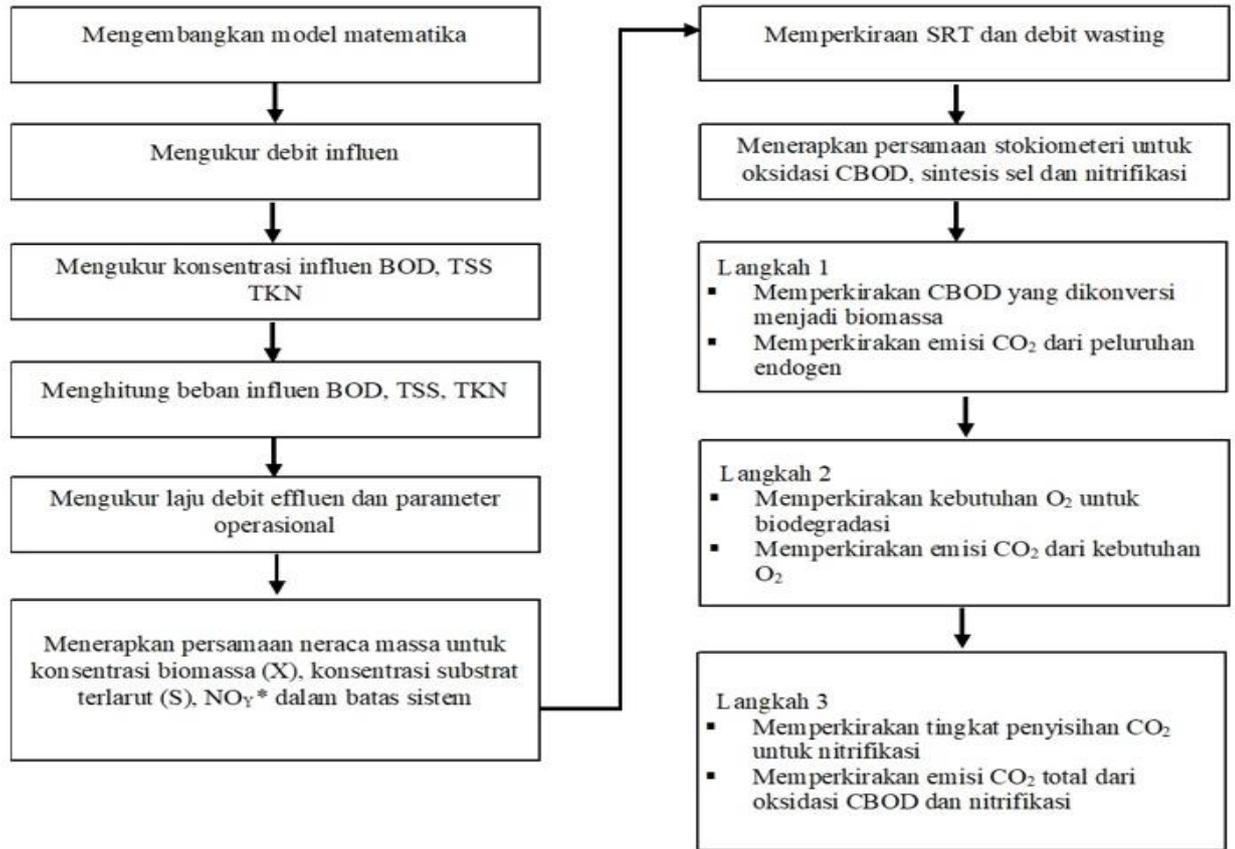
Nama kimia	Jenis	Rumus kimia	Faktor emisi
Aluminium hidroksida	Koagulan	Al(OH) <sub>3</sub>	0,66
Alumunium sulfat	Koagulan	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0,395
Polymer	Flokulan	-	2,20
PAC	Koagulan	Poly Alumunium Chloride	0,131
Ferri sulfat	Koagulan	FeCl <sub>3</sub>	0,66

### b) Emisi GRK pada Pengolahan Secara Aerobik (Activated Sludge)

Diagram alir proses dan penghitungan GRK sistem *activated sludge* dapat dilihat pada Gambar Appendix 2.4 dan 2.5.



Gambar Appendix 2.4. Diagram alir proses activated sludge



**Gambar Appendix 2.5.** Diagram alir penghitungan GRK sistem activated sludge

Total jumlah emisi CO<sub>2</sub> untuk proses aerobik dapat dihitung dengan persamaan berikut:

CO<sub>2</sub> produksi dalam proses aerobik =

$$CO_2 \text{ removal BOD} + CO_2 \text{ VSS decay} + CO_2 \text{ dnt} - CO_2 \text{ konsumsi Nit}$$

Keterangan:

CO<sub>2</sub> removal BOD = CO<sub>2</sub> yang diemisikan (kg CO<sub>2</sub>/hari) dari BOD yang tersisihkan

CO<sub>2</sub> VSS decay = CO<sub>2</sub> yang diemisikan (kg CO<sub>2</sub>/hari) dari pembusukan biomassa VSS

CO<sub>2</sub> dnt = CO<sub>2</sub> yang diemisikan (kg CO<sub>2</sub>/hari) dari denitrifikasi

CO<sub>2</sub> konsumsi Nit = CO<sub>2</sub> yang diemisikan (kg CO<sub>2</sub>/hari) dari konsumsi Nitrogen

### c) Emisi GRK pada Pengolahan Secara Anaerobik

Penghitungan emisi GRK dalam sistem pengolahan anaerobik mirip dengan yang dikembangkan untuk sistem aerobik. Dalam bioreaktor anaerobik, sumber utama pembentukan CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> adalah oksidasi BOD atau COD yang larut. Selain itu CO<sub>2</sub> dan

CH<sub>4</sub> dihasilkan dari biodegradasi biomassa. Diagram alir penghitungan GRK sistem anaerobik dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Penghitungan konsentrasi biomassa dan substrat untuk memperkirakan emisi GRK dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut

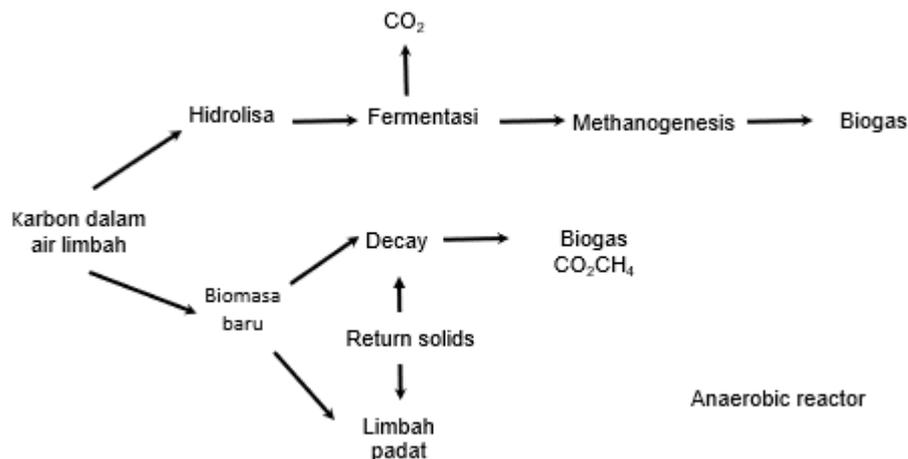
$$CO_2 = Y_{CO_2 \text{ anaerobik}} + BOD_{Re} + Y_{CO_2 \text{ decay}} \times VSS_{busuk}$$

$$CH_{4,digester} = Y_{CH_4 \text{ anaerobik}} \times BOD_{Re} + Y_{CH_4 \text{ anerob,decay}} \times VSS_{decay}$$

Oleh karena itu, keseluruhan emisi GRK di lokasi dapat diperkirakan dengan menambahkan jumlah emisi GRK dari bioreaktor anaerob, digester anaerob dan pembakaran biogas.

$$CO_{2, \text{ produksi sistem anaerobik}} = CO_{2, \text{penyisihan BOD}} + CO_{2, VSS_{decay}} + CO_{2, \text{digester}} + CO_{2, \text{pengolahan tertier}} + CO_{2, \text{pembakaran}}$$

$$CH_{4, \text{ produksi sistem anaerobik}} = CH_{4, \text{penyisihan BOD}} + CH_{4, VSS_{decay}} + CH_{4, \text{digester}}$$



**Gambar Appendix 2.6.** Diagram alir Produksi GRK dalam Proses Anaerobik

Penghitungan emisi GRK dari *Biological Treatment*

$$Emisi CH_4 = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R$$

$$Emisi N_2O = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3}$$

Keterangan:

Emisi CH<sub>4</sub> = CH<sub>4</sub> total pada tahun inventori, Ggram CH<sub>4</sub>

Emisi N<sub>2</sub>O = N<sub>2</sub>O total pada tahun inventori, Ggram N<sub>2</sub>O

M<sub>i</sub> = massa limbah organik yang diolah melalui proses biologi tipe *i*, Ggram

EF = faktor emisi untuk pengolahan tipe *i*, g CH<sub>4</sub> atau N<sub>2</sub>O/kg limbah yang diolah

*i* = tipe pengolahan (pengomposan atau digester anaerobik)

R = jumlah CH<sub>4</sub> yang dapat direcovery dalam tahun inventori, Ggram CH<sub>4</sub>

Penentuan FE pada penghitungan CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O:

- Tier-1: EF default IPCC 2006
- Tier-2: EF *country specific* dari hasil pengukuran
- Tier-3: EF hasil pengukuran site specific (*online-periodic*)

Inventarisasi GRK pengolahan limbah cair industri mencakup CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O.

a. Penghitungan emisi CH<sub>4</sub>

$$\text{Emisi CH}_4 = \sum_i (TOW_i - S_i) EF_i - R_i$$

$$EF_j = Bo * MCF_j$$

### 3.C.3. Penghitungan emisi GRK sumber off-site pada IPAL

Sumber yang berasal dari energi dapat dianggap sebagai emisi *off-site* karena, terjadi di luar IPAL. Sebagai contoh pemakaian bahan kimia untuk pengolahan air limbah (misalnya koagulan, polimer dan alkalinitas) dapat dianggap sebagai sumber emisi CO<sub>2</sub> *off-site*. Sumber emisi yang berasal dari pengolahan air limbah (IPAL) dapat dianggap sebagai emisi *on-site*. Hal ini dikontribusi terutama melalui stabilisasi bahan organik yang dapat terbiodegradasi dan pembakaran bahan bakar fosil di- on-site untuk produksi energi dan panas.

Penghitungan jumlah total emisi GRK *off-site* menggunakan faktor emisi dan persentase masing-masing bahan bakar yang digunakan untuk produksi listrik.

**Emisi GRK *off-site* dihitung sebagai berikut:**

1. Emisi GRK dari Pembangkit Listrik
2. Emisi GRK dari Bahan bakar dan bahan pada *on-site*
3. Emisi GRK *Off-site* dari landfill, insinerator dan kompos

Total produksi GHG *off-site* dapat dihitung dengan menjumlahkan gas-gas yang dihasilkan pada setiap sumber yang menggunakan persamaan berikut:

$$mCO_2, \textit{off-site} = m CO_2, \textit{ pembangkit listrik} + m CO_2, \textit{ bahan bakar dan bahan} + m CO_2, \textit{ landfill}$$

1. Konsumsi listrik peralatan yang ada pada IPAL, seperti reaktor, pompa, mixer/pengaduk, penerangan, dan peralatan listrik lainnya.

$$P CO_{2, \textit{listrik}} = QE \times \sum (PFi \times EFi)$$

Keterangan:

- $P CO_{2, \textit{listrik}}$  = Produksi GRK karena kebutuhan listrik pabrik (kg CO<sub>2</sub> equiv/hari)
- $QE$  = Jumlah listrik yang digunakan untuk operasi pabrik (kWh/hari)
- $PFi$  = Presentase kontribusi bahan bakar i untuk memenuhi kebutuhan pembangkit listrik di IPAL
- $EFi$  = Faktor emisi GRK bahan bakar I dalam memproduksi GRK (kg CO<sub>2</sub> equiv/kWh)

2. Konsumsi bahan bakar untuk keperluan IPAL, seperti konsumsi kendaraan

$$m CO_{2, \textit{bahan bakar \& bahan}} = GWP_{\textit{gas}} \times (M_{\textit{i, bahan bakar j}} \times EF_{\textit{igas x}}) + (M_{\textit{i, bahan j}} \times EF_{\textit{bahan j}})$$

Penghitungan emisi GRK yang dihasilkan transportasi gas alam (NG):

$$P_{CO_2NG} = \left[ \frac{(Q_G \times EF_{NG,CO_2})}{1000} (g/kg) + 23 \times \left[ \frac{(Q_G \times EF_{NG,CH_4})}{1000} \times (g/kg) \right] \right]$$

Keterangan:

- $P_{CO_2NG}$  = Produksi GRK karena konsumsi gas alam untuk cadangan pemanas dalam pabrik (kg CO<sub>2</sub> equiv/tahun)
- $Q_G$  = Jumlah gas alam untuk space pemanas di pabrik (m<sup>3</sup>/hari)
- $EF_{NG}$  dan  $EF_{NG,CH_4}$  = Kesluruhan gas alam CO<sub>2</sub> dan emisi faktor CH<sub>4</sub> (g CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>NG)

3. Penghitungan emisi CO<sub>2</sub> dari degradasi BOD off-site di luar lokasi:

$$M_{\text{CO}_2, \text{BOD}_{\text{Eff}}} (\text{g CO}_2/\text{d}) \\ = \left( 0,33 \text{gCO}_2/\text{gBOD} + 0,422 \text{ g VSS}/\text{g BOD} \times 1,56 \text{ gCO}_2/\text{g VSS} \right) \\ \times \text{BOD}_{\text{Eff}} \times Q_i = 0,986 \times \text{BOD}_{\text{eff}} \times Q_i$$

Total produksi GHG *off-site* dapat dihitung dengan menjumlahkan gas-gas yang dihasilkan pada setiap sumber yang menggunakan persamaan berikut:

$$m_{\text{CO}_2, \text{off-site}} = m_{\text{CO}_2, \text{pembangkit listrik}} + m_{\text{CO}_2, \text{bahan bakar dan bahan}} + m_{\text{CO}_2, \text{landfill}}$$

### 3.C.4. Emisi GRK pada IPAL secara keseluruhan

Emisi GRK keseluruhan dalam IPAL adalah dengan menjumlahkan emisi GRK *on-site* dan emisi GRK *off-site*

$$\text{Emisi GRK Keseluruhan} = \text{GRK On-site} + \text{GRK Off-site}$$

#### Emisi GRK *On-site*:

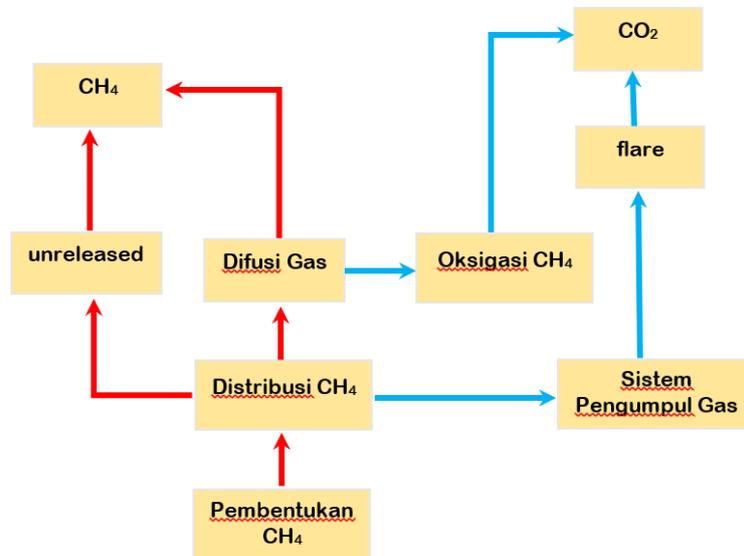
$$m_{\text{CO}_2, \text{on-site}} (\text{kg/hari}) = m_{\text{CO}_2 \text{ bioreaktor}} + m_{\text{CO}_2 \text{ pembakaran biogas}} + m_{\text{CO}_2 \text{ digester}} + \\ m_{\text{CO}_2 \text{ koagulasi-flokulasi}} + m_{\text{CO}_2 \text{ kebocoran biogas}}$$

#### Emisi GRK *Off-site*:

$$m_{\text{CO}_2, \text{off-site}} (\text{kg/hari}) = \\ m_{\text{CO}_2, \text{elektrisite}} + m_{\text{CO}_2, \text{fuel dan material}} + m_{\text{CO}_2, \text{landfill}}$$

### 3.C.5. Penghitungan GRK dari Pengolahan Limbah Padat

#### Metoda Penghitungan Emisi GRK pada Proses *Landfill*



**Gambar Appendix 2.7.** Diagram alir Emisi GRK pada Proses Landfill

Penghitungan GRK yang dihasilkan dari landfill adalah gas yang pada dasarnya berasal dari sistem pengumpulan dan pembakaran gas, termasuk didalamnya emisi CH<sub>4</sub> yang dihasilkan dari aktivitas mikroba yang teroksidasi menjadi CO<sub>2</sub>. Adanya emisi CO, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O yang merupakan hasil pembakaran bahan bakar penggerak *blower* maupun dari operasi peralatan seluruh konstruksi yang ada dan sistem *flare* termasuk pula dihitung. Gas CO<sub>2</sub> yang dipancarkan langsung dari *landfill* adalah tidak termasuk dalam penghitungan GRK, kondisi ini disebabkan bahwa gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan pada landfill yang pertama adalah berasal dari sumber biogenik, jadi emisi CO<sub>2</sub> tersebut tidak menambah konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer. Emisi CH<sub>4</sub> yang terlepas dari penutup atau yang berasal dari kebocoran *valve* ataupun *seal* tidak diperhitungkan sebab emisi CH<sub>4</sub> ini hampir tidak ada. Kebocoran adalah dapat merupakan menjadi penambahan atau pengurangan dalam penghitungan emisi gas rumah kaca.

Pada umumnya landfill yang diterapkan belum dilengkapi dengan sistem pengumpul gas, maka pendekatan perhitungan sebelumnya tidak dapat digunakan. Penyederhanaan pendekatan tersebut adalah dengan persamaan seperti berikut:

$$\text{CH}_4 \text{ yang dihasilkan dalam landfill} = R L_0 (e^{-kC} - e^{-kT})$$

Keterangan:

R = nilai rata-rata limbah yang dikirim ke landfill per tahun, ton/tahun

$L_0$  = potensial ultimate produksi gas metan,  $\text{m}^3/\text{ton}$  limbah

k = konstanta laju produksi metan, 1/tahun

C = waktu sejak landfill berhenti menerima limbah, tahun

T = tahun sejak landfill dibuka, tahun

Catatan:

R dan  $L_0$  dapat menjadi satuan untuk berat basah, berat kering, karbon organik yang dapat didegradasi, atau satuan lain tetapi R dan  $L_0$  harus dalam satuan yang sama

Tidak seluruh gas metan ( $\text{CH}_4$ ) yang dihasilkan dari landfill kemudian terlepas semua ke atmosfer. Untuk mengestimasi terlepasnya gas  $\text{CH}_4$  ke atmosfer, dapat digunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{CH}_4 \text{ (m}^3\text{/tahun) yang terlepas ke atmosfer} = [(\text{CH}_4 \text{ P} - \text{CH}_4 \text{ M}) \times (1-\text{OX})] + [\text{CH}_4 \text{ M} \times (1-\text{FRBURN})]$$

Keterangan:

$\text{CH}_4 \text{ P}$  = dari pers (1)

$\text{CH}_4 \text{ M}$  = jumlah metan yang terkumpul, ditentukan sesuai lahan spesifik

OX = fraksi metan yang teroksidasi di lapisan permukaan landfill sebelum terlepas ke atmosfer, diasumsikan 0,1

FRBURN = fraksi dari metan yang terkumpul dan dibakar, ditentukan sesuai lahan spesifik

### a) Metoda Penghitungan Emisi GRK pada Proses Insinerasi

Berdasarkan IPCC 2006 *Guidelines*, emisi GRK pembakaran limbah padat dengan insinerator dan pembakaran terbuka adalah  $\text{CO}_2$  dengan tingkat emisi:

$$\text{Emisi CO}_2, \text{ Ggram/tahun} = \sum_i (\text{Sw}_i \times \text{dm}_i \times \text{FCF}_i \times \text{OF}_i) \times 44/12$$

$\text{Sw}_i$  = total berat (basah) limbah padat yang dibakar, Ggram/tahun

$\text{dm}_i$  = fraksi *dry matter* di dalam limbah (basis berat basah)

$\text{CF}_i$  = fraksi karbon di dalam *dry matter* (kandungan karbon total)

- $FCF_i$  = fraksi karbon fosil di dalam karbon total  
 $OF_i$  = faktor oksidasi (fraksi)  
 $4/12$  = faktor konversi dari C menjadi  $CO_2$   
 $i$  = jenis limbah: ISW (*industrial solid waste*) yang meliputi limbah B3 dimana limbah padat tidak diinsinerasi tetapi ditimbun di *landfill*

#### Metoda Perhitungan Emisi pada Proses Pengomposan

Pengomposan adalah proses aerobik komponen *degradable organic carbon* (DOC) dalam limbah yang terkonversi menjadi karbondioksida ( $CO_2$ ).  $CH_4$  terbentuk dalam sesi anaerobik kompos, namun teroksidasi menjadi tingkat besar dalam sesi aerobik kompos. Perkiraan rentang  $CH_4$  yang dilepaskan ke atmosfer kurang dari 1% hingga beberapa persen dari kandungan karbon awal dalam material.  $N_2O$  juga dihasilkan dalam proses pengomposan. Perkiraan rentang emisinya berkisar kurang dari 0.5-5% dari kandungan nitrogen awal material.

Metoda perkiraan perhitungan emisi karbon biogenik pada proses pengomposan dari bahan baku organik (Jakobsen, (1994) dalam Valzano, 2001) adalah sebagai berikut:

1. Tentukan berat organik karbon dalam limbah
2. Hitung jumlah mol  $CO_2$  yang terbentuk dari proses degradasi organik karbon per ton limbah (asumsi  $100m^3 CO_2/ton$  bahan baku segar pada  $t 25^\circ C$ ), dengan rumus:
3. Mol  $CO_2/ton$  bahan baku segar =  $PV/RT$
4. Hitung  $CO_2$  ekivalen = mol  $CO_2 \times 0,44$  kg/mole

## **B. METODOLOGI PENGHITUNGAN BASELINE EMISI GRK DAN SKENARIO BASELINE**

Pemahaman skenario baseline sangat penting dalam mengembangkan konsep penurunan emisi GRK. Skenario baseline merupakan garis rujukan untuk ukuran yang terukur di mana keluaran alternatif, seperti penurunan emisi (selisih antara baseline dengan kinerja aktual) melalui strategi (aksi mitigasi) dapat diukur. Skenario Baseline terkait dengan perubahan iklim merupakan sebuah perkiraan tingkat emisi dan proyeksi GRK dengan skenario tanpa intervensi

kebijakan dan teknologi mitigasi dari bidang-bidang yang telah diidentifikasi dalam kurun waktu yang disepakati (tahun 2010-2030)

Secara umum, baseline dapat diartikan sebagai:

1. Skenario non-intervensi;
2. Skenario yang mempertimbangkan kemungkinan evolusi kegiatan dan perkembangan di masa datang. Salah satunya dengan mempertimbangkan Evolusi teknologi yang memungkinkan penggunaan teknologi yang efisien dan berpengaruh pada emisi GRK;
3. Penentuan skenario baseline memerlukan simulasi jangka panjang dengan memasukkan pertimbangan atas ketidakpastian di dalam evolusi sistem dan hambatan yang terkait;
4. Penetapan skenario *baseline* BAU, diperlukan perkiraan untuk rencana emisi GRK jangka panjang dengan tahun awal dimulai perhitungan dan tahun penutup. Baseline yang digunakan tahun 2010 sebagai tahun awal dan tahun 2030 sebagai tahun penutup.

Penetapan skenario *baseline* dengan mempertimbangkan faktor-faktor utama berikut:

1. Kebijakan saat ini dan masa mendatang tanpa adanya intervensi dan aksi kebijakan perubahan iklim;
2. Tren pasar dan macamnya;
3. Ketidakpastian terkait;
4. Evolusi dari suplai dan permintaan (supply dan demand),
5. Penghematan biaya;
6. Kinerja sistem yang diharapkan.

### **Konsep Penyusunan Baseline untuk sektor Limbah**

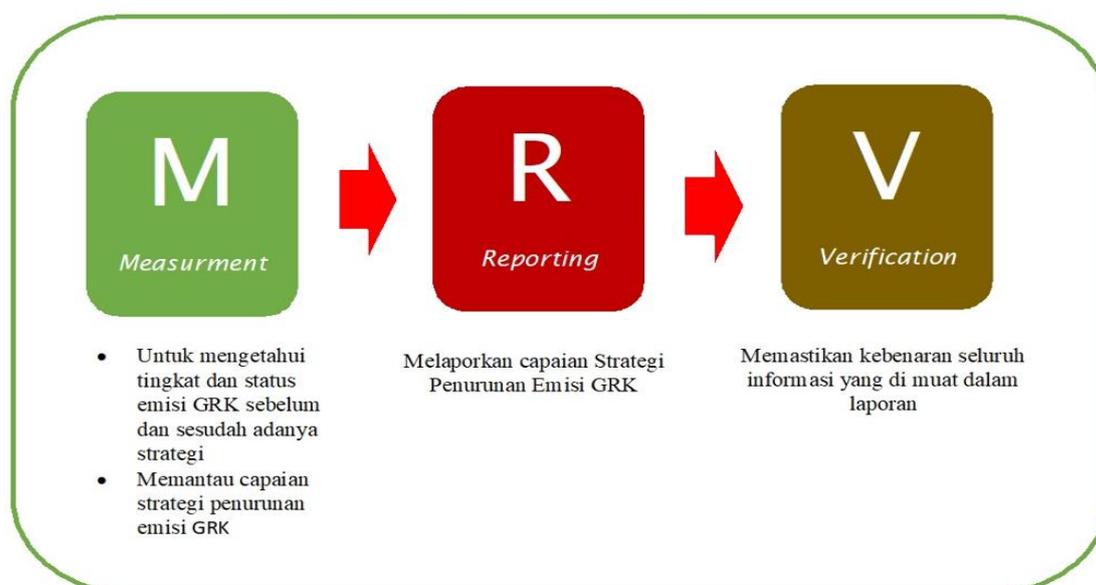
Menetapkan baseline untuk bidang pengelolaan limbah merupakan langkah penting untuk menilai skenario potensi strategi penurunan emisi GRK dan tindakan. Penyusunan tersebut harus didasarkan proyeksi tentang perencanaan pengelolaan limbah masa depan. Data saat ini untuk air limbah industri dan data ekspansi di masa depan, serta skenario pembangunan dari industri-industri utama perlu diidentifikasi untuk menyusun garis dasar baseline. Secara keseluruhan, sub bidang limbah industri harus dipertimbangkan dalam penyusunan baseline.

### C. PENGUKURAN, PELAPORAN DAN VERIFIKASI (Measurable, Reportable, Verifiable - MRV)

MRV bertujuan untuk pelaksanaan pengukuran, pelaporan dan verifikasi kegiatan Penurunan Emisi GRK untuk mengetahui capaian Penurunan Emisi GRK yang akurat, transparan dan dapat dipertanggungjawabkan.

Proses monitoring dan evaluasi ini perlu dibuat sesuai dengan mekanisme pengukuran, pelaporan dan verifikasi (MRV) dan kaji ulang yang merupakan bagian dari siklus penyusunan dan pemutakhiran rencana aksi tersebut. Mekanisme MRV dan kaji ulang akan disesuaikan dengan perkembangan terkini terkait isu perubahan iklim di tingkat nasional dan global.

Kegiatan MRV terlihat dalam Gambar 2.1.



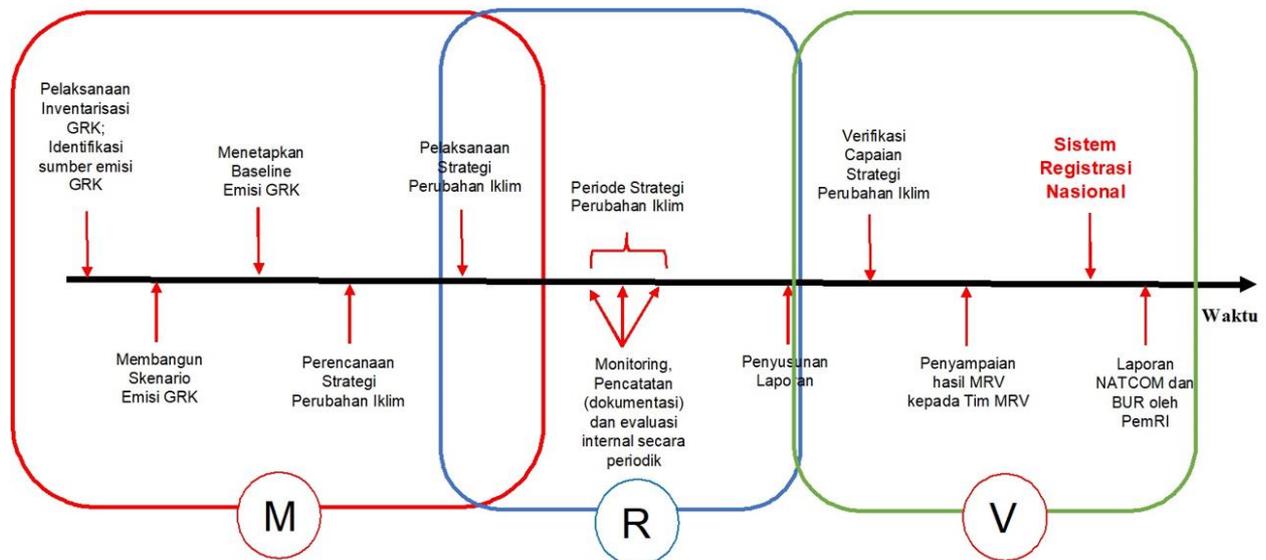
**Gambar Apendix 2.8.** Kegiatan MRV

Kegiatan MRV diharapkan dapat meningkatkan kredibilitas data hasil pelaporan penurunan emisi GRK di setiap sektor baik di tingkat daerah maupun nasional. Kegiatan MRV akan mengukur dan melaporkan efektivitas pengurangan emisi dan/atau peningkatan serapan GRK secara kuantitatif menggunakan metode dan prosedur yang handal (akurat, presisi, tepat waktu, lengkap, standar, kompatibel), transparan dan akuntabel.

Hasil dari MRV akan dijadikan dasar atas output atau kinerja yang dilakukan oleh lembaga dana kemitraan REDD+. Setiap kegiatan MRV harus sejalan dengan prinsip-prinsip pelaporan IPCC (Intergovernmental Panel on ClimateChange), yaitu harus transparan, dapat

diperbandingkan, konsisten, akurat dan lengkap, ketidakpastian yang minimal, sepanjang sesuai dengan kemampuan dan kapasitas nasional.

Konsep *Measurement, Reporting, Verification* (MRV) pertama kali muncul pada COP 13 dalam Bali Action Plan yang berkaitan dengan Komitmen atau aksi mitigasi nasional yang dapat diukur, dapat dilaporkan dan dapat di verifikasi”. Rangkaian kegiatan MRV terlihat pada Gambar 2.2.



**Gambar Appendix 2.9.** Rangkaian Kegiatan MRV

Proses monitoring dan evaluasi perlu dibuat sesuai dengan mekanisme pengukuran, pelaporan dan verifikasi (MRV) dan kaji ulang yang merupakan bagian dari siklus penyusunan dan pemutakhiran rencana aksi tersebut. Mekanisme MRV dan kaji ulang akan disesuaikan dengan perkembangan terkini terkait isu perubahan iklim di tingkat nasional dan global.

MRV dalam implementasinya harus menganut prinsip-prinsip sebagai berikut:

1. Konsisten (taat azas).

Sistem MRV harus menggunakan metoda dan prosedur yang konsisten sehingga hasil pengukuran, pelaporan dan verifikasi pengurangan emisi GRK dapat diperbandingkan dari waktu ke waktu. Sistem MRV akan menentukan nilai acuan level emisi (reference level/RL) yang akan digunakan sebagai “*benchmark*” implementasi REDD +.

2. Terbuka (Transparan).

Hasil MRV harus mempunyai kredibilitas yang memadai oleh karena itu sistem MRV harus dapat diverifikasi oleh lembaga independen dan dapat diakses oleh publik secara terbuka.

3. Lengkap (menyeluruh).

Sistem MRV menggunakan input data dan menghasilkan informasi yang lengkap. Informasi menyajikan semua cadangan carbon dari semua komponen ekosistemnya.

4. Akurat.

Tingkat kemampuan memberikan hasil pengukuran yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sedangkan ketelitian menyatakan tingkat ketepatan yang dapat digambarkan dengan keragaman rendah. Tingkat keakuratan sangat bergantung pada input data dan metode pengukuran yang digunakan. Sistem MRV harus menghasilkan informasi dengan penuh kehati-hatian yang diturunkan dari data yang diukur secara cermat dan diolah dengan metode yang handal.

5. Dapat diperbandingkan (*comparable*).

Hasil MRV harus dapat diperbandingkan dengan hasil MRV dari negara-negara lain, khususnya dikaitkan dengan perdagangan karbon internasional. Oleh karena itu metode pengukuran dan rumus perhitungan emisi harus baku.

#### Prinsip MRV dan Perhitungan Emisi

Aksi pengurangan emisi suatu negara harus dapat diukur (Measurable), dapat dilaporkan (Reportable), dan dapat diverifikasi (Verifiable). Presiden memberikan arahan agar Indonesia harus siap dengan MRV nasional yang sesuai standar internasional. Penyesuaian MRV nasional dengan standar internasional tersebut dipandang sebagai mekanisme penurunan emisi yang berpotensi besar. Ditinjau dari keefektifan biaya (cost effectiveness) REDD+, maka prinsip MRV yang akan diterapkan untuk REDD+, yaitu:

1. Menggunakan IPCC Guidelines terbaru (2006): AFOLU (Agriculture, Forestry, Other Land Use)
2. Kombinasi metode inventarisasi penginderaan jauh (*remote-sensing inventory*) & didasarkan pengamatan lapangan (*ground-based inventory*)
3. Memperhitungkan ke lima penumpukan karbon (*carbon pools*)
4. Hasil penghitungan: transparan dan terbuka untuk review dan diakses oleh publik

## Indikator Utama untuk MRV

Indikator utama yang dipilih adalah proyeksi CO<sub>2</sub> secara total dan tahunan dalam nilai absolut, intensitas CO<sub>2</sub> dan penurunan emisi. Indikator-indikator tersebut dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk digunakan sebagai indikator untuk sistem MRV

## PENGUKURAN

Metode pengukuran emisi GRK haruslah ditetapkan terlebih dahulu dan indikator MRV yang akan digunakan. Pengukuran strategi penurunan emisi GRK terdiri dari data garis dasar (*Baseline*) serta data kinerja yang menunjukkan status pelaksanaan strategi penurunan emisi dalam mencapai target yang diharapkan. Dua aspek penting yang harus dipertimbangkan ketika mempersiapkan aksi mitigasi dan prosedur pengukuran adalah:

- Definisi target

Aksi mitigasi dalam RAN/ RAD-GRK ditujukan untuk mencapai target penurunan emisi GRK, namun juga untuk membantu tercapainya keberhasilan dari prioritas pembangunan nasional. Oleh karena itu, satu set target diperlukan.

- Definisi indikator MRV

Indikator merupakan persyaratan dasar untuk mengukur dan juga untuk melaporkan dan memverifikasi dampak dari kegiatan penurunan emisi GRK secara relatif terhadap target yang diinginkan secara kuantitatif. Untuk mengukur kemajuan pelaksanaan kegiatan, dibutuhkan indikator-indikator yang berdasarkan emisi GRK (seperti jumlah penurunan emisi CO<sub>2</sub> dalam ton) dan indikator-indikator lainnya yang tidak berdasarkan pada emisi GRK, seperti indikator pembiayaan (seperti jumlah dana yang dibutuhkan untuk investasi per aksi mitigasi) atau indikator pembangunan berkelanjutan (seperti jumlah pekerjaan yang dihasilkan).

Kegiatan yang dilakukan pada pengukuran adalah:

- Tahap perencanaan dan pelaksanaan aksi.
- Tingkat dan status emisi GRK sebelum dan sesudah adanya upaya kegiatan mitigasi
- Pemantauan capaian aksi mitigasi

Terukur (Measurable) adalah tindakan/kegiatan untuk melihat pencapaian status emisi atau peningkatan serapan GRK yang dihasilkan dari kegiatan mitigasi perubahan iklim yang bersifat nyata dan dapat diukur besarnya.

## **PELAPORAN**

Pelaporan kegiatan penurunan emisi GRK berfokus pada pencapaian target penurunan emisi GRK. Pelaporan yang memadai membutuhkan format pelaporan yang memberikan informasi-informasi mengenai parameter-parameter ini. Pelaporan di tingkat lokal dan provinsi mengikuti format pelaporan, namun hal tersebut tergantung pada tingkat kompleksitas dan pelaksanaannya. Aksi mitigasi yang didukung di dalam negeri mengikuti standar pelaporan nasional yang disepakati dalam negeri. Aksi mitigasi yang didukung secara Internasional membutuhkan laporan yang lebih detail.

Pelaporan aksi mitigasi berfokus pada pencapaian penurunan emisi GRK, pemuktahiran data *baseline* serta data kinerja utama lainnya terkait dengan pembiayaan dan intervensi yang dilaksanakan. Pelaporan yang memadai membutuhkan format pelaporan yang memberikan informasi mengenai parameter-parameter. Reportable merupakan kegiatan pelaporan dari besaran emisi yang diukur dari pelaksanaan kegiatan mitigasi sesuai dengan format pelaporan yang dilengkapi dengan daftar dokumen pendukung terkait kegiatan mitigasi yang dilakukan diantaranya bentuk kegiatan mitigasi, teknologi dan sumber pendanaan yang digunakan guna keperluan proses verifikasi.

## **VERIFIKASI**

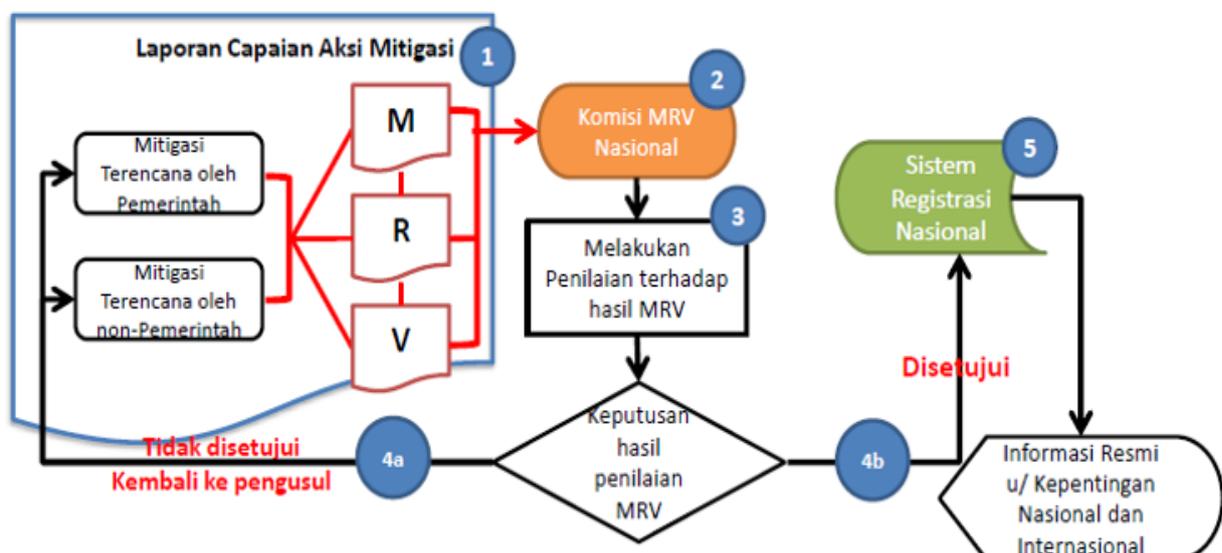
Tujuan dari verifikasi dalam upaya penurunan emisi GRK adalah agar para pemangku kepentingan yang terlibat percaya dan yakin hasil yang dicapai. Verifikasi menunjukkan bahwa pengukuran dan pelaporan sesuai dengan persyaratan dan indikator-indikator yang telah ditetapkan. Fokus pada verifikasi mencakup data kegiatan, faktor emisi, jumlah emisi, sumber pendanaan, dan asumsi yang dibuat dalam verifikasi. Verifikasi ditujukan untuk memastikan kebenaran seluruh informasi yang dimuat dalam laporan.

Terverifikasi (Verifiable) adalah tindakan/kegiatan pengujian terhadap besaran emisi yang dilaporkan dari pelaksanaan kegiatan mitigasi yang didukung oleh tersedianya dokumen-dokumen pendukung yang diperlukan untuk verifikasi.

Aksi mitigasi yang didukung oleh internasional, verifikasi dapat disesuaikan dengan pedoman dan standar internasional, sedangkan aksi mitigasi yang didukung oleh dalam negeri, setiap negara dapat menetapkan badan verifikasi nasional yang mengikuti standar verifikasi nasional. Frekuensi verifikasi harus sejalan dengan proses pelaporan tahunan. Verifikasi aksi mitigasi yang didukung dalam negeri dapat dilaksanakan oleh institusi nasional yang independe yang diberi mandat oleh pemerintah atau koordinator per bidang yang melakukan review terhadap aksi mitigasi.

Para pemangku kepentingan yang terlibat percaya dan yakin terhadap hasil yang dicapai, maka dapat menunjukkan bahwa pengukuran dan pelaporan sesuai dengan persyaratan dan indikator- indikator yang telah ditetapkan. Fokus pada verifikasi adalah mencakup data kegiatan, faktor emisi, jumlah emisi, sumber pendanaan dan asumsi yang dibuat dalam verifikasi.

### C.1. TATA CARA PENILAIAN MRV



**Gambar Appendix 2.10.**Tata Cara Penilaian MRV

(Lampiran 4 PerMen LH 15/2013)

Keterangan:

1. Penanggung Jawab Aksi menyampaikan dokumen laporan MRV aksi mitigasi
2. Menteri menugaskan Komisi MRV Nasional untuk melakukan penilaian
3. Komisi MRV Nasional melakukan penilaian dokumen selama 90 hari kerja
4. Menteri mengeluarkan keputusan:
  - a. Penolakan, Komisi MRV Nasional mengembalikan dokumen kepada Penanggung Jawab Aksi.

- b. Persetujuan, dimasukkan ke dalam Sistem Registrasi Nasional.
5. Terhadap Aksi Mitigasi Perubahan Iklim, yang telah disetujui oleh Komisi MRV Nasional memberikan sertifikat aksi mitigasi perubahan iklim.

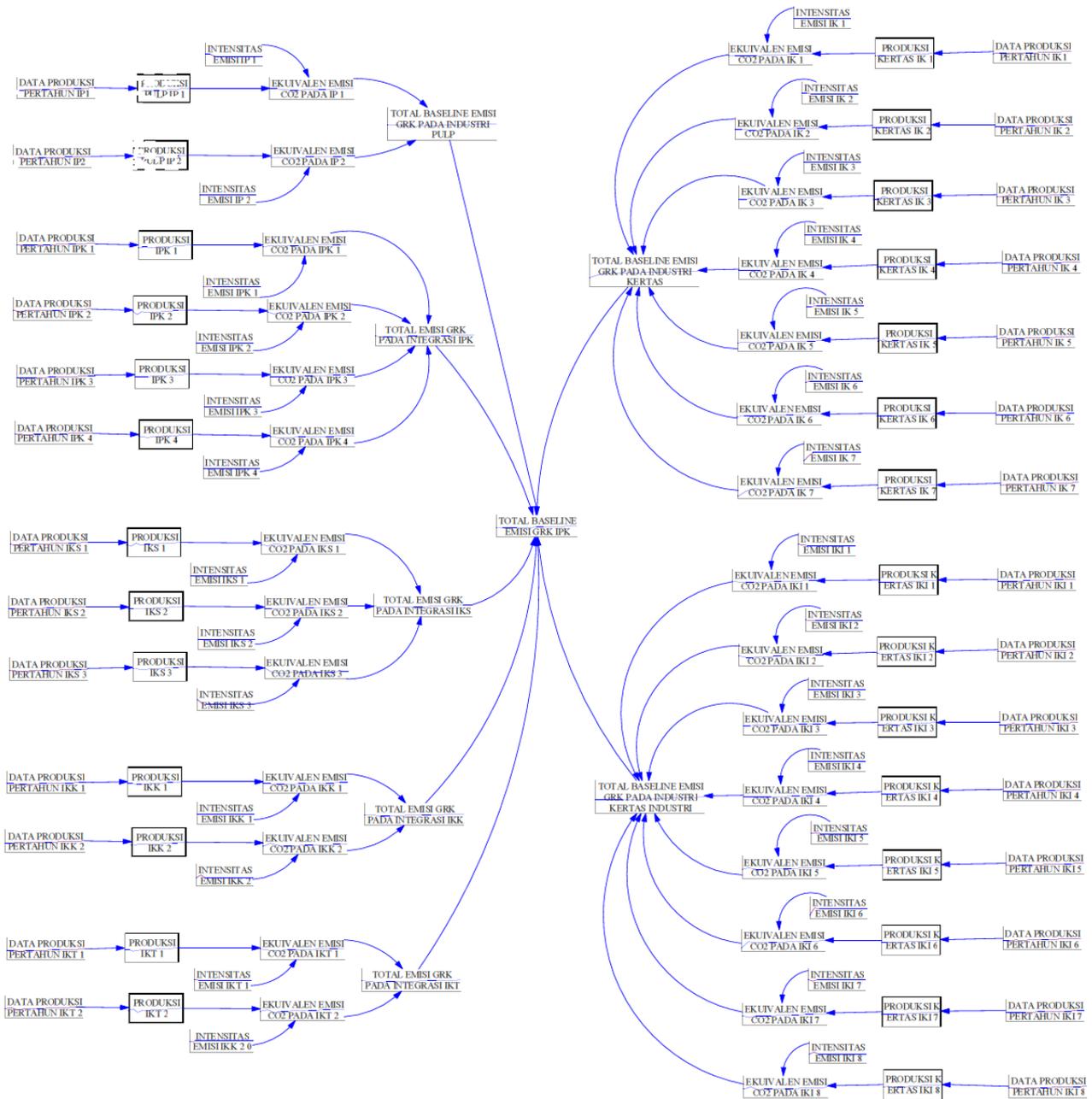
## APPENDIX 3 BASELINE EMISI GAS RUMAH KACA PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS

**Tabel Apendix 3.1.** Intensitas Emisi Industri Pulp dan Kertas

No	Industri (Kode)	Emission Intensity (Ton CO <sub>2</sub> /ton product)						
		2010	2011	2012	2014	2018	2019	2020
<b>Industri Pulp</b>								
1	IP1	0.16	0.18	0.18	0.15	-	0.24	0.2
2	IP2	0.74	0.47	0.42	0.38	-	-	-
<b>Pulp &amp; Kertas Terintegrasi</b>								
3	IPK3	1.04	0.13	0.15	0.06	-	0.41	0.36
4	IPK4	1.03	1.14	0.98	1.04	1.11	0.94	0.8
5	IPK5							0.097
6	IPK6	0.12	0.87	0.86	1.06			
<b>Industri Kertas</b>								
7	IK7	1.45	1.24	1.27	1.77			
8	IK8	0.56	0.8	0.65	0.5		1.02	0.95
9	IK9	0.56	0.59					
10	IK 10	1.45	0.88	0.94	0.91			
11	IK11					0.9	0.89	0.92
12	IK12					1.5	1.65	1.65
13	IK13					0.32	0.84	1.18
14	IK14	1.2	2.3	2.26	2.29			
15	IK15	0.48	0.53			0.018	0.024	0.018
16	IK16	1.37	1.11	0.97	0.72			
17	IK17					1.57		
18	K18	-	-	-	-	3.04	2.02	1.77
19	IK19	1.77	-	-	-		1.02	0.95
20	K20					0.35	0.36	0.36
21	IK21					0.42	0.38	0.37
22	IK22					0.87	0.81	0.85
23	IK23	2.38	0.53					
24	IK24					7.3	7.3	7.3
25	IK25					1.04	1.12	1.02
26	IK26					1.03	2.78	2.57
27	IK27	1.96	1.36	1.2	1.17	1.07	0.89	1.07
28	IK 28					0.041	0.048	0.04

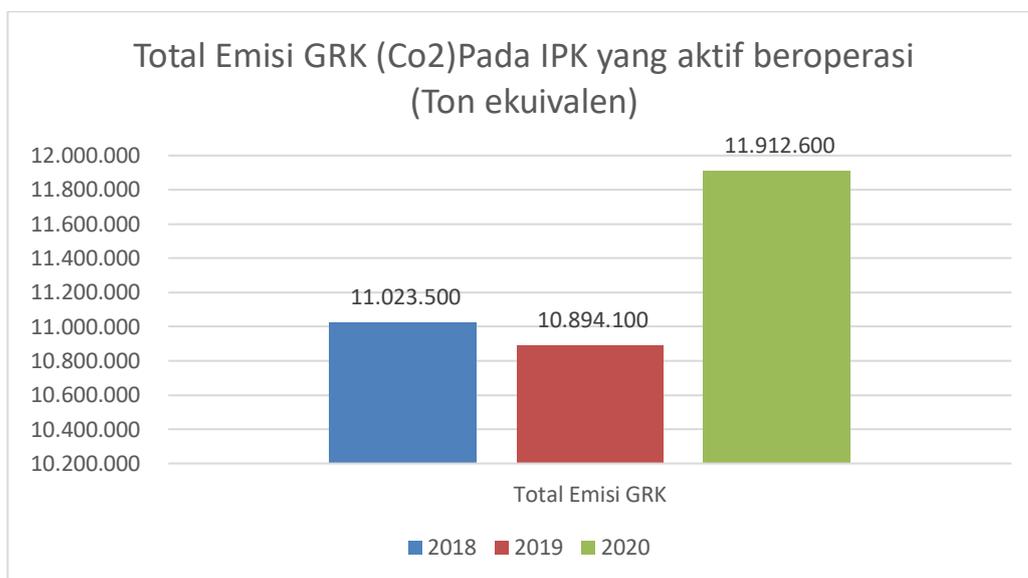
Gambar Appendix 3.1.

Model Sistem Dinamik Baseline Emisi GRK Pada Industri Pulp dan Kertas

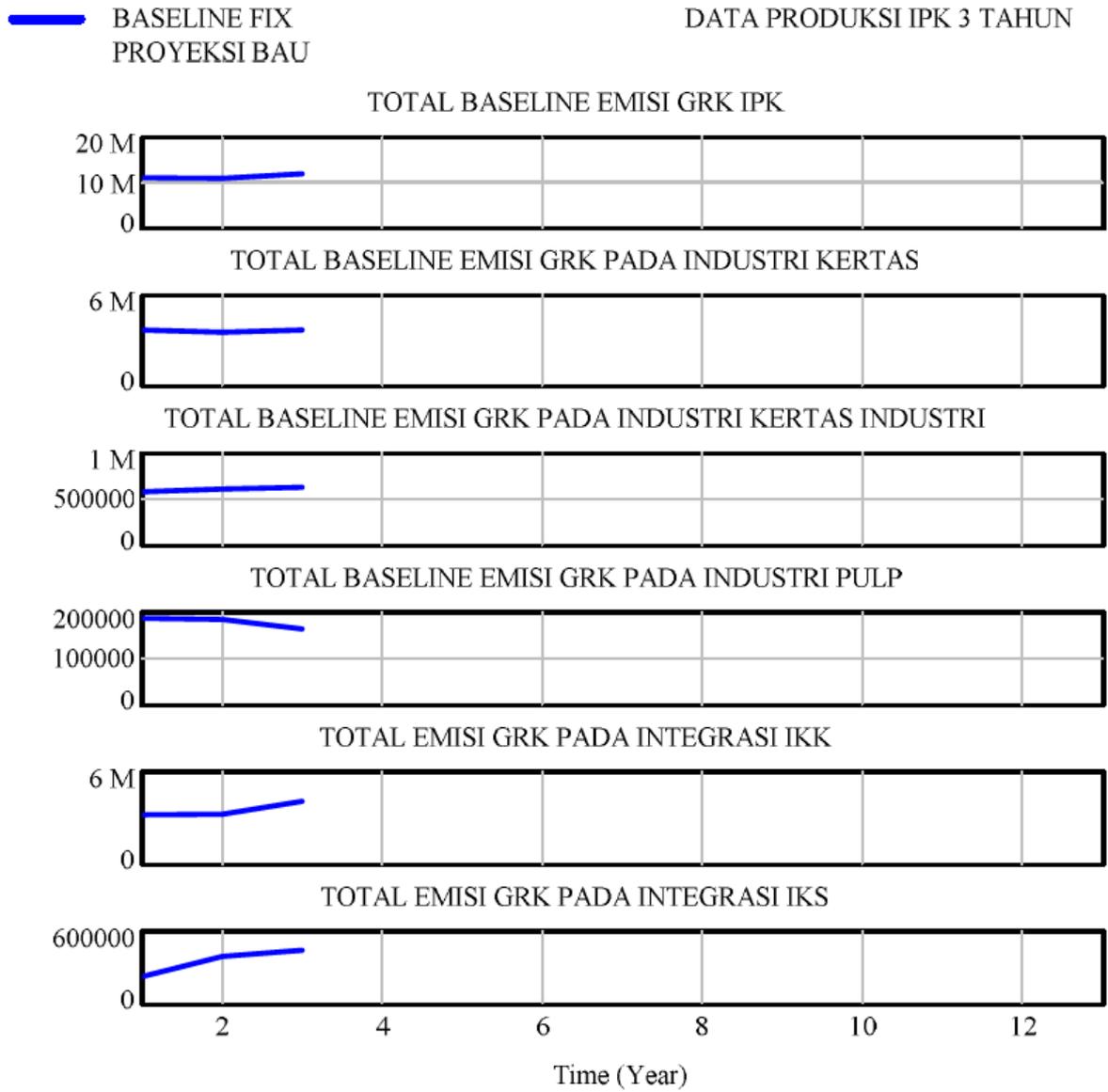


Tabel Apendix 3.2. Total Emisi GRK (CO<sub>2</sub>e) pada IPK yang aktif beroperasi (Ton ekuivalen)

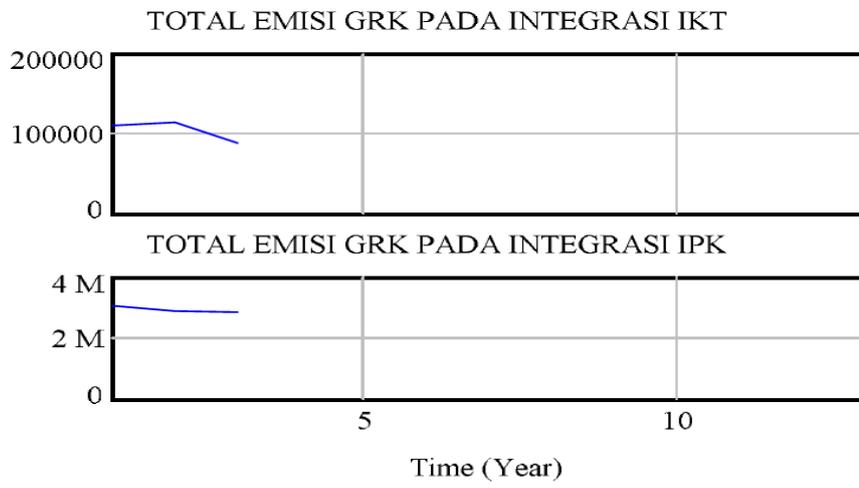
Tahun	Total Emisi GRK (CO <sub>2</sub> e) Pada IPK yang aktif beroperasi (Ton ekuivalen)
2018	11,023,500
2019	10,894,100
2020	11,912,600



**Gambar Appendix 3.2.** Grafik Baseline Emisi GRK Hasil Model Sistem Dinamis



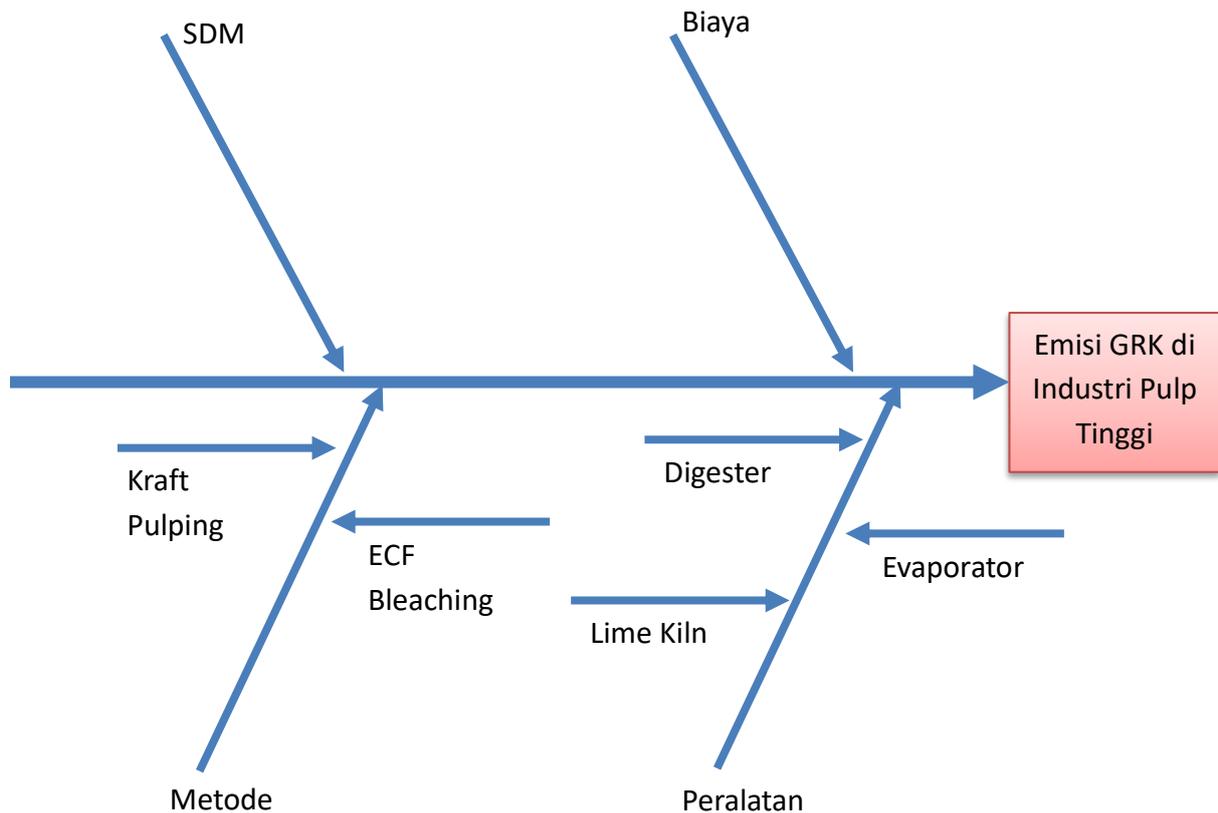
— BASELINE FIX  
PROYEKSI BAU  
DATA PRODUKSI IPK 3 TAHUN



## APPENDIX 4 ANALISA PENURUNAN EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS

### 1. Cause and Effect Diagram

#### a) Industri Pulp



**Gambar Apendix 4.1.** Diagram Tulang Ikan Emisi GRK pada Industri Pulp

#### ❖ Evaporator

Lindi hitam yang merupakan bahan sisa dari ekstraksi pada proses pencucian (*washing*) pulp yang masih mengandung unsur organik dan anorganik. Konsentrasinya berkisar antara 13%-18% total solid, karena *black liquor* ini masih encer maka disebut *weak black liquor (WBL)*. Untuk mengentalkannya maka digunakan alat yang disebut *evaporator*. Unit *evaporator* dalam unit *chemical recovery plant (CRP)* adalah sebagai unit yang berfungsi untuk mengolah lindi hitam encer (*WBL*) menjadi lindi hitam pekat (*HBL*). Cara pemekatannya adalah dengan cara penguapan, kandungan air yang ada dalam lindi hitam dikurangi

melalui proses penguapan dengan menggunakan *low pressure steam* (tiga bar). Kondesat yang terbentuk dari kondensasi steam dipakai kembali sebagai air umpan *boiler*, sedangkan kondesat yang berasal dari *vapour* lindi hitam akan diproses kembali ke *striPKng system* untuk menurunkan *COD* nya. Untuk mendapatkan total solid yang tinggi maka evaporasi dilakukan dalam beberapa tahap (*multi effect evaporator*). Pada umumnya ada enam *effect*, arah aliran *BL* ada yang searah dan ada yang berlawanan arah. Pada prinsipnya proses evaporasi ini adalah mengubah *WBL* dengan konsentasi 13%-18% total solid untuk dijadikan *HBL* dengan total solid 60%-80%, yang selanjutnya untuk dibakar di *recovery boiler (RB)* menjadi *green liquor (GL)*. Diharapkan digunakan energi seminimal mungkin untuk dapat meningkatkan total solid BL, proses ini dapat dijadikan salah satu langkah untuk konservasi energi dalam mengurangi emisi GRK.

#### ❖ **Digester**

Proses pemasakan bertujuan untuk merubah dari bentuk *chip* menjadi serat-serat (selulosa dan hemiselulosa), dan memisahkan kandungan yang tidak diinginkan seperti lignin dan ekstraktif. Pemasakan kayu untuk menjadi pulp dapat menggunakan batch atau *continuous digester*. Proses pulping yang digunakan adalah proses Kraft dengan bahan kimia pemasak berupa larutan  $\text{Na}_2\text{S}$  dan  $\text{NaOH}$ .

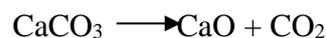
Dalam digester, kedua jenis bahan kimia pemasak tersebut berubah menjadi ion. Ion hidrogen sulfida ( $\text{SH}^-$ ) dan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) adalah ion yang aktif bereaksi dengan komponen-komponen kimia yang terdapat didalam kayu seperti lignin dan selulosa. Ion  $\text{SH}^-$  menyerang lignin membentuk fregulant-lignin, hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan methyl mercaptan ( $\text{CH}_3\text{SH}$ ) yang merupakan sumber bau dalam proses pulping. Sedangkan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) sebagian menyerang lignin dan sebagian lagi menyerang karbohidrat. Dari proses pemasakan ini akan diperoleh unbleached pulp (pulp yang belum diputihkan) dengan bilangan Kappa antara 14 sampai 16. Dari proses ini akan dihasilkan limbah cair yang berupa bahan kimia pemasak bekas atau lindi hitam (black liquor). Pemasakan ini akan memperoleh pulp berwarna coklat dan larutan lindi hitam. Lindi hitam merupakan campuran air, lignin,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan sisa  $\text{Na}_2\text{S}/\text{NaOH}$ . Pulp yang masih bercampur dengan lindi hitam dimasukkan kedalam tangki penyimpanan (blow tank) untuk didinginkan guna mengurangi penguapan gas-gas berbau. Selanjutnya campuran

pulp dan lindi hitam dimasukkan ke knotter guna memisahkan serat-serata kayu yang belum masak untuk diolah kembali di unit digester untuk dimasak kembali.

Untuk continuous digester dengan kapasitas produksi 1500 ton/hari, konsumsi steam yang digunakan dalam bentuk MPS sebesar 53 ton/jam dan dalam bentuk LPS sebesar 0,6 ton/jam, sedangkan aliran *black liquor* ke Vacuum Evaporator berkisar antara 450-550 m<sup>3</sup>/jam dengan blow flow sekitar 562,65 m<sup>3</sup>/jam. Karena energi yang digunakan dalam proses ini cukup tinggi, maka proses ini dapat dijadikan salah satu proses untuk penghematan energi dengan teknologi atau metode tertentu untuk mengurangi konsumsi energinya.

#### ❖ Lime Kiln

*Lime kiln* adalah suatu proses daur ulang *lime mud* yang terbentuk dari proses *recausticizing* menjadi kapur kembali dengan cara kalsinasi di dalam *rotary kiln*, di dalam *lime kiln* terjadi:



*Lime* adalah bahan kimia pembantu yang disirkulasikan dan digunakan untuk mengkonversikan *green liquor* yang datang dari *recovery boiler* menjadi *white liquor*. Peralatan *causticizing* bersama *lime reburning* membentuk siklus kapur, setelah proses *causticizing* selesai, semua kapur berubah menjadi *calcium carbonat*. Kegunaan dari pembakaran ulang kapur adalah untuk mengkonversikan kalsium carbonat menjadi kalsium oksida. Peralatan utama dalam pembakaran ulang kapur adalah *rotary lime klin*. *Lime mud* yang diumpankan ke dalam *kiln* adalah suatu campuran air dan CaCO<sub>3</sub>. Biasanya *lime mud* kering mengandung padatan 60-65%. Sebelum masuk ke *kiln* sebaiknya *lime mud* memenuhi beberapa syarat yaitu:

- a. Padatan *lime mud* kering yang masuk ke dalam *kiln*, seseragam mungkin
- b. Kandungan kebasahan *lime mud* yang masuk ke dalam *kiln*, sekonstan mungkin
- c. Alkali terlarut dalam *lime mud* yang masuk ke dalam *kiln* sekonstan mungkin.

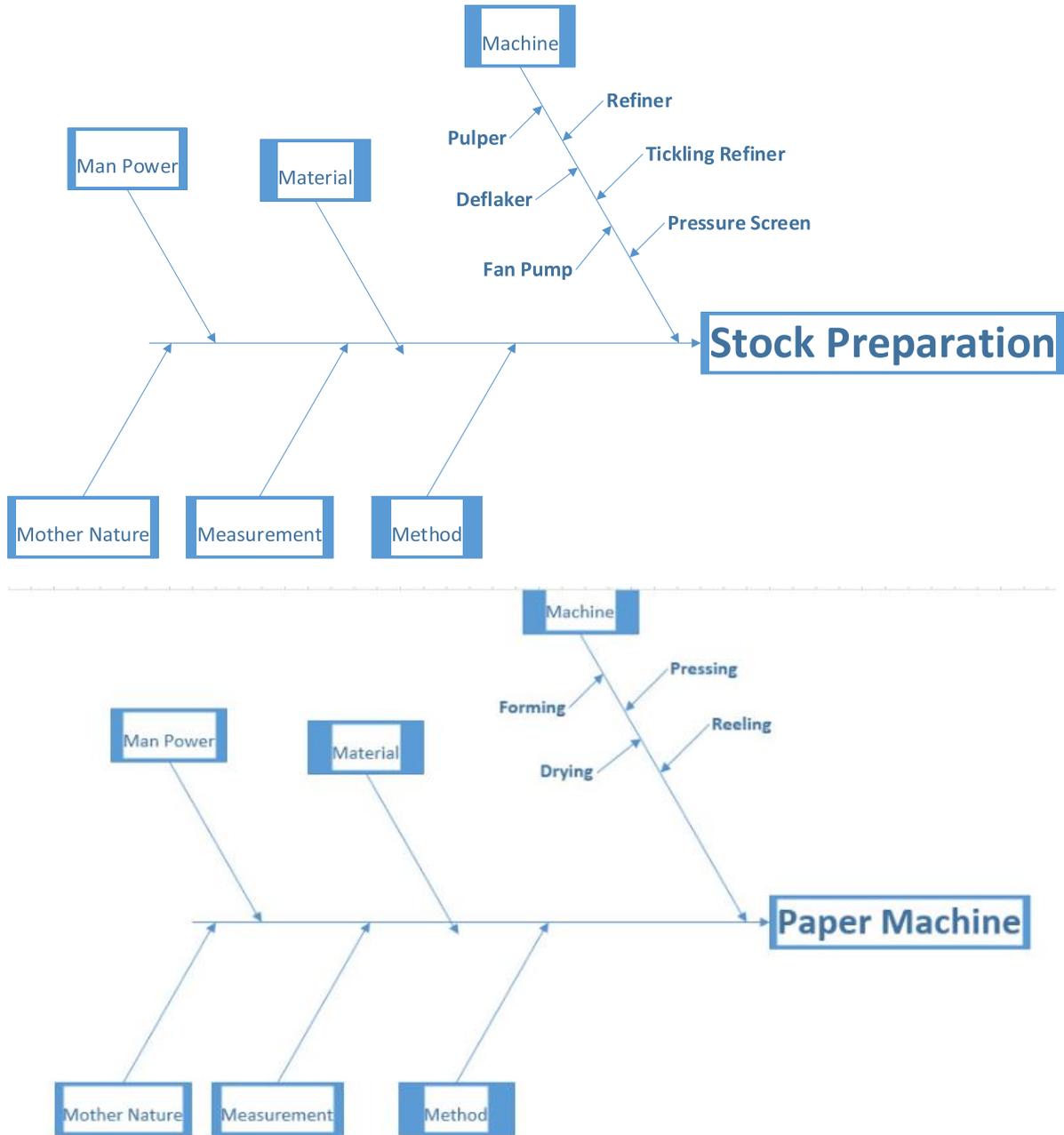
Bahan bakar yang digunakan untuk membakar *lime mud* tersebut adalah solar atau gas atau natural gas. *Lime* kering yang berasal dari *lime mud filter*, akan diumpankan ke dalam *lime kiln* melalui *belt conveyor* dan jatuh ke dalam *screw conveyor*. Dari *screw conveyor* inilah *lime mud* masuk ke *feed end*, kemudian terbawa ke atas dari tarikan uap panas *ID fan* selanjutnya jatuh kembali melalui *cyclone* ke *kiln*. Lamanya waktu tinggal *lime mud* di dalam *lime kiln* sekitar tiga setengah hingga empat jam, lamanya waktu tinggal tersebut biasanya tergantung dari kecepatan *kiln*. Waktu tinggal dan distribusi panas dalam kiln sangat penting untuk kualitas produksi. Pendistribusian panas dapat diubah dengan mengatur bentuk api yang mana pembentukannya diatur oleh kecepatan aliran udara melalui *primary air fan* dan *ID fan*. Ketika *lime mud* jatuh ke dalam *kiln*, kandungan airnya diuapkan dan akhirnya masuk ke dalam zona pembakaran, reaksi sebenarnya terjadi pada temperatur sekitar 1.100°C.

Selanjutnya kapur akan keluar dari kiln setelah melewati dam, kemudian baru ke *cooler* melewati *grizzlies*. Ketika *kiln* berputar, kapur bergerak masuk ke dalam ruangan *cooler*. Pada ujung pembuangan *cooler* tersebut terdapat saringan yang berfungsi untuk memisahkan kapur kecil dan kapur besar (untuk dihancurkan). *Hopper* mengumpulkan jatuhnya kapur yang berasal dari *cooler* dan membaginya di dalam ruangan untuk pemecahan dan pengiriman, selanjutnya kapur akan jatuh ke *buchket elevator* yang kemudian ditransportasikan menuju *lime bin* untuk digunakan dalam proses *recausticizing*. Untuk menangani gas buang yang dihasilkan dari prosesnya, maka *lime kiln* dilengkapi dengan alat penyaring debu yaitu *ESP (Electro Static Precipitator)*, gas-gas buang dari *lime kiln* biasanya mengandung debu yang jumlahnya bervariasi yaitu sekitar 5-15% dari produksi kiln. Gas buang tersebut akan dibersihkan pada bagian filter yang menggunakan *electrostatic precipitator*. Pembersihan pada *filter* ini dilakukan secara otomatis dengan cara menggetarkan elektroda dengan plate, sehingga debu turun ke bawah filter dan dikumpulkan dengan alat yang dinamakan *chain conveyor*. Selanjutnya debu hasil penyaringan dikembalikan lagi ke *kiln*, sedangkan gas bersih dibuang ke udara setelah melewati *stack*.

Penggunaan bahan bakar fosil dalam pembakaran lime mud akan menghasilkan emisi GRK yang signifikan, apabila bahan bakar pembakaran lime mud nya

menggunakan biomassa maka diharapkan dapat mengurangi emisi GRK dari penggunaan bahan bakar.

**b) Industri Kertas**



**Gambar Appendix 4.2.** Diagram Tulang Ikan Emisi GRK pada Industri Kertas

## 2. Analisa Rantai Nilai (Teori Porter) Pada Industri Pulp dan Kertas

Industri pulp dan kertas sangat terkait dengan industri lain, diantaranya industri percetakan, industri pengemasan dan pengepakan, industri makanan minuman, serta menjadi penunjang berbagai kegiatan administrasi, kearsipan dan perkantoran. Di Indonesia, kedua jenis industri ini masih berpotensi untuk tumbuh sehingga bisa menjadi pemain utama dunia.

Peluang pertumbuhan terbuka lebar seiring dengan permintaan pasar domestik dan ekspor yang terus meningkat. Kebutuhan kertas global di proyeksikan sebesar 490 juta ton pada tahun 2020.

Di wilayah Asia, Indonesia menempati peringkat ketiga untuk industri pulp dan peringkat keempat untuk industri kertas. Sementara di dunia, produksi pulp Indonesia menempati peringkat kesepuluh, dan industri kertas peringkat keenam. Perolehan ini didapatkan dari kapasitas produksi pulp yang sudah mencapai 11 juta ton per tahun dan 16 juta ton per tahun untuk kertas. Pihak-pihak yang berkepentingan akan terus mendorong peningkatan ekspor pulp dan kertas dengan memperkuat basis produksi serta mengusulkan pemberian insentif perpajakan untuk merangsang investasi baru.

Industri pulp dan kertas adalah industri yang mengolah kayu sebagai bahan dasar untuk memproduksi pulp, kertas, papan, dan produk berbasis selulosa lainnya. Industri pulp dan kertas adalah salah satu kelompok industri kimia yang menjadi unggulan Indonesia. Peran kertas dalam kehidupan tidak hanya sebagai sarana tulis menulis saja, tetapi kini telah merambah dibanyak hal seperti packaging, merchandise, hingga penelitian seperti kertas saring, lakmus, dan lainnya. Industri ini di Indonesia merupakan Industri yang besar dan bahkan menjadi unggulan, sehingga alangkah baiknya kita dapat mengetahui bagaimana proses pembuatan pulp sampai menjadi kertas yang kita kenal sekarang

Berbagai tantangan harus dihadapi oleh para pengusaha pulp dan kertas. Tantangan tersebut antara lain seperti keterbatasan bahan baku kertas daur ulang dalam negeri serta biaya verifikasi yang cukup tinggi untuk kebutuhan impor kertas daur ulang, tantangan berikutnya yang tidak kalah urgentya untuk di hadapi aalah tingkat emisi GRK pada Industri Pulp dan Kertas yang masuk dalam 10 besar di Indonesia.

## A. Aktivitas Utama

### 1. Proses Pembuatan Pulp

Pulp adalah hasil pemisahan serat dari bahan tak berserat atau bisa dikatakan sebagai bubur kertas. Sumber bahan baku pulp berasal dari tanaman berserat, namun tidak semua tanaman berserat dapat dijadikan pulp.

Terdapat 2 jenis bahan baku dalam pembuatan pulp, yaitu wood (Acacia, Eucalyptus, dsb.) dan non-wood (pelepah pisang, kenaf, bambu, dsb). Dari kedua jenis ini industri pulp dan kertas memakai bahan baku wood. Bahan baku wood juga terbagi lagi menjadi 2 jenis yaitu kayu serat panjang (softwood) dan kayu serat pendek (hardwood), kedua bahan baku ini akan menghasilkan jenis pulp yang berbeda pula.

Ada 3 (empat) proses pembuatan Pulp yaitu:

✓ Mekanis

Pembuatan pulp mekanis menggunakan geser mekanis untuk memisahkan serat dan biasanya terintegrasi dengan produksi kertas. Sebagian besar lignin tetap dengan serat; sekitar 95% persen kayu berakhir di pulp. Pulp mekanis terutama digunakan untuk kertas yang lebih lemah seperti kertas koran dan kertas ini menjadi kuning dan rapuh seiring waktu karena kandungan ligninnya. Ada dua proses utama untuk pulping mekanis: pulping termo-mekanis (TMP) dan pulping kayu stoneground. Pulp juga diproduksi dalam proses yang menggabungkan teknologi pulping kimia dan mekanis

✓ Kimia

Pembuatan pulp kimia adalah proses pembuatan pulp yang mendominasi berdasarkan serat murni. Dalam proses ini, serat diekstraksi dari kayu dalam digester di bawah tekanan dengan menggunakan bahan kimia memasak (yang melarutkan lignin) dan kemudian dipisahkan dengan pencucian. Sekitar 50% dari kayu (terutama selulosa) diubah menjadi pulp sementara lignin, banyak zat organik lainnya dan bahan kimia memasak berakhir di cairan pulp bekas (disebut cairan hitam). Cairan hitam

dipanaskan untuk menguapkan air dan meningkatkan kandungan padatan. Cairan hitam kemudian dibakar dalam boiler pemulihan bahan kimia yang menghasilkan uap untuk produksi listrik dan panas proses. Bahan kimia memasak diambil dari dasar boiler sebagai smelt yang kemudian dilarutkan dalam air untuk membentuk cairan hijau. Bahan kimia memasak diregenerasi dalam causticizer di mana cairan hijau direaksikan dengan kalsium hidroksida (dihasilkan dari kalsium oksida). Endapan dari causticizer disebut lumpur kapur dan dibakar di tempat pembakaran kapur untuk meregenerasi kalsium oksida. Proses pulping kimia meninggalkan serat yang cukup utuh yang membuat pulp ini cocok untuk produk kertas berkualitas tinggi. Ada dua proses utama untuk pulping kimia: sulfat (kraft) pulping dan sulfit pulping. Pembuatan pulp sulfat (kraft) adalah proses yang paling umum; pulp sulfit terutama digunakan untuk produksi kertas khusus dan produk non-kertas. Kelas khusus pulp sulfit yang diputihkan dikenal sebagai pulp larut yang digunakan untuk produksi turunan selulosa dan tekstil (misalnya viscose).

✓ Re-Pulping Process

Kertas recovered digunakan sebagai sumber serat dalam proses re-pulping. Kertas pulih direndam dalam wadah besar di mana serat hancur. Langkah-langkah berikut melibatkan penghilangan berbagai aditif (kontaminan); untuk menghilangkan tinta kertas berkualitas tinggi diperlukan. Langkah lain yang mungkin adalah fraksinasi yang memisahkan aliran serat menjadi dua atau lebih aliran berdasarkan sifat serat seperti panjang serat. Kualitas setiap aliran serat dengan demikian dapat disesuaikan agar sesuai dengan kebutuhan produk. Proses re-pulping selalu terintegrasi dengan produksi kertas. Kertas koran dan bahan bungkus (jenis kemasan) hampir seluruhnya diproduksi dari kertas bekas (CEPI, 2017).

Secara umum proses pembuatan kertas pada Industri pulp menggunakan proses kimia. Proses kimia yang digunakan pada industri pulp adalah proses Alkali Kraft.

a) Wood Preparation

proses ini merupakan tahap awal persiapan kayu sebagai bahan baku yang akan dijadikan serpihan kayu (chip). Potongan kayu dari Hutan Tanaman Industri (HTI) dengan panjang 2-3 meter dan diameter sekitar 30 cm diangkut dan ditumpuk ditempat penumpukan kayu sementara (log yard) sekitar tiga bulan. Log kayu selanjutnya dikirim ke conveyor belt menuju alat pengupas kulit (debarken, proses ini dinamakan Debarking. Kayu yang telah dikuliti lalu diumpankan ke Chipper yang berfungsi memotong kayu menjadi serpihan kayu (chip). Chip selanjutnya akan dikirim ke Penyaringan utama (main screening) untuk memisahkan accept, oversize, dan pin chips. Chip yang berukuran standar akan dibawa conveyor untuk ditumpuk ke tempat penumpukkan chip (chip yard) sebelum digunakan sebagai bahan baku di Unit Pembuatan Pulp.

b) Cooking:

proses Cooking ini adalah proses terpenting yang bertujuan melarutkan komponen lignin dalam kayu dengan menggunakan chemicals dan panas. Untuk mendapatkan keseragaman kualitas pulp cooking, diperlukan kualitas chip yang baik dan seragam. Pada Industri pulp umumnya menggunakan proses Alkali atau dikenal dengan proses Kraft. Proses Cooking ini berlangsung di dalam vessel besar bertekanan yang bernama Digester. Chips akan masuk ke dalam Digester, bersamaan dengan chemicals serta steam. Dalam proses ini variabel suhu, waktu, rasio, dan konsentrasi chemicals harus diperhatikan. Chemicals yang digunakan dalam Pulping Kraft dikenal dengan nama "white liquor" yang mengandung NaOH dan Na<sub>2</sub>S. "White liquor" ini akan melarutkan lignin sehingga didapat fiber yang diinginkan. Lignin yang terlarut dalam "white liquor" (tadi dinamakan "black liquor" (karena visualnya memang berwarna hitam. Kemudian "black liquor" ini akan dikirim ke Chemical Recovery untuk di recovery menjadi "white liquor" kembali

c) Washing

setelah proses Cooking tentunya pulp yang dihasilkan belum sepenuhnya bersih dari lignin yang terlarut tadi, sehingga dilakukan Washing

menggunakan washer diffuser atau press wash, setiap industri memiliki tipe washer yang berbeda.

d) Screening:

setelah Washing maka perlu dilakukan Screening yang secara selektif memisahkan zat-zat terlarut dari pulp. Bahan-bahan yang dipisahkan pada screening adalah knot (mata kayu), shives (bundel dari dua atau lebih berat), dirt (kotoran), plastik. Partikel yang dipisahkan dikonsentrasikan pada sebuah aliran sehingga mereka dapat dibuang.

e) Oxygen Delignification:

setelah proses Washing dan Screening maka dilakukan proses Oxygen Delignification yang bertujuan untuk membersihkan lignin yang masih tersisa dari pulping, sehingga dapat mengurangi jumlah lignin yang masuk proses selanjutnya. Selain itu proses ini juga dapat mengurangi konsumsi bahan kimia di dalam proses bleaching serta mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari proses dari proses bleaching.

f) Bleaching:

tujuan dari proses bleaching adalah meningkatkan brightness (kecerahan) pulp, meningkatkan kebersihan pulp, serta mengeluarkan kotoran. Prinsip dari bleaching ini adalah mengeluarkan sisa lignin untuk mendapatkan kecerahan pulp yang tinggi. Bleaching memiliki beberapa urutan proses (sequences) yang berbeda tergantung dari kecerahan yang diinginkan. Selain itu juga tiap tahap menggunakan chemicals yang berbeda. Berikut beberapa chemicals yang dapat dipakai:

Chlorine gas (C) — Chlorination;

✓ NaOH (E) — Ekstraksi;

✓ ClO<sub>2</sub> (D) — *Chlorine dioxida*; NaClO/Ca(ClO)<sub>2</sub> (H) —  
*Hypo chloride*;

✓ O<sub>2</sub> (I) — Oksigen;

✓ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (P) — *Peroxide*;

✓ O<sub>3</sub> (Z) — *Ozone*

✓ EDTA (Q) — *Chelating agent*,

✓ *Enzyme* (X)

Sedikit catatan bahwa tidak semua pulp itu dilakukan bleaching, tergantung jenis pulp yang akan diproduksi. Contohnya untuk pulp yang digunakan untuk pembuatan kertas kantong semen maka tidak diperlukan bleaching. Pulp yang melalui proses bleaching disebut "bleached pulp", sedangkan yang tidak melalui proses bleaching disebut "unbleached pulp". Untuk beberapa industri menerapkan Integrated Mill, sehingga setelah proses bleaching akan dilanjutkan ke proses pembuatan kertas. Jika industri kertas yang tidak terintegrasi maka pulp yang telah di-bleaching tadi akan dilakukan proses pembentukan lembaran pulp yang siap dikirim ke tiap pabrik kertas

## **2. Papermaking**

### **a) Head Box**

Bubur kertas dipompa ke mesin pembuatan kertas besar yang membentang hampir empat kali panjang kolam renang Olimpiade, dan berdiri setinggi bangunan tiga lantai. Mulai dari bagian pertama yang disebut head box, massa bubur kertas disemprotkan melalui celah horizontal di atas kawat yang bergerak untuk menghilangkan air berlebih

### **b) Wire section**

DI bagian ini, fiber mulai tersebar dan terbentuk menjadi lembaran tipis. Nama proses ini diambil dari bentuk tersebut, yakni pembentukan lembaran

### **c) Press section**

Dengan kecepatan hampir 90 kilometer per jam, gelaran-gelaran tipis dimasukkan ke dalam area penekanan (press section), dimana hingga 50% kadar air diperas. Hingga 90% dari air yang dihasilkan dalam proses pembuatan juga digunakan kembali

### **d) Drying**

Suhu mulai memanas ketika lembaran-lembaran dikeringkan dalam suhu lebih dari 100 derajat Celsius di atas rangkaian silinder besi. Namun proses pembuatan kertas berkualitas tak berhenti sampai di sana

### 3. Finishing

#### a) Converting

Lapisan kimia diletakkan pada permukaan kertas yang telah dikeringkan untuk memperbaiki kertas sebelum dimasukkan ke gulungan besar berukuran 8,5 meter. Namun, tentunya kebanyakan dari alat cetak yang kita gunakan sehari-hari tak bisa bekerja dengan kertas dengan ukuran tersebut, sehingga gulungan-gulungan besar harus dipotong menjadi bagian-bagian yang lebih kecil.

#### b) Finishing and packaging

Lembaran-lembaran kertas yang lebih kecil diproses lebih jauh lagi dengan dibungkus kemasan, sebelum nantinya ditumpuk dan dimasukkan ke dalam kardus dan dikirim ke seluruh penjuru dunia, diantar ke depan pintu Anda dan siap untuk menjadi landasan untuk mahakarya anda

### 4. efisiensi energi dalam pabrik pulp dan kertas

Peningkatan efisiensi energi dapat berkontribusi pada dekarbonisasi IPK. Efisiensi energi selalu penting bagi IPK karena memungkinkan pengurangan biaya energi dan perbaikan berkelanjutan telah dilakukan selama beberapa dekade terakhir. Perbaikan lebih lanjut dapat dicapai dengan penggantian mesin secara bertahap ke peralatan yang lebih efisien, peningkatan kontrol dan optimasi proses, dan pemulihan limbah panas (Suhr et al., 2015). Setiap pabrik biasanya memiliki keseimbangan energi yang unik dengan kebutuhan panas dan listrik, dan seringkali produksi CHP. Pemulihan panas dapat dicapai dengan integrasi panas dan pemasangan pompa kalor industri yang mengangkat suhu panas buangan dengan input listrik ke suhu yang cukup tinggi untuk digunakan kembali (lihat lebih lanjut di Bagian tentang elektrifikasi). Sistem manajemen energi merupakan alat penting untuk mengidentifikasi dan menerapkan langkah-langkah energi karena sistem ini mengarah pada cara sistematis untuk menangani masalah ini (Stenqvist et al. 2011). CEPI (2017c) memperkirakan bahwa peningkatan efisiensi energi melalui peningkatan otomatisasi dan digitalisasi serta investasi dalam proses produksi mutakhir dapat menghasilkan pengurangan emisi GRK tahunan sebesar 7 Mt CO<sub>2</sub> pada tahun 2050 dibandingkan dengan tahun 2015.

Pergeseran bertahap ke teknologi tercanggih dapat membawa peningkatan penting dalam efisiensi energi, tetapi teknologi yang muncul dan radikal akan diperlukan untuk mencapai penghematan energi yang substansial di IPK. Dalam upaya penelitian produksi pulp mekanis berfokus pada peningkatan efisiensi pemurnian dan penggilingan serta perlakuan awal serpihan kayu. Pretreatment serpihan kayu berpotensi mengurangi penggunaan energi serta bahan kimia dalam proses pembuatan pulp kimia. Dua teknologi yang muncul untuk pabrik pulp kraft adalah pretreatment microwave dan penggunaan kembali cairan hijau untuk pretreatment serpihan kayu. Untuk pulping mekanis, pretreatment biologis dan pretreatment kimia dengan bahan kimia baru sedang dikembangkan (Kong et al., 2016). Ada juga penelitian tentang konsep pulping radikal baru yang didasarkan pada penggunaan pelarut eutektik dalam yang diproduksi oleh tanaman. Pelarut ini dapat melarutkan lignin pada suhu rendah dan tekanan atmosfer dan dengan demikian menggantikan pulping kimia dan mekanis. Manfaat dari teknologi pulping ini adalah akan memberikan penghematan energi 40% dan memungkinkan ekstraksi selulosa dari limbah (CEPI, 2013).

Karena pengeringan adalah penggunaan energi terbesar dalam produksi kertas, IPK selalu mencari cara baru untuk memproduksi kertas dengan lebih sedikit air, cara pengeringan kertas yang lebih efisien, dan teknologi pengeringan yang lebih baik. Salah satu contohnya adalah pengembangan mesin press nip yang diperluas untuk dewatering (Luiten, 2001). Contoh lain yang telah dikembangkan sejak lama adalah pengeringan impuls (Nilsson et al., 1995; Luiten, 2001; Laurijssen et al., 2010). Salah satu konsep yang muncul adalah menggunakan uap yang dikombinasikan dengan sebagian besar serat kering untuk membentuk kertas dan papan. Konsep lain yang muncul adalah untuk menanggukkan serat dalam larutan yang sangat kental bukan air (disebut sebagai DryPulp) dan pengeringan dengan CO<sub>2</sub> atau uap super panas (CEPI, 2013)

## **5. Efisiensi bahan dalam pembuatan dan desain produk**

Meningkatkan penggunaan kertas yang diperoleh kembali dalam produksi kertas menghemat sumber daya kayu dan energi karena pulp ulang membutuhkan input energi yang lebih sedikit daripada pulp kimia dan mekanis. Ada potensi tertentu untuk meningkatkan daur ulang kertas dengan meningkatkan pengumpulan kertas

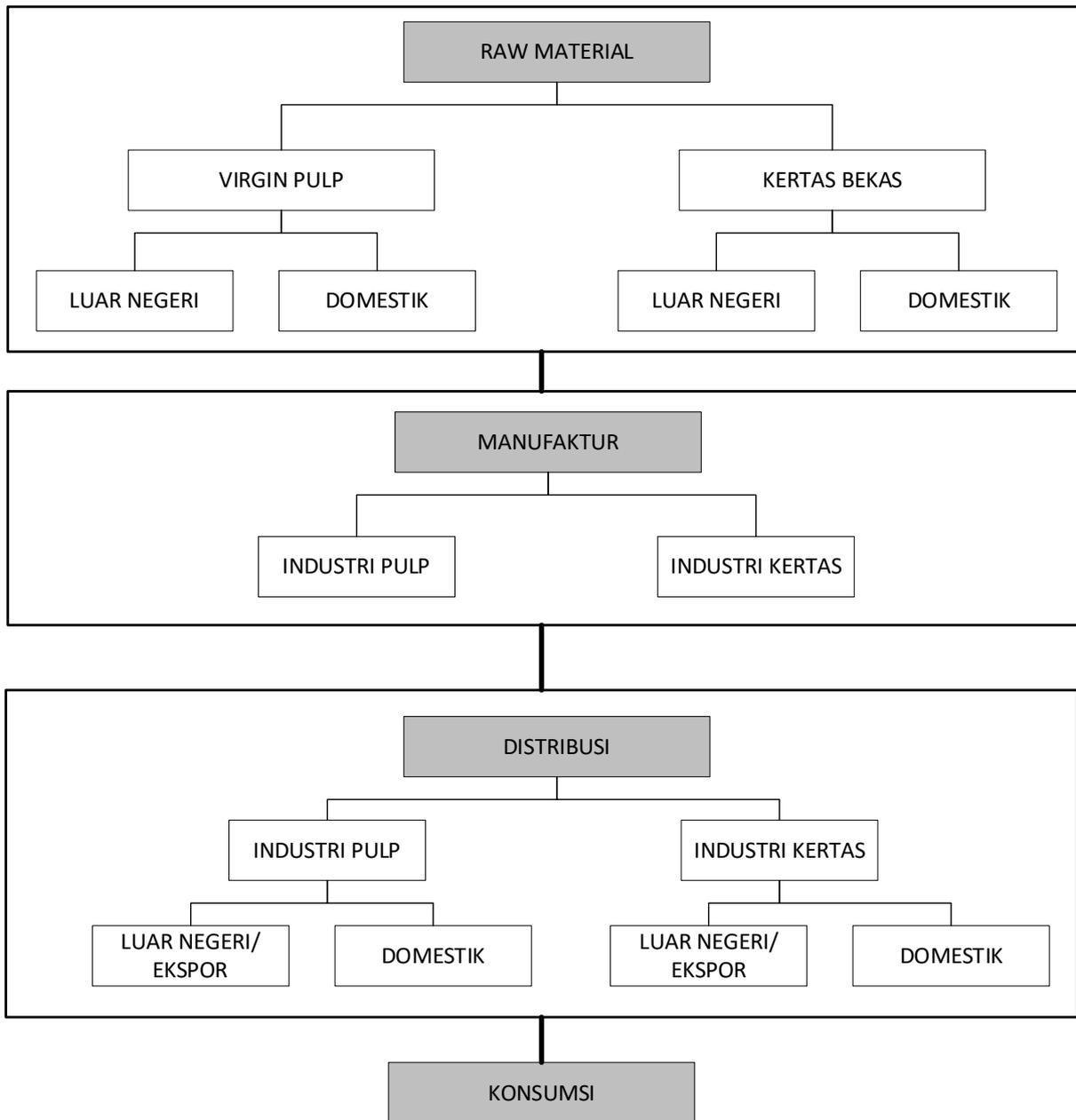
dari sumber yang dipisahkan dan meningkatkan teknologi penyortiran. Tingkat daur ulang 80% (sama dengan menggunakan serat rata-rata lima kali) telah disarankan untuk menjadi tujuan yang realistis mengingat konsumsi kertas yang tidak dapat dipulihkan seperti tisu (Miranda et al, 2010). Pemanfaatan kertas daur ulang di IPK juga dapat ditingkatkan dengan mengurangi ekspor kertas daur ulang. Pada 2018 China melarang impor berbagai barang daur ulang, termasuk kertas yang tidak disortir. Oleh karena itu, perubahan dalam pengumpulan dan pemilahan sampah diperlukan untuk meningkatkan pemanfaatan jenis kertas daur ulang ini di IPK.

Kualitas *recovered paper* berbeda antara nilai kertas yang berbeda. Untuk menangani variasi ini, ada daftar standar Eropa untuk *recovered paper and board* (EN 643) yang mendefinisikan nilai dan kombinasi jenis kertas yang dipulihkan yang dapat diterima untuk didaur ulang. Potensi utama untuk penggunaan kertas pulih yang diperpanjang terletak pada produksi kertas grafis, yang persyaratan kualitasnya selalu tinggi (Miranda et al, 2010). Ada juga potensi untuk menghemat sumber daya dan energi kayu dengan memproduksi produk yang lebih ringan atau dengan memodifikasi komposisi bahan (dengan serat, pengisi, dll) dari produk kertas

## **B. Aktivitas Pendukung**

### **1. Analisis Pelaku Sepanjang Rantai Pasok Komoditas Pulp Dan Kertas Di Indonesia**

Dalam analisis ini kami akan menggambarkan beberapa pelaku yang terlibat dalam rantai pasok industri pulp dan kertas di Indonesia, untuk dapat mengetahui para pelaku yang terlibat dalam rantai pasok, kami menganalisa data secara global terkait ekspor dan impor kebutuhan pulp dan kertas dunia serta melakukan penelitian di 9 perusahaan pulp dan kertas, adapun 9 perusahaan tersebut yakni PT Kertas Basuki Rachmat, PT Alkindo Naratama Tbk, PT Indah Kiat Tbk, PT Fajar Surya Wisesa Tbk, PT Toba Pulp Lestari Tbk, PT Tjiwi Kimia Tbk, PT Kedaung Sertia Industrial Tbk, PT Suparma Tbk, PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk.



**Gambar Apendix 4.3.** Rantai Pasok Industri Pulp Dan Kertas Di Indonesia

Berdasarkan grafik diatas, pelaku rantai pasok industri pulp dan kertas di Indonesia dapat dikategorikan menjadi 4 kategori yakni raw material, manufaktur, distribusi (distributor) serta konsumen.

**a) Raw Material**

Komoditas pulp dan kertas di Indonesia merupakan hasil dari produktivitas dua industri besar yang saling terintegrasi satu sama lain, dua industri tersebut

adalah industri pulp dan kertas. Industri kertas akan menjadi efisien apabila terintegrasi secara keseluruhan dengan industri pulp. Hal ini dikarenakan hasil olahan dari industri pulp merupakan bahan baku untuk industri kertas. Sedangkan bahan baku yang digunakan oleh industri Kertas berasal dari 2 jenis bahan baku yakni Virgin pulp dan kertas bekas.

Virgin pulp merupakan produk dari industri pulp. Adapun bahan baku utama yang digunakan dalam produksi Virgin pulp di Indonesia adalah kayu yang berasal dari hutan tanaman industri. Berdasarkan data Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia menyatakan bahwa kebutuhan bahan baku industri pulp belum dapat sepenuhnya diperoleh dari dalam negeri, hal ini dikarenakan bahan baku dari Virgin pulp memiliki 2 jenis serat kayu yang saling melengkapi, yaitu serat kayu pendek dan serat kayu panjang. Di Indonesia pohon berserat kayu

panjang tidak dapat dibudidayakan karena adanya perbedaan iklim yang tidak cocok bagi pembudisayaan tanaman ini. Dengan demikian, untuk dapat memenuhi kebutuhan bahan baku berjenis kayu berserat panjang, Indonesia melakukan impor ke beberapa negara yang memproduksi serat kayu panjang. Pemenuhan kebutuhan serat kayu panjang industri pulp di Indonesia disupply oleh negara Kanada, Brazil dan Chili. Ketiga negara tersebut memiliki keunggulan dibidang produksi serat panjang di dunia.

Selain Virgin pulp, jenis bahan baku lainnya yang digunakan dalam proses produksi di industri kertas adalah kertas bekas. Kertas bekas dijadikan sebagai bahan baku utama dalam produksi kertas kelas dua. Adapun beberapa kertas yang masuk pada kertas kelas 2 adalah kertas packaging dan brownpaper. Kebutuhan kertas bekas untuk produksi kertas kelas dua sangat bergantung pada impor kertas bekas dari luar negeri. Menurut Misbahul Huda sebesar 80 % kebutuhan kertas bekas untuk produksi di industri kertas masih harus di supply oleh beberapa negara. Hal ini di sebabkan oleh kapasitas kertas bekas domestik hanya mampu memenuhi 20 % dari kebutuhan produksi, selain itu jumlah kertas bekas di indonesia keberadaannya telah tersebar dan sulit untuk di kumpulkan (jadi bungkus makanan, kue dan sebagainya).

Berdasarkan data Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia, Kuantitas rata rata kertas bekas di negara maju adalah 200 –300 kg/kapita/tahun. Kuantitas rata rata kertas bekas di negara asean adalah 75 kg/kapita/tahun. Sedangkan kuantitas rata rata kertas bekas di Indonesia adalah 32 - 35 kg/kapita/tahun. Permasalahan impor kertas bekas menjadi permasalahan besar yang menyudutkan industri kertas. Permasalahan impor menjadi permasalahan karena dikaitkan dengan isu lingkungan yang di menganggap impor kertas bekas adalah sesuatu hal yang dianggap negatif. Asumsi itu ada dikarenakan terdapat peraturan total verifikasi consumption yang dikenakan pada 3 jenis barang yakni plastik bekas, besi bekas dan kertas bekas. Peraturan total verifikasi consumption ini ada dengan tujuan untuk menghindari agar Indonesia tidak menjadi tempat pembuangan sampah sampah.

Supplier kertas bekas tidak dapat teridentifikasi berdasarkan data, hal ini dikarenakan adanya impor kertas bekas didasarkan pada keberadaan kertas bekas yang kapasitas nya berbeda beda di setiap negara. Sedangkan untuk harga impor kertas bekas didasarkan pada biaya jasa pengumpulan kertas bekas di suatu negara.

#### **b) Manufaktur.**

Berdasarkan data Asosiasi Pulp Dan Kertas Indonesia (APKI), Indonesia memiliki 2 perusahaan pulp dan 82 perusahaan produsen kertas yang masih aktif,

strategi keberlanjutan faktor faktor produksi, industri kertas memiliki sistem pasokan bahan baku yang bertanggung jawab. Seluruh pulp yang digunakan Perseroan memiliki dokumentasi lacak balak yang menjamin bahwa pulp tersebut berasal dari sumber yang dapat dilacak. Perseroan menggunakan sistem Lacak Balak (*Chain of Custody/CoC*) guna memastikan tidak ada bahan baku ilegal yang masuk ke dalam rantai pasokan. seperti halnya PT Tjiwi Kimia Tbk telah memperoleh sertifikasi Lacak Balak berdasarkan standar PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) pada tahun 2008.

Selain itu, Berdasarkan undang-undang dan peraturan yang berlaku di Indonesia, PT Tjiwi Kimia Tbk berkomitmen untuk beroperasi sesuai dengan ketentuan yang tertuang dalam Sistem Verifikasi Legalitas Kayu (SVLK). Sistem Verifikasi Legalitas Kayu (SVLK) merupakan sistem yang disusun pemerintah Indonesia, bekerja sama dengan pemangku kepentingan nasional dan internasional untuk memastikan semua produk kayu Indonesia yang diperdagangkan memiliki status legalitas dan bisa dilacak asal muasalnya. Sistem Verifikasi Legalitas Kayu (SVLK) adalah langkah pertama menuju sertifikasi penuh untuk Pengelolaan Hutan Produksi Lestari (PHPL). Negara-negara yang mengimpor produk kayu Indonesia akan memiliki tingkat keyakinan tinggi bahwa produk yang disertifikasi Sistem Verifikasi Legalitas Kayu (SVLK) telah memenuhi standar yang ketat untuk legalitas kayu, yang kompatibel dan setara dengan sistem Lacak Balak (CoC) dari negara-negara lain di dunia. PT Tjiwi Kimia Tbk mendapatkan sertifikasi SVLK di akhir tahun 2012.

Adapun untuk kebijakan konservasi hutan (forest conservation policy). Pada 5 Februari 2013, APP mengumumkan *Forest Conservation Policy* (FCP) untuk meningkatkan komitmennya dalam melindungi hutan alam di seluruh rantai pasokannya. Kebijakan ini berlaku untuk seluruh konsesi pemasoknya di Indonesia. Terdapat empat prinsip kunci dalam Forest Conservation Policy (FCP): 1) Tidak ada lagi pembukaan hutan alam dimana APP beroperasi, yang diidentifikasi melalui penilaian independen Nilai Konservasi Tinggi/*High Conservation Value* (HCV) dan penilaian Stok Karbon Tinggi/*High Carbon Stock* (HCS), 2) APP akan mendukung tujuan Pemerintah Indonesia untuk menurunkan emisi gas rumah kaca melalui perlindungan hutan gambut dan penerapan praktek kerja terbaik dalam manajemen lahan gambut, 3) APP dan pemasok kayunya akan menerapkan praktek kerja terbaik dalam hubungannya dengan masyarakat, yang mencakup prinsip-prinsip *Free Prior Informed Consent* (FPIC), untuk menghindari dan mengatasi konflik sosial di rantai pasokan kayunya di Indonesia, dan 4) APP akan mengembangkan langkah-langkah untuk memastikan bahwa sumber-sumber pulp impornya mendukung manajemen hutan yang bertanggung jawab. Selama satu dekade terakhir, Perseroan bersama dengan APP telah membangun dan mengimplementasikan

strategi keberlanjutan yang luas untuk melindungi aspek kritikal dari sumber daya alam, area bernilai konservasi tinggi dan keanekaragaman hayati di Indonesia. Dalam segi efisiensi, perusahaan kertas yang melakukan impor untuk aktivitas produksi telah melakukan upaya yang baik untuk mencapai efisiensi seperti peletakan lokasi pabrik yang dekat dengan akses pelabuhan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan Peseroan dalam menjalankan usahanya, terutama dalam memasarkan dan mendistribusikan produknya. Hal ini tentunya juga menghemat biaya pengiriman. Strategi efisiensi ini telah dilakukan oleh PT Kertas Basuki Rahmat Indonesia dan PT Indah Kiat.

Selain itu efisiensi dalam segi produksi dan operasional dilakukan perusahaan dengan cara memaksimalkan sumberdaya serta melalui penerapan anggaran yang ketat, dan menjaga kesinambungan pasokan bahan baku dan Good Corporate Governance (GCG). yaitu adanya efisiensi yang dibuktikan dengan adanya penurunan jumlah karyawan yang cukup signifikan namun tidak terlalu mempengaruhi penurunan kinerja produksi, justru perseroan mengalami peningkatan kinerja produksi.

Adapun titik kritis potensi kegagalan komponen produksi yang paling penting pada keseluruhan objek penelitian terletak pada fluktuasi harga bubur kertas (pulp). Harga jual pulp dan kertas sangat tergantung dari harga yang berlaku di pasaran internasional yang memiliki kecenderungan berfluktuasi tergantung tingkat permintaan dan penawaran. Disamping itu, harga jual produk-produk Perseroan juga tergantung pada beberapa faktor lain yang berada di luar kendali Perseroan, seperti kondisi perekonomian global dan perubahan kurs mata uang.

### **c) Distributor**

Menurut Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia kebutuhan kertas di Indonesia perkapita pada tahun 2018 sebesar 38kg/kapita dengan asumsi pertumbuhan 5%. Perusahaan produsen pulp dan kertas di Indonesia telah memproduksi kertas dan mendistribusikan produknya untuk memenuhi permintaan dalam negeri dan luar negeri. Salah satu contohnya adalah PT. Fajar Surya Wisesa yang pada tahun 2018 mendistribusikan penjualan domestik dan memberikan

kontribusi sekitar 85% dalam industri karton boks dan converter independen sementara total penjualan ekspor sebesar 15% ke negara-negara Asia.

PT. Fajar Surya Wisesa Tbk mendistribusikan produknya hingga menguasai 30% pangsa pasar industri containerboard di Indonesia. Kertas produksi PT. Fajar Surya Wisesa Tbk digunakan untuk membuat kardus, folding carton dan kemasan lain. Distribusi produk kertas PT.Fajar Surya Wisesa Tbk hingga konsumen akhir yang terdiri dari perseroan besar dan multinasional seperti Indofood, Nestle, Unilever, Mayora, Kao, Garudafood, Orang Tua, Otsuka, Procter & Gamble, Samsung, Panasonic, LG.

Distribusi produk pulp dan kertas beberapa perusahaan produsen kertas adalah dengan mendistribusikan produk melalui perusahaan mitra dan anak perusahaan yang berfokus pada bidang usaha distribusi seperti pada PT. Indah Kiat Pulp dan Kertas Tbk dan PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk dibawah ini

Distribusi komoditas pulp dan kertas dalam negeri juga melalui agen dan distributor yang tersebar di seluruh Indonesia, terdapat beberapa perusahaan besar agen kertas salah satunya adalah CV. Megah Jaya Sentosa, PT. Benua Usaha Lestari Kertas yang menyediakan berbagai macam produk olahan kertas seperti Premium Bookpaper, Creamy Bookpaper, Imperial Paper, Art Paper, Matt Paper, Art Karton, HVS/Wood Free, Kraft Paper, Kertas Ivory, Cupstock (bahan untuk papercup).

Ekspor industri pulp dan kertas Indonesia seperti yang tertera pada tabel dibawah terlihat bahwa ekspor pulp mengalami pertumbuhan sebesar 14% dengan total ekspor.

Selain distribusi dalam negeri, perusahaan produsen pulp dan kertas Indonesia juga mendistribusikan produknya ke luar negeri. Seperti yang terdapat pada tabel di bawah ini pulp didistribusikan ke 5 negara importir terbesar yaitu China, Korea Selatan, India, Bangladesh dan Jepang. Ekspor pulp dari Indonesia ke China dari tahun 2013 hingga tahun 2015 mengalami kestabilan lalu kemudian menurun pada tahun 2016 dan kembali meningkat pada tahun 2017, berdasarkan data tersebut dapat diprediksi distribusi pulp dari Indonesia ke China akan mengalami peningkatan pada tahun 2018. Berbeda dengan trend

distribusi ke Korea Selatan yang mengalami penurunan setiap tahunnya hingga tahun 2016 dan meningkat sedikit di tahun 2017 dapat diprediksi distribusi pulp dari Indonesia ke Korea Selatan tidak jauh berbeda dengan tahun 2016 dan 2017. Distribusi Indonesia ke negara India, Bangladesh dan Jepang mengalami ketidakstabilan besaran jumlah ekspor produk.

**d) Konsumen.**

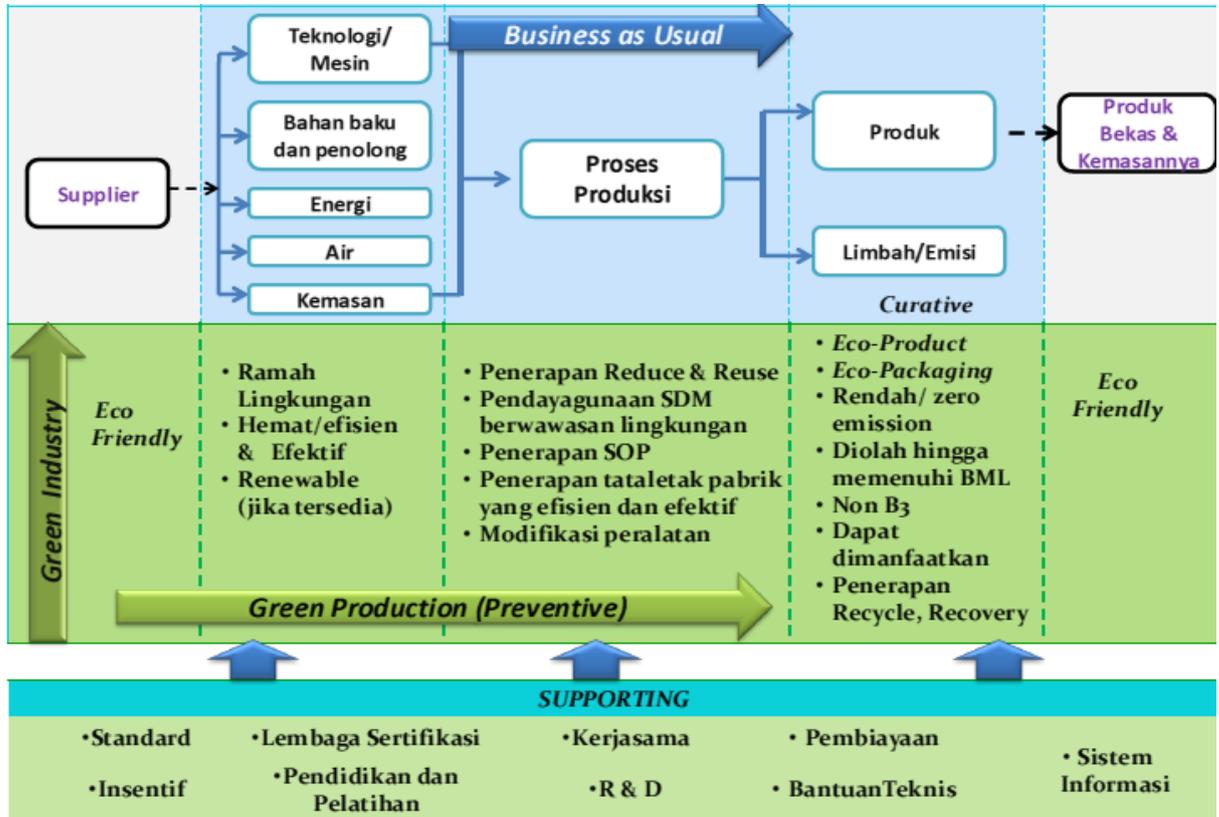
Berdasarkan Data Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia (APKI). Rata rata konsumsi kertas di Indonesia sebesar 37 kg/kapita/tahun. Produk kertas dari dalam negeri dan luar negeri yang telah dikonsumsi oleh masyarakat, dalam rantai pasok akan berubah bentuk menjadi limbah dan kertas recycle, adapun untuk kertas recycle tersebut dapat digunakan menjadi bahan baku untuk kertas kelas 2 seperti jenis produk grafis paper (kertas koran dan packaging).

Berdasarkan data dari Asosiasi Pulp dan Kertas (APKI), kebutuhan kertas recycle di Indonesia hanya dapat tersupply oleh kuantitas kertas bekas dalam negeri sebesar 20 % saja, sedangkan sisanya yakni sebesar 80 %, Indonesia masih sangat bergantung oleh impor kertas bekas yang di supply oleh beberapa negara. Menurut Ketua Asosiasi Pulp dan Kertas (APKI) ketergantungan impor disebabkan oleh kuantitas kertas bekas di Indonesia belum mencukupi kebutuhan bahan baku produksi recycle paper. Kuantitas rata rata kertas bekas di negara maju adalah 200 –300 kg/kapita/tahun, Adapun Kuantitas rata rata kertas bekas di negara asean adalah 75 kg/kapita/tahun. Serta Kuantitas rata rata kertas bekas di Indonesia adalah 32 - 35 kg/kapita/tahun.

Posisi ekspor pulp Indonesia menempati urutan kelima di dunia, ditahun 2017 market share ekspor produk pulp Indonesia sebesar 5,2 % dari keseluruhan kebutuhan pulp dunia. Pada market share sebesar 5,2 % tersebut, Indonesia telah memaksimalkan produktifitas hutan sebesar 83 % dari potensi hutan tanam industri yang dimiliki oleh Indonesia. Oleh karena itu dapat kita simpulkan bahwa keunggulan ekspor pulp di Indonesia telah sampai pada titik maksimal dan cenderung untuk stagnan pada titik market share ekspor pulp dunia sebesar 5,2 %.

## 2. Strategy Penerapan Industri Rendah Karbon pada IPK

### a. Prinsip-Prinsip Penerapan Industri Hijau



Gambar Apendix 4.4. Penerapan Industri Hijau

### b. Pencapaian Industri Rendah Karbon

Industri Rendah karbon pada Industri Pulp dan Kertas dapat dicapai antara lain melalui:

- Meningkatkan upaya-upaya pengelolaan internal/housekeeping;
- Meningkatkan proses pengawasan, melalui automasi dan IoT;
- Daur ulang bahan/material;
- Penggunaan Bahan bakar alternatif (EBT)
- Modifikasi peralatan yang ada menjadi peralatan yang rendah karbon;
- Teknologi bersih;
- Perubahan bahan baku;
- Modifikasi produk; dan

- Pemanfaatan produk samping

**c. Strategy Penerapan Industri Rendah Karbon**

- Memperkuat kapasitas institutional untuk mengembangkan industri hijau
- Mempromosikan/ mensosialisasikan kebijakan dan regulasi teknis yang berkaitan dengan industri hijau (meliputi bahan baku, proses produksi, teknologi dan produk yang ramah lingkungan).
- Meningkatkan kemampuan SDM, transfer teknologi, dan memperkuat R&D
- Penggunaan mesin ramah lingkungan melalui program restrukturisasi permesinan untuk industri Pulp dan Kertas, dan penerapan Preventive Maintenance pada peralatan produksi.
- Penerapan produksi bersih dengan memberikan pelatihan kepada pelaku industri pulp dan kertas, menyusun pedoman teknis produksi bersih yang mampu menurunkan emisi GRK dan bantuan teknis kepada beberapa industri;
- Penyusunan Pedoman Teknis Penurunan Emisi GRK pada industri Pulp dan Kertas
- Memanfaatkan mekanisme pembangunan bersih (“clean development mechanism” atau CDM);
- Penyusunan Kebijakan Insentif bagi Industri Pulp dan kertas yang telah mengimplementasikan industri Rendah Karbon
- Pengembangan R&D clean technology
- Pembentukan Lembaga Sertifikasi Produk Industri Pulp dan kertas Rendah Karbon
- Penerapan beberapa sertifikasi pada Industri Pulp dan Kertas, yaitu
  - 1) *Management Quality System ISO 9001*
  - 2) *Environmental Management ISO 14001*
  - 3) *Employee health and safety ISO 18001*
  - 4) *Occupational Health and Safety Management System ISO 45001*
  - 5) *Forest Stewardship Council*
  - 6) *Clean Development Mechanism (Carbon Credit)*
  - 7) *Ekolabel / Ecolabeling (Recyclable and Eco-friendly)*

8) *Joint Credit Mechanism Greenhouse Gas (GHG) emission reductions*

**3. Emission efficiency and reduction**

**a. Mengganti Bahan Bakar: Ganti bahan bakar fosil dengan biomassa**

Biomassa dapat menggantikan bahan bakar fosil dalam produksi panas proses di boiler dan di tempat pembakaran kapur dan semakin meningkat selama 20-30 tahun terakhir. Telah diperkirakan bahwa pabrik pulp kraft dapat menghemat 3-4 Mt CO<sub>2</sub> dengan beralih dari minyak dan gas ke biomassa di tanur kapur dengan membakar biomassa bubuk langsung di tanur kapur atau dengan gasifikasi biomassa dan menembakkan gas produser yang dihasilkan dalam kapur. pembakaran (CEPI, 2011). Potensi pengurangan emisi mungkin lebih rendah hari ini sejak peralihan bahan bakar ini dimulai. Secara teori, semua panas proses di IPK dapat disuplai oleh pembakaran biomassa. Peluang untuk menggunakan bioenergi, bagaimanapun, berbeda antara berbagai jenis pabrik tergantung pada ketersediaan produk sampingan internal dan residu dan lokasi. Pabrik pulp kimia memiliki akses ke volume residu yang besar yang digunakan untuk tujuan energi sementara pabrik kertas yang menggunakan kertas daur ulang sebagai sumber serat memiliki sedikit residu yang sebagian besar terdiri dari sisa dan lumpur. Lumpur dari pengolahan air limbah semakin banyak digunakan untuk produksi biogas dan dapat menyediakan 5-10% penggunaan energi di pabrik kertas yang menggunakan serat yang diperoleh kembali (CEPI, 2018a).

**b. Elektrifikasi**

Listrik dapat menggantikan uap dan bahan bakar untuk tujuan pemanasan dan dengan demikian mendorong dekarbonisasi IPK dengan asumsi penggunaan listrik rendah karbon. Dimungkinkan untuk menghasilkan uap dan air panas dari listrik melalui ketel listrik dan pompa panas industri. Boiler listrik dapat memasok panas suhu rendah dan menengah (hingga 400 ° C) dan dengan demikian secara teori dapat menggantikan semua boiler berbahan bakar bahan bakar di IPK. Pompa panas industri saat ini terbatas untuk memasok panas hingga 100 ° C, tetapi pompa panas kompresi industri yang

ditingkatkan yang sedang dikembangkan diharapkan dapat memasok panas hingga 150 ° C (Kleefkens dan Spoelstra, 2014). Konsep baru yang sedang dalam tahap penelitian kemungkinan bisa memasok panas hingga 200 °C (ibid). Generator plasma dapat menjadi pilihan untuk mengganti bahan bakar di tempat pembakaran kapur, pilihan yang saat ini sedang dieksplorasi oleh industri semen. Dalam pengeringan kertas ada peluang untuk menggantikan penggunaan uap atau bahan bakar dengan memperkenalkan teknologi elektro-termal seperti pengeringan inframerah dan pengeringan impuls (Laurijssen et al., 2010). Ini adalah teknologi yang tersedia secara komersial, tetapi tidak diadopsi secara luas. Salah satu alasannya adalah bahwa teknologi pengeringan penting untuk kualitas kertas dan dengan demikian teknologi tersebut tidak dapat dipertukarkan. Secara teori, elektrifikasi IPK juga dapat dicapai dengan restrukturisasi industri ke arah pulping yang lebih mekanis. Pada kenyataannya, strategi tersebut terkendala oleh kualitas pulp mekanik yang lebih rendah

**c. Jalur / teknologi biorefinery**

Ada sejumlah teknologi biorefinery yang dapat diintegrasikan ke dalam pabrik pulp dan kertas yang ada. Di bawah ini kami membahas beberapa teknologi penting yang saat ini sedang dipertimbangkan. Beberapa teknologi dapat digabungkan, sementara yang lain saling eksklusif. Kondisi untuk mengintegrasikan teknologi ini berbeda antara pabrik yang ada tergantung pada proses, desain, usia, dll., tetapi dalam banyak kasus mereka cocok terutama untuk pabrik pulp kimia.

**Tabel Apendix 4.1.** Teknologi/jalur biorefinery yang dapat diintegrasikan di pabrik pulp dan dengan demikian mengubahnya menjadi biorefinery. Beberapa teknologi dapat digabungkan sementara yang lain saling eksklusif. Daftar ini dikembangkan dari Karltorp dan Sandén, (2012), Pettersson et al. (2012) dan Ericsson (2017)

Rute Teknologi	Produk	Penjelasan
Gasifikasi termal (dari black liquor atau biomassa padat) dan sintesis	gas sintesis yang dapat ditingkatkan menjadi bahan kimia/bahan bakar seperti metanol, metana, DME, Fischer-Tropsch fuels	Gasifikasi black liquor menyebabkan berkurangnya uap dan listrik produksi dan memungkinkan peningkatan kapasitas dalam produksi pulp.
Lignin extraction and refining	Solid fuels, carbon fibres, activated carbon, phenols, lignin oil (berbagai bahan bakar nabati)	Mengurangi produksi uap dan listrik dan memungkinkan peningkatan kapasitas dalam produksi pulp.
Ekstraksi hemiselulosa (dari serpihan kayu atau cairan pulp) dan refining	Ethanol, butanol, acetic acid, xylito	Mengurangi produksi uap dan listrik dan memungkinkan peningkatan kapasitas produksi pulp.
Konversi selulosa menjadi produk alternatif (melalui sejumlah teknologi)	Dissolving pulp, textile fibres, ethanol, biocomposites	Menggantikan pulp untuk produksi kertas.
Separation and refining of extractives from bark or black liquor	Crude tall oil (fatty acids, triglycerides, rosin acids, phenolics, biodiesel), turpentine	Potensi terbatas dalam hal volume produk.
Anaerobic digestion of sludge	Biogas, solid biofuels, fertiliser	Potensi terbatas dalam hal volume produk.
Penangkapan dan pemanfaatan karbon (termasuk peningkatan hidrogen untuk gasifikasi dan peningkatan biogas)	Methanol, methane, DME, Fisher-Tropsch naphtha and fuels (diesel, jet fuel, petrol)	Produksi hidrogen meningkatkan konsumsi listrik.

Gasifikasi termal adalah teknologi kunci untuk biorefinery berbasis hutan karena memungkinkan konversi semua bagian kayu menjadi gas sintesis (hidrogen dan karbon monoksida) yang kemudian dapat diubah menjadi berbagai bahan kimia dan bahan bakar (lihat misalnya Larson et al., 2006). Teknologi tersebut dapat diterapkan pada lindi hitam maupun pada biomassa padat seperti residu kehutanan. Gasifikasi lindi hitam adalah teknologi alternatif untuk bahan kimia boiler pemulihan dan memungkinkan produksi

syngas sambil memulihkan bahan kimia anorganik. Mengganti boiler pemulihan kimia dengan gasifikasi lindi hitam akan mengubah keseimbangan energi pabrik. Boiler pemulihan terkadang menjadi hambatan di pabrik pulp kimia. Dalam kasus seperti itu dimungkinkan untuk meningkatkan kapasitas pabrik tanpa berinvestasi dalam boiler pemulihan baru melalui pengalihan beberapa cairan hitam ke gasifier.

Alternatif untuk gasifikasi lindi hitam adalah mengekstrak lignin dari lindi hitam. Lignin mengandung polimer organik kompleks dan dapat digunakan sebagai bahan bakar padat atau bahan baku untuk produksi berbagai bahan kimia dan bahan. Dalam proses LignoBoost, 25-50% lignin diekstraksi dari cairan hitam melalui pengendapan pada pH rendah dengan CO<sub>2</sub>; lignin tersebut kemudian dicuci dan dikeringkan (Moya dan Pavel, 2018). Hemiselulosa, yang terutama terdiri dari gula makro-molekul, juga dapat diekstraksi dari lindi hitam dan kemudian digunakan sebagai bahan baku untuk produksi mis. etanol, aditif serat dan hidrogel (Pettersson et al., 2012). Hemiselulosa alternatif dapat diekstraksi dari serpihan kayu sebelum dimasak; prosedur ini biasanya dilakukan sebelum produksi melarutkan pulp. Ekstraksi hemiselulosa dan lignin dari cairan hitam mengurangi produksi uap dan dapat memungkinkan peningkatan kapasitas pabrik.

Selulosa dapat digunakan untuk berbagai produk selain pulp untuk kertas, termasuk misalnya serat tekstil (kadang-kadang melalui produksi pulp larut), etanol dan biokomposit. Ada dua proses kimia untuk produksi pulp terlarut, proses sulfit termodifikasi dan proses kraft pra-hidrolisis (Pettersson et al., 2012). Pulp yang larut dapat digunakan untuk produksi misalnya serat viscose untuk tekstil. Etanol dapat diproduksi dari selulosa melalui asam atau hidrolisis enzimatis diikuti dengan fermentasi. Selulosa dapat berfungsi sebagai sumber serat dalam biokomposit yang dibentuk oleh serat yang diperkuat oleh matriks polimer berbasis bio (yang dapat dihasilkan dari hemiselulosa). Biokomposit digunakan dalam aplikasi seperti bagian interior otomotif, furnitur dan penghiasan.

Berbagai ekstraktif dapat diekstraksi dari kulit kayu dan serpihan kayu atau diperoleh kembali dari lindi hitam. Penguapan cairan hitam dalam proses kraft memungkinkan untuk memulihkan terpenin dan sabun (garam asam lemak) serta metanol tidak murni (IRENA, 2018). Sabun minyak tinggi kemudian dapat direaksikan dengan asam untuk menghasilkan 'minyak mentah tinggi'. Minyak mentah tinggi dapat diproses menjadi biofuel, dan berbagai zat antara kimia untuk produksi perekat, pelapis dll.

Di pabrik pulp, air limbah diumpungkan ke instalasi pengolahan air limbah di mana lumpur yang mengandung padatan organik dan anorganik dipisahkan dari air limbah (IRENA, 2018). Lumpur/Sludge dapat diumpungkan ke digester anaerobik untuk produksi biogas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar internal atau dijual untuk penggunaan bahan bakar eksternal setelah ditingkatkan menjadi biometana. Sisa padat setelah pencernaan mengandung sejumlah besar lignin, yang setelah dikeringkan dan dibuat pelet dapat digunakan sebagai bahan bakar. Ini juga dapat digunakan sebagai pupuk (ibid).

Teknologi yang jarang dibahas dalam konteks biorefinery adalah penangkapan dan pemanfaatan karbon (CCU). Teknologi ini melibatkan penangkapan CO<sub>2</sub>, misalnya dari gas buang boiler pemulihan, dan kemudian memanfaatkan CO<sub>2</sub> yang ditangkap sebagai bahan baku bersama dengan hidrogen untuk produksi bahan kimia dan bahan bakar (lihat misalnya Quadrelli et al., 2015). Sebagai alternatif, pemanfaatan CO<sub>2</sub> dapat diintegrasikan dalam teknologi biorefinery yang menghasilkan aliran residu CO<sub>2</sub>, misalnya peningkatan biogas atau gasifikasi termal (Hannula, 2016). Menggunakan CO<sub>2</sub> seperti itu sebagai bahan baku akan memungkinkan bagian yang lebih tinggi dari karbon biogenik diubah menjadi bahan kimia dan bahan bakar. Konsep ini membutuhkan investasi dalam elektroliser untuk produksi hidrogen dan kemungkinan penyimpanan hidrogen, dan meningkatkan konsumsi listrik pabrik

#### **d. Dekarbonisasi industri pulp dan kertas**

Emisi GRK dan intensitas karbon di IPK terus terjadi perlambatan peningkatan emisi GRK selama beberapa dekade terakhir, tetapi gas alam masih merupakan bahan bakar yang penting, terutama untuk pengeringan kertas. Pada tahun 2018 CEPI mempresentasikan visi mereka untuk mencapai 80% lebih sedikit emisi CO<sub>2</sub> di industri pulp dan kertas pada tahun 2050 dibandingkan dengan tahun 1990 (CEPI, 2018). Visi ini menunjukkan bahwa IPK mempertimbangkan kemungkinan pengurangan emisi yang signifikan.

Dekarbonisasi IPK secara teknis tidak rumit karena prosesnya membutuhkan panas proses dengan suhu rendah dan sedang. Panas proses tersebut dapat disuplai dari pembakaran biomassa, insinerasi limbah, boiler listrik dan pompa panas suhu tinggi (dengan pengembangan teknis lebih lanjut). Peningkatan efisiensi energi dan peningkatan pemanfaatan kertas daur ulang juga dapat berkontribusi pada dekarbonisasi.

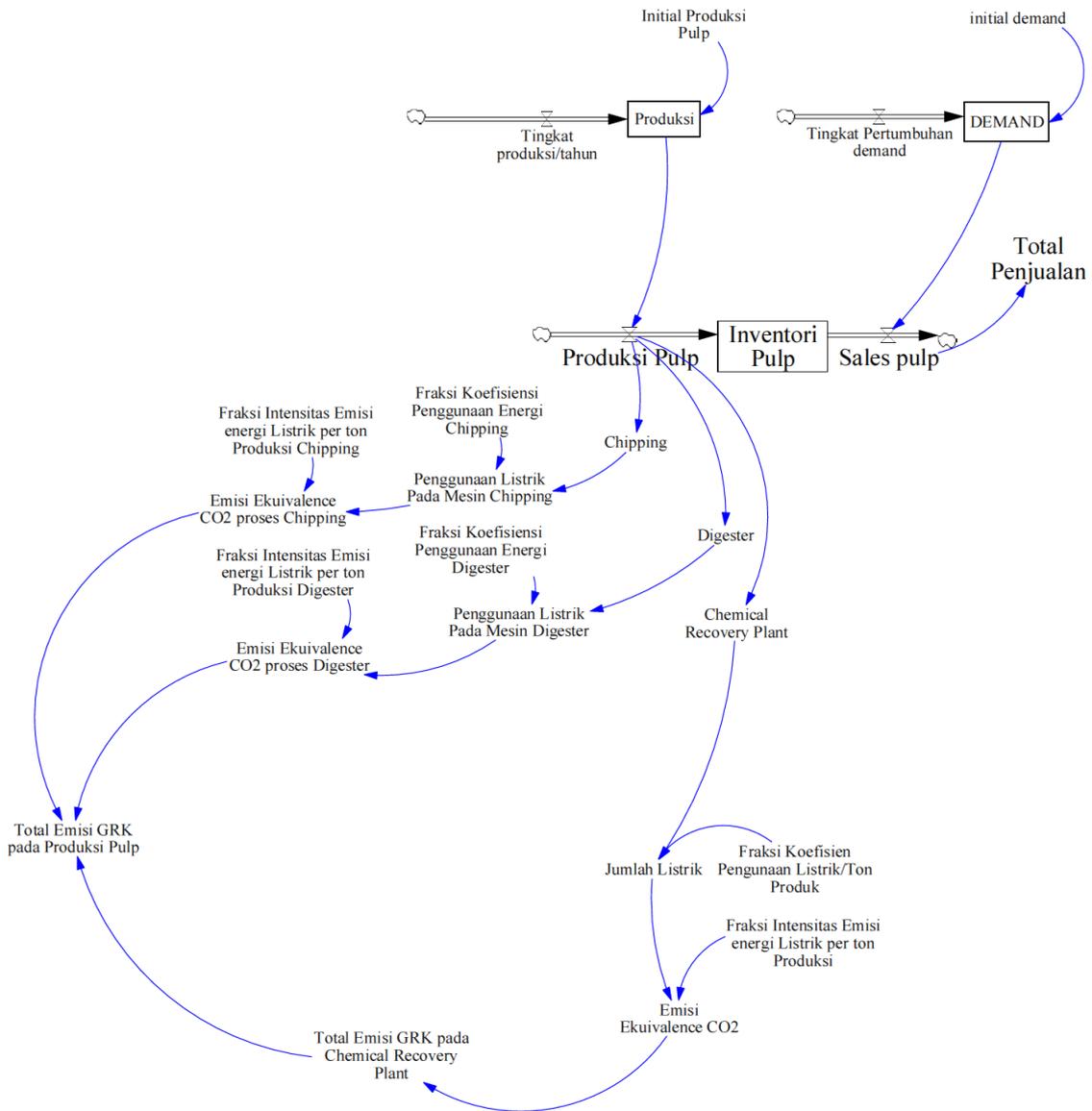
Selain itu, IPK juga memiliki peluang untuk mencapai emisi GRK negatif melalui bio-CCS, tetapi opsi ini sejauh ini kurang diminati oleh industri pulp dan kertas. Industri pulp dan kertas yang bekerja sama dengan produsen peralatan tampaknya memiliki kemampuan, pengetahuan, dan sumber daya untuk melanjutkan upaya ini menuju dekarbonisasi. Pengecualian untuk ini adalah bio-CCS, yang implementasinya akan membutuhkan kemitraan baru, infrastruktur CCS, dan investasi besar.

Hambatan untuk dekarbonisasi yang lebih cepat terutama bersifat ekonomi. Gas alam adalah dan telah menjadi bahan bakar yang nyaman dan menarik secara ekonomi di banyak pabrik kertas yang memiliki sedikit produk sampingan dan akses ke infrastruktur gas alam. Industri ini juga dicirikan oleh tingkat perputaran stok modal yang panjang yang mengarah pada sedikit peluang untuk investasi pengganti. Hambatan lainnya adalah bahwa investasi yang terkait dengan dekarbonisasi bersaing untuk mendapatkan pembiayaan dengan investasi lain di dalam perusahaan atau kelompok pulp dan kertas.

Pilihan dekarbonisasi yang tersedia untuk industri pulp dan kertas berdampak pada sektor lain dengan cara yang berbeda. Peralihan bahan bakar ke biomassa dapat mengurangi ketersediaan biomassa untuk tujuan dan sektor lain. Pergeseran ke proses elektro-termal akan meningkatkan penggunaan listrik sekaligus menurunkan potensi produksi CHP, sehingga membuat IPK lebih bergantung pada listrik yang dibeli. Langkah-langkah efisiensi energi mengurangi permintaan bahan bakar dan listrik dan dengan demikian dapat membuat lebih banyak biomassa tersedia untuk sektor lain dan memfasilitasi transformasi pabrik pulp menjadi biorefinery



**Gambar Appendix 4.6. Model Perhitungan Proyeksi Emisi GRK Pada Industri Pulp**



### 3. Usulan Penerapan Industri 4.0 pada Industri Pulp dan Kertas yang mampu menurunkan Emisi GRK

Teknologi 4.0 berfungsi mengkolaborasikan teknologi cyber dan teknologi otomasi pada pemanfaatan dan integrasi informasi digital yang dihasilkan oleh suatu sistem proses dengan sistem lainnya. Penerapan teknologi komunikasi perangkat ke perangkat pada aktivitas

penggunaan dan integrasi informasi digital dapat menciptakan siklus otomasi yang lebih besar dari sistem proses dengan menggunakan sensor, transduser, pemancar dan penerima, aktuator, konverter analog ke digital, dan media komunikasi data (komputer, smart phone, tablet, atau screen display). Teknologi ini mengubah semua informasi analog yang ada di lapangan menjadi informasi digital. Data yang dihasilkan dapat ditransfer, dibagikan (*share*), dan dihubungkan ke perangkat lain. Komunikasi data dan penggunaan pada kontrol lapangan akan membuat loop kontrol otomasi sederhana pada suatu sistem proses. Teknologi 4.0 pada sistem proses dapat meningkatkan pemanfaatan dan efisiensi energi mencapai 5-40%, tergantung pada skala siklus otomasi yang terhubung.

## A. Pulp Mill

Aplikasi teknologi 4.0 yang dapat diterapkan pada industri pulp sebagai berikut:

### *Kraft Pulping*

Aplikasi *smart control* pada Kraft pulping untuk menginventarisir penggunaan energi listrik di *fiberline*, *chemical plant* dan *pulp machine*. Aplikasi ini menggunakan *library* data penggunaan energi listrik di *fiberline*, *chemical plant* dan *pulp machine* yang telah diinventarisir. *Library* data penggunaan listrik yang optimal disimpan pada server untuk dapat digunakan kembali pada proses pemasakan berikutnya sehingga penggunaan energi listrik dapat direduksi. Pengurangan emisi dengan strategi ini diperkirakan mencapai 17143 ton CO<sub>2</sub>e/Year.

### *Bleaching plant*

Aplikasi teknologi 4.0 pada kegiatan optimalisasi konsep daur ulang filtrat di proses bleaching. Teknologi 4.0 menggunakan basis data peralatan, yaitu pompa booster dan filter serat dari *library* data yang akan membantu operator mengatur penggunaan kembali filtrat pada proses *bleaching* melalui sistem kendali suhu, sistem kendali tekanan, sistem kendali aliran, dan sistem kendali konsistensi. *Trouble shooting* secara *online/remote* akan dapat diterapkan melalui penggunaan *Viewer Software (Augmented Reality dan Virtual Reality)* yang akan dapat melakukan override pada layar DCS untuk segera melakukan perbaikan. Pengurangan emisi dengan strategi ini diperkirakan mencapai 7.719 ton CO<sub>2</sub>e/Year.

### *Pulping line*

Pulping line dengan Advance Process Control untuk Fiberline, melalui pengembangan algoritma Advance Process Control untuk mengoptimalkan operasi pemasakan. Aplikasi ini menggunakan

peralatan DCS, Viewing Workstation, Local Area network (LAN), smart control untuk optimalisasi, media komunikasi data, dan server penyimpanan data sentral. Teknologi 4.0 berfungsi mengintegrasikan data pada setiap DCS station (pada room pemasakan, washing, dan bleaching) dibagikan (share) pada server sentral melalui LAN. Trouble shooting secara online/remote dapat diterapkan melalui penggunaan *Viewer Software (Augmented Reality dan Virtual Reality)* yang dapat melakukan override pada DCS untuk segera melakukan perbaikan. Penerapan aplikasi ini dapat menghemat konsumsi energi hingga 25% dan efisiensi bahan hingga 10%.

### *Recovery Boiler*

Aplikasi teknologi 4.0 pada penggunaan data kadar total solid *black liquor* untuk mengatur tekanan pompa vakum agar proses evaporasi lebih efisien dan kadar total solid Black Liquor untuk pembakaran di Recovery Boiler mencapai 70% hingga 75%. Pengurangan emisi dengan strategi ini diperkirakan mencapai 154.286 ton CO<sub>2</sub>e/Year.

Aplikasi teknologi 4.0 pada *reroftitting recovery boiler* untuk meningkatkan performa pembakaran di dalam tanur serta optimasi proses pembakaran atau oksidasi di dalam *recovery boiler*. Pengurangan emisi dengan strategi ini diperkirakan mencapai 154.286 ton CO<sub>2</sub>e/Year.

### *Evaporation plant*

Aplikasi teknologi 4.0 pada pengendalian integrasi kolom *stripping condensate* ke dalam *evaporasi plant*. Berdasarkan informasi dari proyek serupa di pabrik, integrasi penuh kolom stripping ke dalam evaporation plant dapat menghasilkan penghematan uap hingga 1,0 MBtu/t produk. Penghematan uap akan menghasilkan pengurangan karbon dioksida. Penghematan uap yang dicapai dengan mengintegrasikan kolom stripping sepenuhnya ke dalam evaporator plant akan mengurangi biaya operasi pabrik. Biaya modal untuk kolom stripping yang terintegrasi penuh akan sangat bergantung pada bagaimana kolom tersebut terintegrasi dan apakah peralatan tambahan seperti pra-evaporator atau konsentrator padatan tinggi dipasang. Pengurangan emisi dengan strategi ini diperkirakan mencapai 15.019 ton CO<sub>2</sub>e/Year.

### *Lime kiln*

Penggunaan basis data pengayaan oksigen pada proses Lime kiln untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, menggunakan proses pembakaran suhu tinggi. Aplikasi teknologi 4.0 ini berfungsi mengendalikan penggunaan oksigen dengan meningkatkan konsentrasi oksigen dari udara pembakaran melalui penambahan oksigen yang relatif murni, suhu nyala api meningkat, laju perpindahan panas meningkat, dan efisiensi pembakaran secara keseluruhan meningkat. Pengayaan

oksigen pada lime kiln dapat mengurangi kebutuhan bahan bakar sekitar 7-12%. Pengurangan emisi dengan strategi ini diperkirakan mencapai 7.228 hingga 12.391 ton CO<sub>2</sub>e/Year.

### *Utilitas*

Penggunaan basis data pada pemasangan *Frequency Inverter* untuk meningkatkan efisiensi pompa. Pengurangan emisi dengan strategi ini diperkirakan mencapai 154.286 ton CO<sub>2</sub>e/Year.

## *B. Paper Mill*

Aplikasi teknologi 4.0 yang dapat diterapkan pada proses/peralatan paper mill sebagai berikut:

### *1. Inventori bahan baku*

Teknologi 4.0 pada penerapan teknologi *Barcode Inventory* untuk mengidentifikasi kualitas bahan baku yang masuk melalui penggunaan *library database* bahan baku yang masuk menggunakan peralatan generator & pemindai *barcode*, *server cloud*, dan media komunikasi sehingga *Production Planner* dapat mencocokkan data bahan baku yang tepat untuk digunakan sesuai dengan parameter proses pembuatan kertas. Database kualitas *incoming material* akan disimpan ke *server/cloud*, dibagikan ke proses perencanaan produksi serta pengendalian inventori. Bahan baku yang memiliki pengotor dan *finer* cenderung menghasilkan rendemen yang lebih sedikit. Aplikasi dari sistem ini dapat mengoptimalkan konsumsi steam dan listrik sehingga mengurangi konsumsi bahan bakar fosil serta mengurangi emisi GRK. Penghematan yang dapat dicapai dari biaya energi dan bahan baku hingga 30%.

### *2. Hydropulper*

Teknologi 4.0 diterapkan pada penggunaan data kualitas serat, konsistensi stock, kualitas/morfologi serat, dan temperatur stock dengan tujuan untuk mendapatkan waktu optimal penguraian pulp dan tidak terjadi deformasi serat. Aplikasi teknologi 4.0 pada *repulping* konsistensi medium akan mengkonsumsi energi 50 kWh/ton lebih sedikit dibandingkan dengan *repulping* konvensional konsistensi rendah.

### *3. Refining*

Teknologi 4.0 diterapkan pada pengembangan algoritma *Advanced Process Control* untuk skenario pencampuran dan *refining* yang optimal pada setiap grade produk untuk menghindari deformasi serat (pemotongan serat yang berlebihan). Pengendalian *freeness* pada proses *refining* diatur

melalui penggunaan data kualitas serat, konsistensi *stock*, tekanan, suhu, dan laju proses *refining*. Penerapan teknologi ini akan menghemat energi 5-30% dan menghemat bahan baku hingga 15%.

#### 4. *Wet End & Forming*

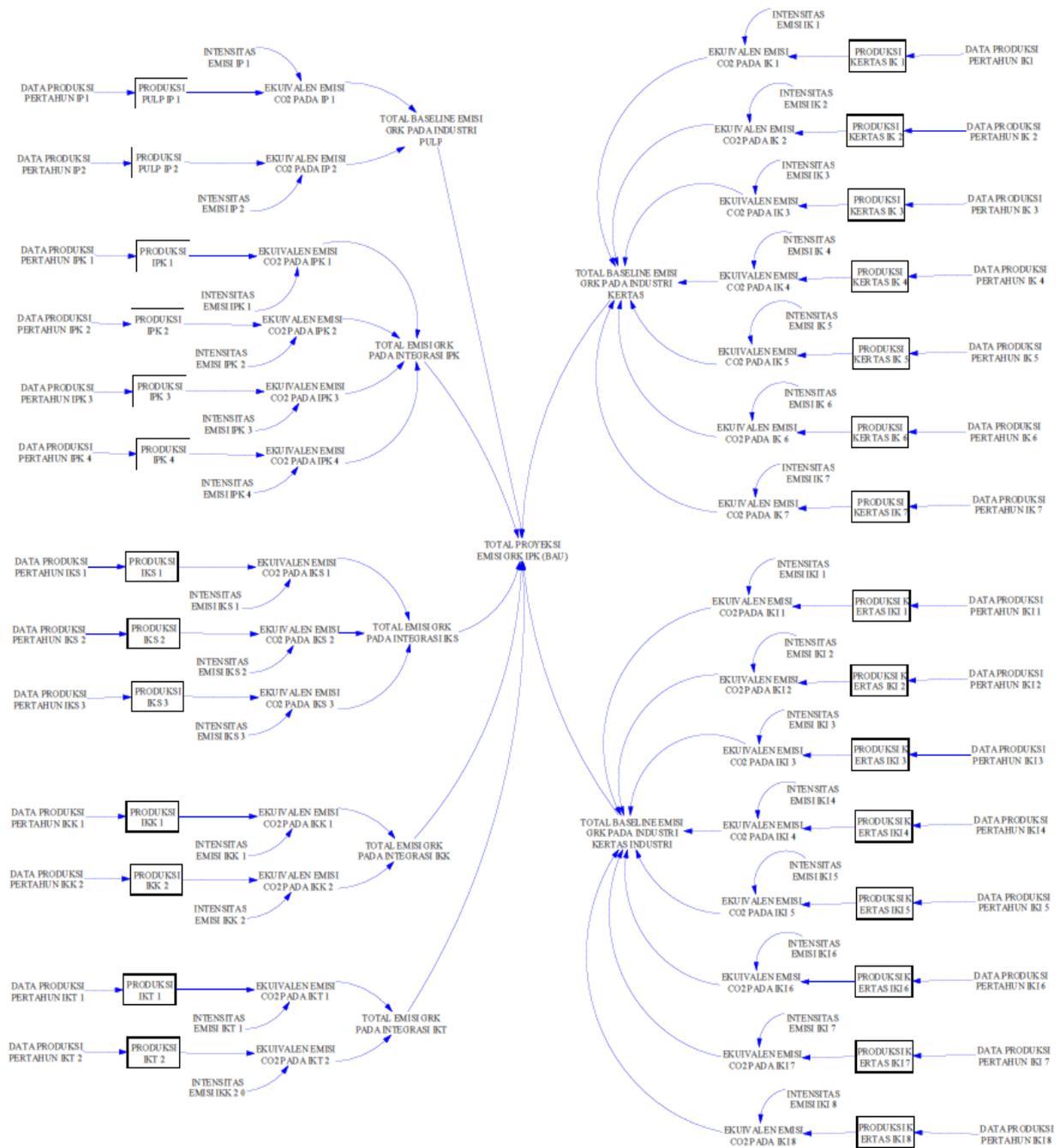
Teknologi 4.0 diterapkan pada penggunaan data operasional pada *forming section* seperti kecepatan *fan pump*, tekanan *headbox*, konsistensi serat pada *headbox*, aliran dan tekanan *stock*, kecepatan operasional *forming wire*, tekanan vakum *forming section*, dan sistem pemantauan retensi. Penerapan teknologi ini untuk mengendalikan proses *forming* dengan konsistensi lebih tinggi sebesar 1-1,5% dibandingkan konsistensi yang umum diterapkan yaitu 0,3%. Aplikasi ini akan mengurangi *fines* pada *white water* setelah *forming section* sehingga mengurangi beban organik di air limbah, mengurangi kadar air lembaran hingga 10% yang berarti lebih sedikit energi yang digunakan untuk menggerakkan pompa hisap vakum.

#### 5. *Pressing*

Penggunaan basis data kecepatan operasional *press section*, shower tekanan tinggi, kualitas lembaran felt, bahan kimia pembersih felt dan felt permeability meter menggunakan teknologi 4.0. Aplikasi ini berfungsi mengukur permeabilitas pada felt untuk mengendalikan pembersihan kimia felt dan shower tekanan tinggi pada *press section* sehingga menghasilkan kapasitas tekanan *dewatering* yang lebih tinggi serta menurunkan kebutuhan energi sebesar 50% (Bajpai, 2016) melalui peningkatan *runnability*, berkurangnya putus lembaran karena *clogged felts*, dan peningkatan kualitas produk karena kadar air yang lebih stabil

#### 6. *Drying*

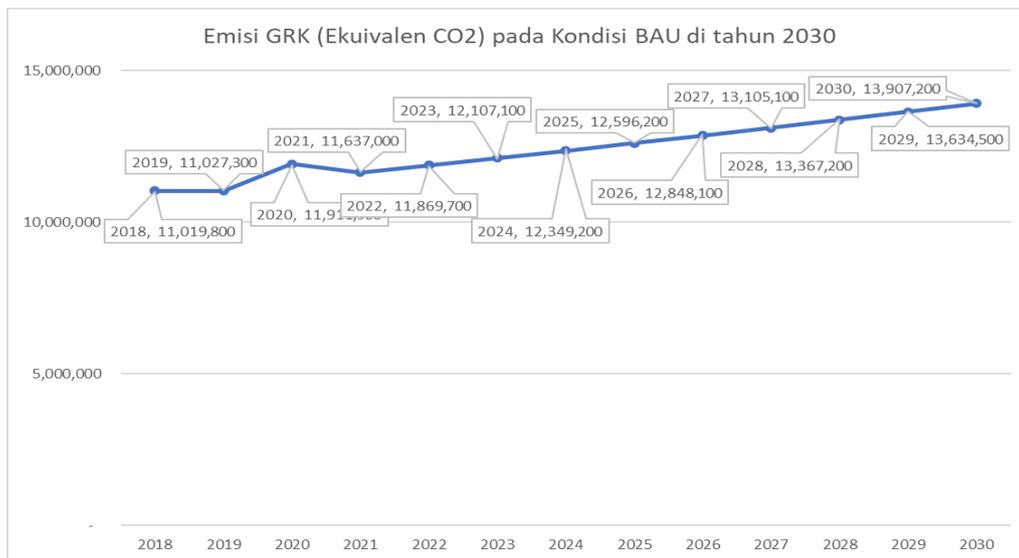
Proses *drying* dengan pengoperasian *closed hood*, yaitu pengoperasian *dryer section* dengan mempertahankan keadaan *hood* tertutup selama mungkin untuk mencegah hilangnya panas (*heat loss*). Teknologi 4.0 berfungsi pada *sharing* dan utilisasi data untuk kecepatan mesin, laju pengeringan lembaran, kualitas dan pasokan *steam*, suhu ambient, dan sistem ventilasi *hood* untuk mengatur parameter kecepatan mesin, tekanan *steam*, suhu, aliran, kadar air lembaran, dan laju pengeringan lembaran. Penerapan teknologi ini dapat mengurangi kehilangan panas (*heat loss*) pada *drying section* sehingga mengurangi konsumsi energi hingga 15%.



**Gambar Appendix 4.7.** Model Perhitungan Proyeksi Emisi GRK Nasional Pada Industri Pulp dan Kertas

**Tabel Apendix 4.2.** Tabel Appendix 3.3. Hasil Perhitungan Emisi GRK Pada Industri Pulp dan Kertas (Proyeksi sampai tahun 2030 pada skenario BAU)

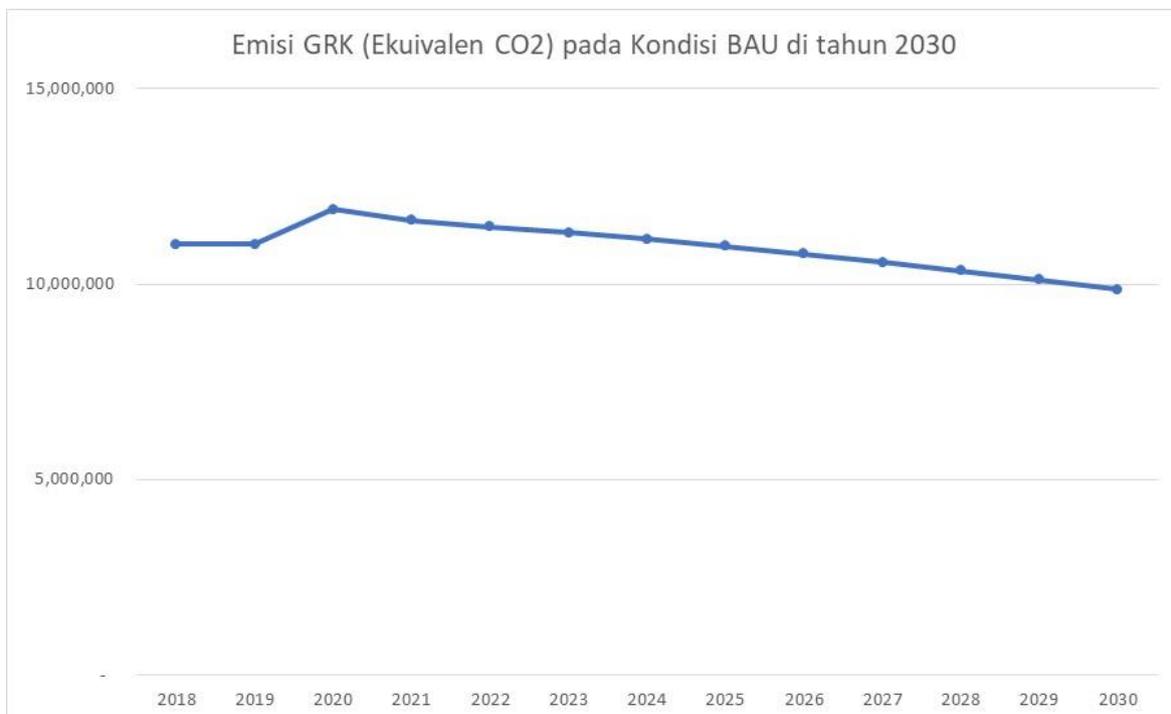
Tahun	Emisi GRK (Ekuivalen CO <sub>2</sub> ), BAU
2018	11,019,800
2019	11,027,300
2020	11,911,900
2021	11,637,000
2022	11,869,700
2023	12,107,100
2024	12,349,200
2025	12,596,200
2026	12,848,100
2027	13,105,100
2028	13,367,200
2029	13,634,500
2030	13,907,200



**Gambar Apendix 4.8.** Gambar Appendix 4.6. Grafik Emisi GRK Industri Pulp dan Kertas pada Kondisi BAU (Proyeksi sampai tahun 2030 pada skenario Mitigasi Pencapaian Penurunan emisi GRK sebesar 29% tahun 2030)

**Tabel Apendix 4.3.** Tabel Appendix 3.4. Hasil Perhitungan Emisi GRK Pada Industri Pulp dan Kertas pada skenario Mitigasi (Proyeksi sampai tahun 2030)

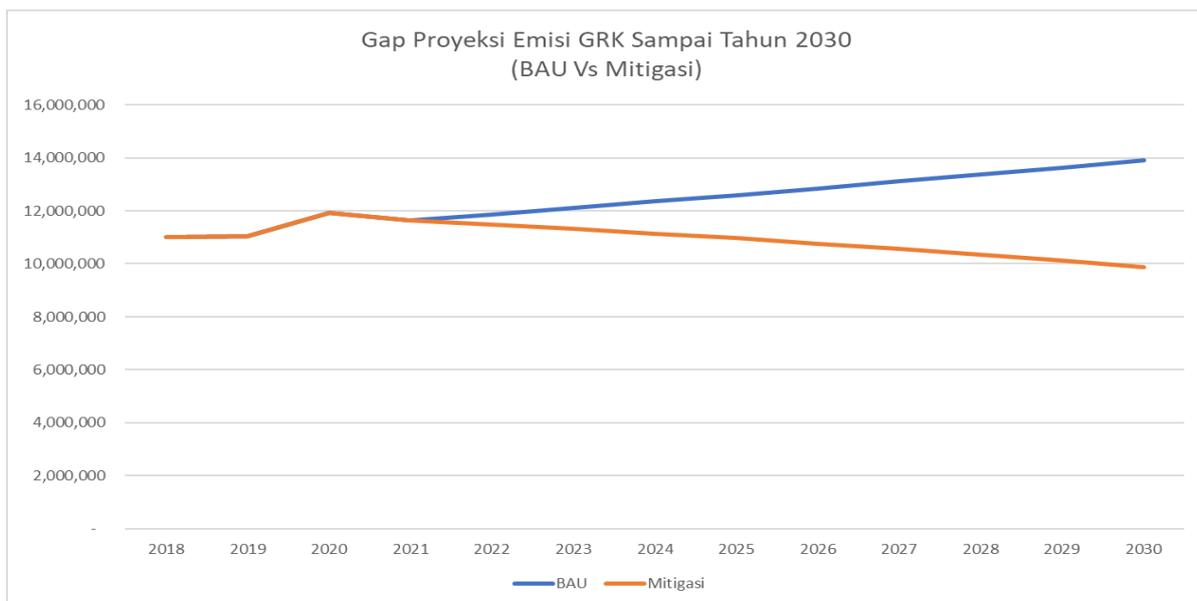
Tahun	Emisi GRK (Ekuivalen ton CO <sub>2</sub> ), MITIGASI
2018	11,019,800
2019	11,027,300
2020	11,911,900
2021	11,636,900
2022	11,473,100
2023	11,313,700
2024	11,143,100
2025	10,961,300
2026	10,768,200
2027	10,562,600
2028	10,344,700
2029	10,113,600
2030	9,869,100



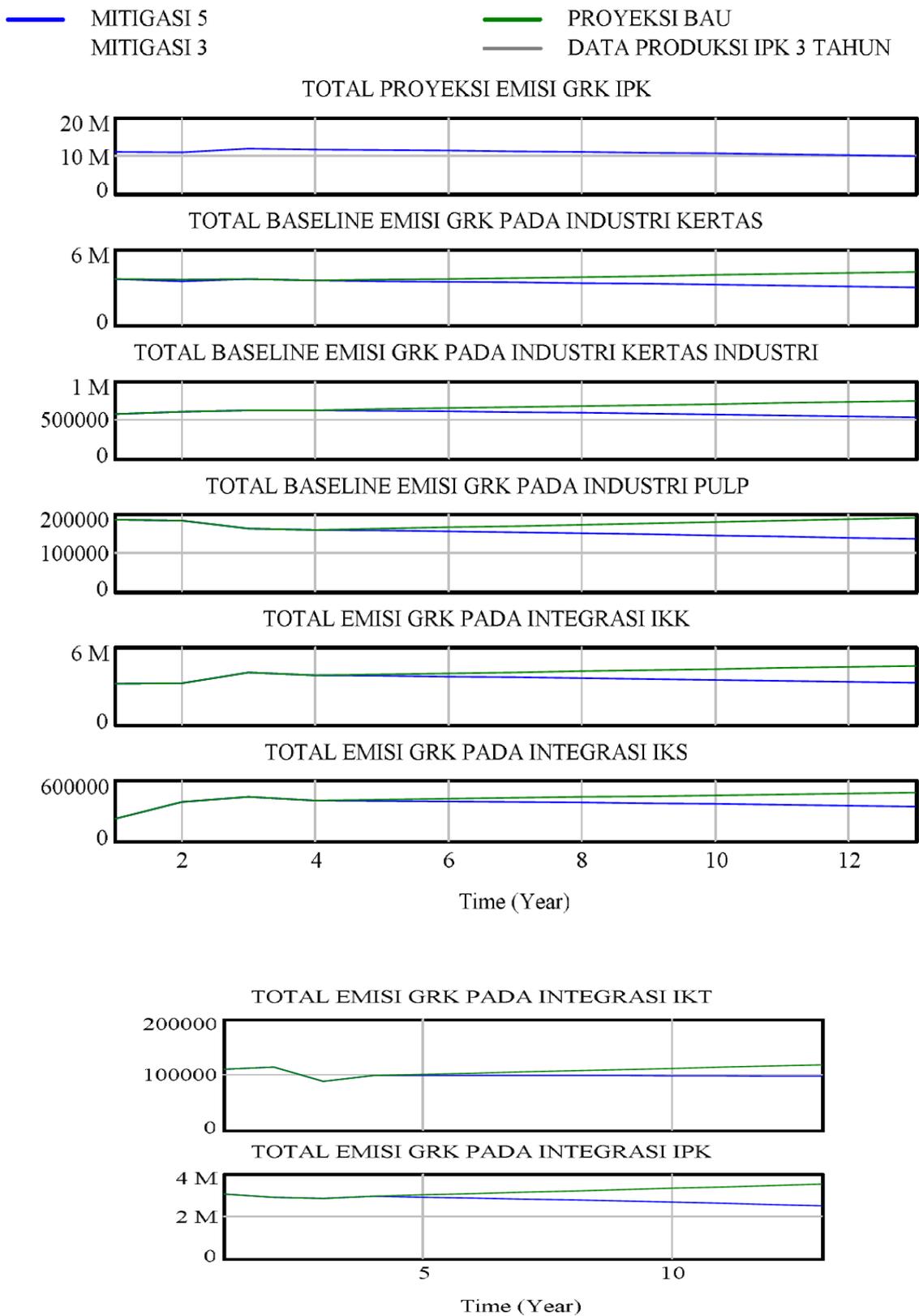
**Gambar Apendix 4.9.** Grafik Emisi GRK Industri Pulp dan Kertas Setelah Mitigasi

**Tabel Apendix 4.4.** Hasil Perhitungan Emisi GRK Pada Industri Pulp dan Kertas pada scenario Mitigasi vs BAU (Proyeksi sampai tahun 2030)

Tahun	Emisi GRK (Ekuivalen ton CO <sub>2</sub> ), BAU	Emisi GRK (Ekuivalen ton CO <sub>2</sub> ), MITIGASI	GAP (Ekuivalen ton CO <sub>2e</sub> )
2018	11,019,800	11,019,800	-
2019	11,027,300	11,027,300	-
2020	11,911,900	11,911,900	-
2021	11,637,000	11,636,900	100
2022	11,869,700	11,473,100	396,600
2023	12,107,100	11,313,700	793,400
2024	12,349,200	11,143,100	1,206,100
2025	12,596,200	10,961,300	1,634,900
2026	12,848,100	10,768,200	2,079,900
2027	13,105,100	10,562,600	2,542,500
2028	13,367,200	10,344,700	3,022,500
2029	13,634,500	10,113,600	3,520,900
2030	13,907,200	9,869,100	4,038,100
PERSENTASE GAP EMISI GRK (BAU VS MITIGASI) PADA 2030			29%



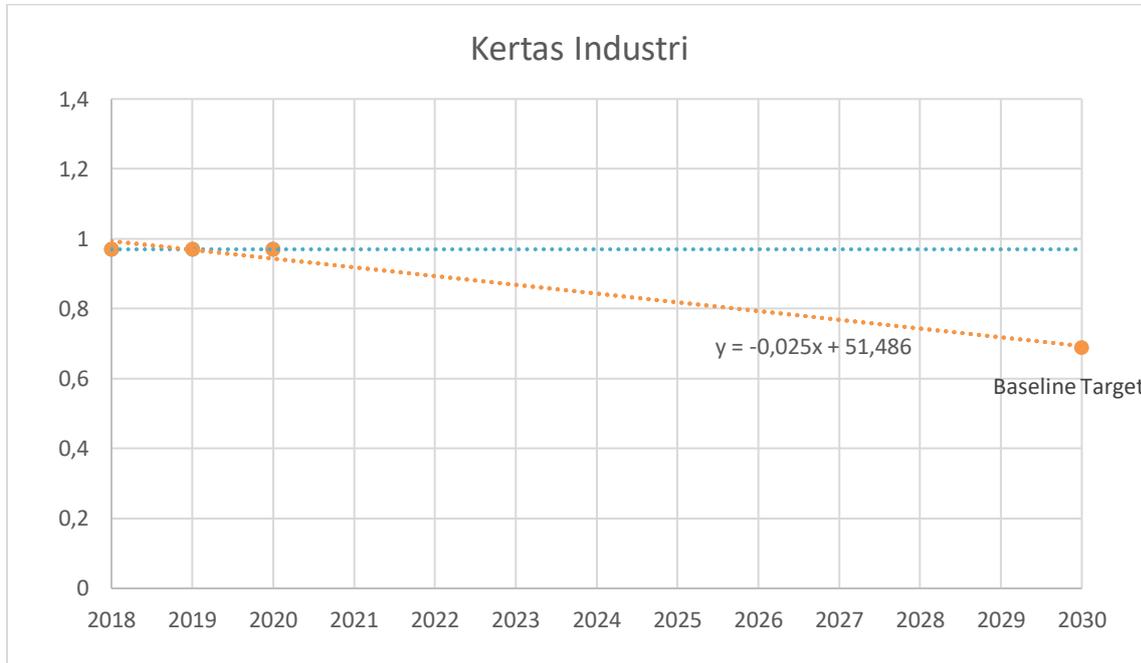
**Gambar Apendix 4.10.** Grafik Gap Proyeksi Perhitungan Emisi GRK Industri Pulp dan Kertas Setelah Mitigasi vs BAU



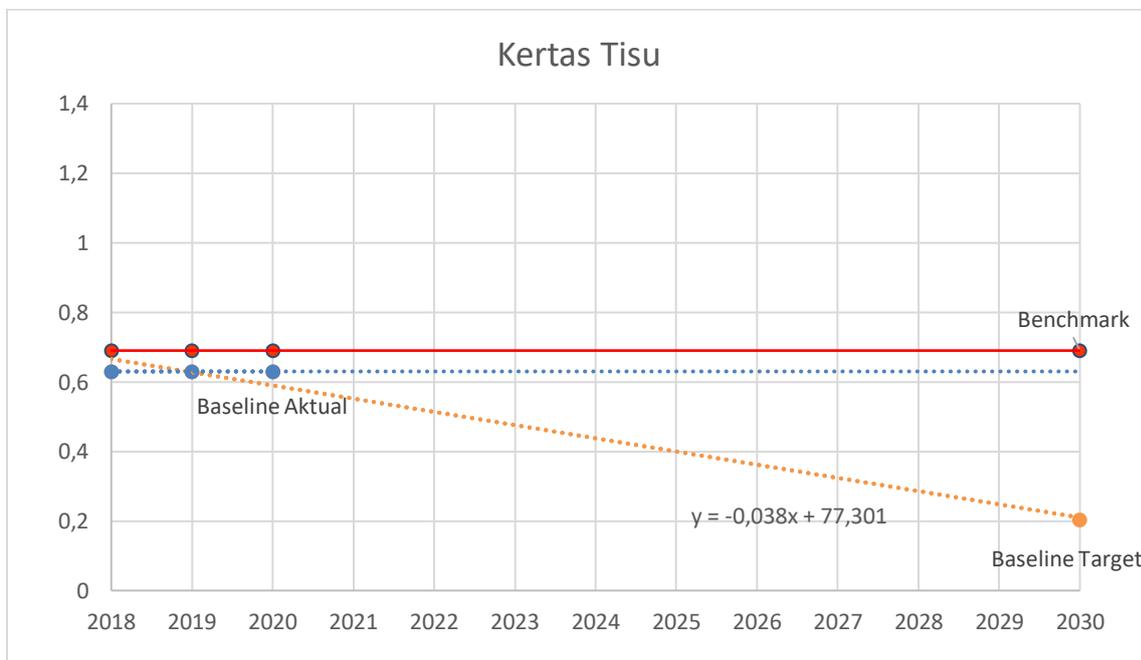
**Gambar Appendix 4.11.** Grafik Gap Proyeksi Perhitungan Emisi GRK untuk tiap kelompok industri pada Industri Pulp dan Kertas Setelah Mitigasi vs BAU

## Simulasi Perhitungan Baseline Emisi GRK Model Produksi Tetap s/d 2030

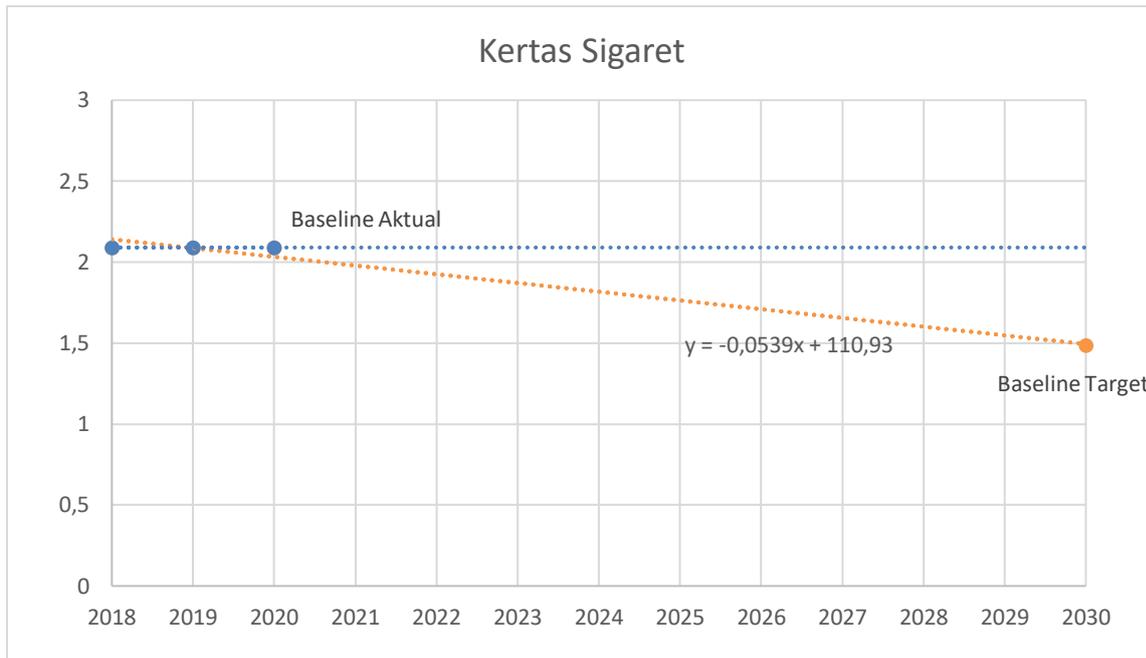
Gambar Appendix 4.12. Baseline Industri Kertas Industri



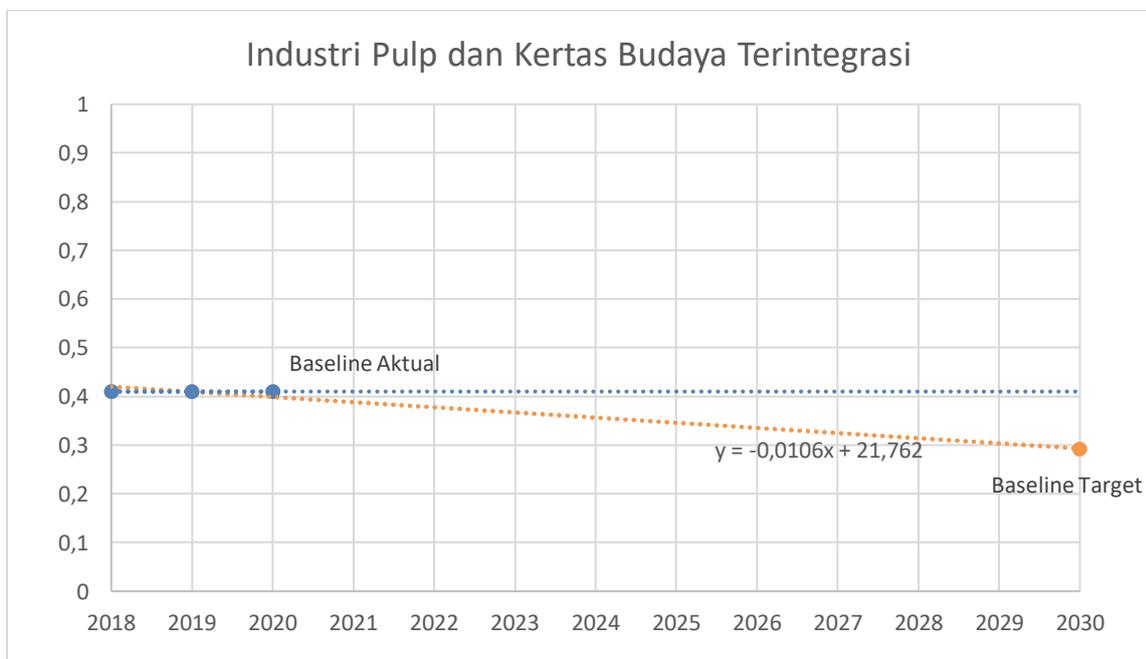
Gambar Appendix 4.13. Gambar Appendix 4.10. Baseline Industri Tisu



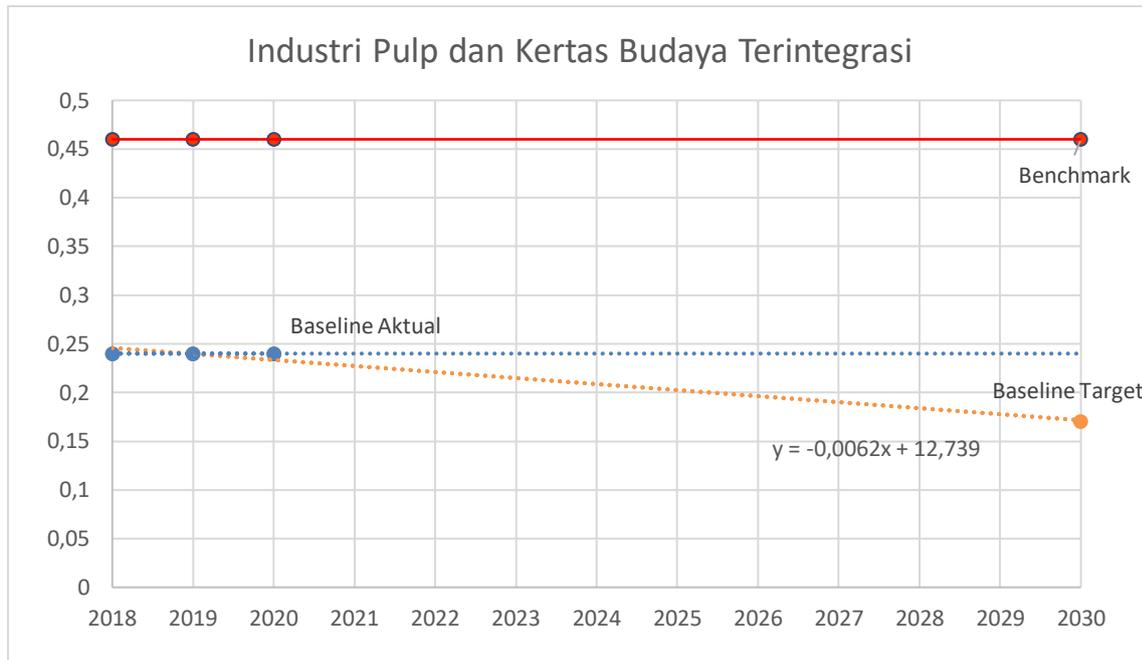
**Gambar Appendix 4.14.** Gambar Appendix 4.11. Baseline Industri Sigaret



**Gambar Appendix 4.15.** Gambar Appendix 4.12. Baseline Industri Pulp dan Kertas Budaya Terintegrasi



**Gambar Apendix 4.16.** Gambar Appendix 4.13. Baseline Industri Pulp



## **APPENDIX 5 STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS**

Produksi pulp dan kertas membutuhkan energi masukan berupa energi termal dan energi listrik. Energi termal, umumnya dalam bentuk uap bertekanan tinggi, digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik pada turbogenerator. Kemudian uap yang diekstraksi dari turbin sebagai uap bertekanan sedang atau rendah terutama digunakan untuk tujuan proses produksi. Kegiatan penghematan energi dapat diperoleh jika pabrik melengkapi unit prosesnya dengan teknologi hemat energi saat ini, tetapi biaya investasi dan daya saing merupakan penentu utama. Strategi penurunan emisi GRK dapat dicapai melalui kegiatan konservasi energi yang diimplementasikan pada unit-unit proses yang cenderung mengkonsumsi energi cukup tinggi.

### **STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK DARI SEKTOR ENERGI PADA INDUSTRI PULP**

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu industri yang menggunakan energi secara intensif. Jumlah energi yang digunakan industri tersebut bergantung kepada jenis proses yang digunakannya. Sebagian besar energi pada industri pulp dan kertas, sekitar 80% merupakan energi termal dalam bentuk uap yang didapatkan dari pembakaran bahan bakar, sedangkan sisanya berupa energi listrik. Industri pulp di Indonesia dapat menyediakan sendiri energi yang diperlukan untuk menggerakkan operasi pabrik melalui sistem kogenerasi (*cogeneration system*), sebagian besar energi tersebut bersifat *self generating*. Bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan energi termal sekitar 56% didapatkan dari produk samping (lindi hitam/*black liquor*), kayu, dan biomassa lainnya. Pada pabrik pulp hanya ada 2 jenis boiler yaitu *recovery boiler* dan *power boiler*. Sekitar 70% energi dipasok dari *recovery boiler* sedangkan sisanya dipasok dari *power boiler*. Strategi penghematan energi terkait penurunan emisi GRK di Industri Pulp dapat dilihat pada Tabel Apendix 5.1.

**Tabel Apendix 5.1.** Strategi penurunan emisi GRK pada Industri Pulp

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/Year)	Kategori investasi
1	Perubahan penggunaan bahan bakar fosil menjadi bahan bakar biomassa	Perubahan penggunaan bahan bakar fosil di <i>power boiler</i> menggunakan bahan bakar biomassa menggunakan tandan kosong sawit, cangkang sawit, kulit kayu dll. Penggunaan bahan bakar biomassa akan . (Industri Pulp, 2014)	30.000 -130.000	Sedang
2	Penghematan energi listrik	Penghematan penggunaan listrik di Pulp mill. Unit proses yang menggunakan energi listrik cukup tinggi seperti fiberline, chemical plant dan pulp machine perlu dilakukan inventarisir sehingga penggunaan energi listrik dapat direduksi. (Industri Pulp, 2014)	20.000	Tinggi
3	Pemulihan sistem kondensat	Peningkatan pemulihan kondensat untuk seluruh <i>steam system</i> . (Industri Pulp, 2014)	6.500	Tinggi
4	Peningkatan kadar total solid <i>Black Liquor</i>	Peningkatan kadar <i>total solid Black Liquor</i> untuk pembakaran di Recovery Boiler hingga 70%-75%. (Industri Pulp, 2014)	180.000	Tinggi

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/Year)	Kategori investasi
5	<i>Retrofitting</i> pembakaran di <i>recovery boiler</i>	<i>Retrofitting recovery boiler</i> untuk meningkatkan performa pembakaran di dalam tanur serta optimasi proses pembakaran atau oksidasi di dalam <i>recovery boiler</i> . (Industri Pulp, 2014)	180.000	Tinggi
6	Perubahan penggunaan bahan bakar minyak menjadi bahan bakar gas	Perubahan penggunaan bahan bakar minyak menggunakan bahan bakar gas alam di <i>Lime Kiln</i> dan <i>Tissue Dryer</i> (Industri Pulp, 2014).	40.000	Tinggi
7	Pemasangan inverter	Peningkatan efisiensi pompa dengan pemasangan Frequency Inverter (Industri Pulp, 2014)	180.000	Tinggi
8	Pemasangan Electrostatic Precipitator di unit Lime Kiln	Pemasangan Electrostatic Precipitator di unit Lime Kiln dapat meningkatkan total solid lime mud dari 70% menjadi 75%. Peningkatan ini disebabkan oleh penegembalian debu ke dalam kiln sebagai debu kering dan mengurangi beban pada mud filter. Aksi ini diperkirakan dapat menghemat konsumsi bahan bakar sebesar 0,4 MBtu/ton CaCO <sub>3</sub> , listrik sebesar 4 kWh/Adt. (Bajpai, 2018)	4.869	Sedang

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/Year)	Kategori investasi
9	Pemasangan <i>stripping condensate</i> pada <i>evaporation plant</i>	Mengintegrasikan kolom stripping kondensat ke dalam <i>evaporasi plant</i> akan menghasilkan penghematan energi dalam bentuk pengurangan kebutuhan steam. Berdasarkan informasi dari proyek serupa di pabrik, integrasi penuh kolom stripping ke dalam <i>evaporation plant</i> dapat menghasilkan penghematan uap hingga 1,0 MBtu/t produk. NCASI (2001) telah melaporkan penghematan \$853.440 per tahun untuk pabrik pulp 1000 ton/hari. (Bajpai, 2018)	15.019	Tinggi
10	Optimalisasi konsep daur ulang filtrat pada proses <i>bleaching</i>	Konsep daur ulang dan sistem sirkulasi air pada unit <i>bleaching plant</i> yang optimal akan bervariasi dari satu pabrik ke pabrik lainnya, dan demikian pula, penghematan dan dampak pada emisi karbon dioksida juga akan bervariasi. Sebagai contoh, pabrik dengan produksi 1000 ADT/hari, simulasi konsumsi uap bertekanan rendah berkurang 0,4 MBtu/ADT melalui optimalisasi konsep daur ulang filtrat. Penghematan biaya adalah \$308.000 per tahun, total pembangkitan panas (proses ditambah panas untuk daya tekanan balik) berkurang 20,7 MBtu/jam. (Bajpai, 2018)	9.005	Sedang

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/Year)	Kategori investasi
11	Pengayaan oksigen pada proses Lime kiln.	Pengayaan oksigen adalah teknologi mapan untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, dan telah diadopsi dalam berbagai bentuk oleh sejumlah industri yang menggunakan proses pembakaran suhu tinggi. Pengayaan oksigen pada lime kiln dapat mengurangi kebutuhan bahan bakar sekitar 7-12%. Investasi modal untuk pengayaan oksigen cukup rendah, dengan hanya penambahan pipa umpan, pipa injeksi, dan system kontrol (McCubbin, 1996). Periode pengembalian telah diperkirakan antara sekitar 1 dan 3 tahun (Bajpai, 2018).	8.433-14.456	Rendah

### STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK DARI SEKTOR ENERGI PADA INDUSTRI KERTAS

Kertas terbuat dari tiga bahan utama, yaitu serat, air, dan aditif. Ketiga bahan ini diproses di bagian *stock preparation*, kemudian dikirim ke mesin kertas untuk dibentuk lembaran, selanjutnya dipres dan dikeringkan. Teknologi proses pembuatan kertas pada umumnya menggunakan energi yang sangat besar yang diperoleh dari *power plant*. Sumber energi yang digunakan biasanya bahan bakar fosil. Pembuatan kertas juga mengonsumsi air yang cukup besar untuk pembentukan lembaran kertas, air sisa proses akan dikeluarkan sebagai limbah cair. Prinsip proses pembuatan kertas adalah mencampurkan serat dan aditif dengan air, kemudian airnya dipisahkan kembali sambil membentuk lembaran. Proses pemisahan air terjadi pada bagian pembentukan lembaran basah, pengepresan, dan pengeringan. Proporsi air terbanyak dipisahkan di bagian pembentukan lembaran basah, tetapi proporsi energi terbesar digunakan di bagian pengeringan. Sumber energi utama yang digunakan di industri kertas adalah *steam* dan listrik.

**Tabel Apendix 5.2.** Strategi penurunan emisi industri kertas

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/tahun)	Investasi
<b>Pulper</b>				
1.	Penerapan intensa pulper.	Peningkatan tersebut berasal dari kemajuan teknologi layar untuk mengontrol konsistensi rendah pada pulper dan saringan dalam sistem serat sekunder. Penghematan energi sekitar 150 kWh/ton (kapasitas 60.000 ton/tahun)	7.830	tinggi
<b>Refiner</b>				
1.	Pola <i>pattern refiner</i>	Pemilihan model pisau refiner (refiner bar pattern) juga turut menentukan konsumsi energi refiner (penggilingan). Model-model mutakhir biasanya dirancang agar energi refiner serendah mungkin. Sebagai contoh, penggunaan pattern refiner yang telah dikembangkan akan menurunkan konsumsi energi sebesar 18% (kapasitas 60.000 ton/tahun) yang sekaligus meningkatkan pulp strength properties sebesar 10 – 20%.	1.879	sedang
2.	Mengurangi waktu energi refining dengan cara	Target freeness pada pembuatan kertas pada umumnya adalah 300 ml CSF, target freeness diubah menjadi 400 ml CSF dari freeness awal sekitar 500 ml CSF sehingga mengurangi energi	1.044	rendah

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/tahun)	Investasi
	penurunan target freeness	yang digunakan pada proses penggilingan. Penghematan sekitar 20 kWh/t atau sekitar 10%. (kapasitas 60.000 ton/tahun)		
3.	Penggunaan enzim selulase	Enzim selulase membantu proses penguraian dan fibrilasi serat selulosa pada proses refining sehingga mempercepat tercapainya target freeness yang setara dengan penghematan energi refining. Penghematan energi sekitar 25-30 kWh/t (kapasitas 60.000 ton/tahun).	1.305 – 1.566	sedang
4.	Penggunaan <i>conical refiner</i> menggantikan <i>double disc refiner</i> .	Stok tersebar merata di seluruh bar sehingga serat mengalami perlakuan lalu langsung keluar dari <i>refiner</i> . Desain <i>conical refiner</i> memastikan bahwa semua stok mengalami perlakuan secara merata, <i>loadability refiner</i> yang lebih tinggi dan efisiensi energi yang lebih baik. Penghematan energi mencapai 24% dibandingkan <i>refiner</i> yang sama.	2.506	tinggi
<b>Press part</b>				
1.	Teknologi gap former pada mesin fourdrinier	Gap former dapat dikategorikan sebagai pembentuk bilah, pembentuk gulungan, dan <i>roll-blade</i> . <i>Gap former</i> atau mesin kertas twin wire memiliki dua	2.140	tinggi

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/tahun)	Investasi
		wire di area forming, yang meningkatkan jumlah air yang terpisah dari bubur kertas dan menjaga kedua sisi kertas tetap konsisten. Penghematan energi dari pembentuk celah berasal dari pengurangan konsumsi listrik. Penghematan listrik 41 kWh/t kertas.		
2.	Teknologi shoe (extended nip) press.	<p>Penghematan uap yang dapat diperoleh melalui pemasangan penekan nip yang diperpanjang sehingga memperluas area kontak antara nip dengan lembaran kertas.</p> <p>Kekeringan lembaran bisa mencapai 35-50% dibandingkan 5-7% untuk konvensional setara dengan penghematan energi sebesar 3.500-8.500 kWh/ton kertas.</p> <p>Penurunan kadar air 1% pada press part akan menghemat 20-30% konsumsi energi pengeringan (<a href="https://www.paperindustryworld.com">https://www.paperindustryworld.com</a> ).</p>	8.900	tinggi
<b>Dryer part</b>				

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/tahun)	Investasi
1.	Perbaiki sistem hood: semi-closed drying hood diperbaiki menjadi closed drying hood.	Pengurangan konsumsi uap sebesar 12,9% dan konsumsi energi sebesar 14,2% di dryer.  Mesin yang paling efisien mengkonsumsi 1,1 ton uap per ton air atau 3,01 GJ/ton produk. Pengurangan konsumsi steam sebesar 12,9% (0,163 ton steam/ton air) dan konsumsi energi sebesar 14,2% (0,498 GJ/ton produk) di dryer (kapasitas 60.000 ton/tahun).	7.221	tinggi
2.	Penerapan teknologi kontrol dryer (penerapan sistem hood tertutup dan pengoptimalan sistem heat recovery):	penghematan energi sebesar 4500 lb steam/jam (2.041 kg steam/jam)	7.961	tinggi
3.	Pengendalian aktual kadar air produk sesuai target kadar air spesifikasi	Penurunan kadar air 1% pada press part akan menghemat 20-30% konsumsi energi pengeringan ( <a href="https://www.paperindustryworld.com">https://www.paperindustryworld.com</a> )	1.773	rendah

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/tahun)	Investasi
	produk kertas (kadar air aktual tidak jauh lebih rendah dari target agar tidak boros energi)			
4.	Optimasi suhu ventilasi pocket pada 180-195 oC.	penghematan steam 1000 - 2000 lb/jam (454 - 907 kg/jam)	1.771	<b>rendah</b>
5.	Penggunaan stationary syphon	penghematan energi 249,12 kWh/ton	13.005	tinggi
6.	Penggunaan sistem heat pump untuk memanfaatkan waste heat dalam dryer	penghematan energi 117,23 kWh/ton kertas	8.085	tinggi
7.	Sistem pengeringan Condebelt (lembaran kertas	Tingkat pengeringan 5-15 kali lebih tinggi dari pengeringan konvensional. Pengeringan sabuk kondensasi dapat mengeringkan kertas dari 44%	9.158	tinggi

No.	Strategi	Deskripsi	Perkiraan pengurangan emisi (ton CO <sub>2</sub> e/tahun)	Investasi
	dikeringkan dalam keadaan kontak dengan sabuk baja panas)	(keluar dari bagian pengepresan konvensional) hingga 94%.		
8.	Sistem Air Impingement Drying	penghematan steam 10-40% namun listrik meningkat 5%. (sekitar 0,45 GJ/ton) (kapasitas 60.000 ton/tahun).	6.525	tinggi
9.	Kelebihan tekanan steam digunakan untuk membangkitkan listrik di turbin	energi listrik yang dapat dihasilkan dari turbin tersebut berkisar antara 40 KWh hingga 350 KWh.	275 – 2.411	rendah

## STRATEGI PENURUNAN EMISI GRK DARI SEKTOR LIMBAH PADA INDUSTRI KERTAS

Penghitungan emisi GRK dalam sektor limbah penting dilakukan mengingat sektor limbah merupakan salah satu sektor yang berkontribusi signifikan terhadap peningkatan emisi GRK. Peningkatan kuantitas limbah berkorelasi dengan potensi peningkatan emisi GRK yang timbul berdasarkan kandungan kimiawi limbah maupun dari proses pengolahan limbah.

Pengelolaan air limbah saat ini melalui 2 sistem, yaitu sistem setempat (*on site*) dan sistem terpusat (*off site*). Sejalan dengan Perpres 61/2011 yang menyatakan bahwa penurunan GRK dari sektor limbah merupakan salah satu dari lima bidang yang menjadi prioritas dalam penurunan emisi GRK di Indonesia.

### a) Emisi Off Site

Sumber emisi GRK ini berasal dari luar lokasi/*off site* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Perhitungan untuk emisi off site ini didapatkan dengan menggunakan faktor emisi. Emisi GRK *off site* ini dapat dihasilkan dari antara lain:

- Konsumsi listrik peralatan yang ada pada IPAL, seperti reaktor, pompa, mixer/pengaduk, penerangan, dan peralatan listrik lainnya.
- Konsumsi bahan bakar untuk keperluan IPAL, yang meliputi produksi dan transportasi
- Emisi dari landfill yang berasal dari limbah padat (lumpur IPAL)

Kontribusi emisi GRK yang berasal dari bahan bakar, material, kebutuhan listrik, landfill untuk IPAL proses aerobik, proses anaerobik, dan gabungan antara proses aerobik dan anaerobik dapat memiliki nilai yang berbeda-beda (Tabel appendix 5.3 dan 5,4). Hal ini disebabkan karena karakteristik dari pengolahan tersebut yang berbeda yang akan dijelaskan pada bagian emisi *on site*.

**Tabel appendix 5.3.** Kontribusi emisi GRK (Ashrafi, 2013)

Produksi emisi CO <sub>2</sub> e	IPAL Aerobik (t CO <sub>2</sub> e/hari)	Penurunan emisi (%)	IPAL Anaerobik (t CO <sub>2</sub> e/hari)	Penurunan emisi (%)	IPAL Hybrid (t CO <sub>2</sub> e/hari)	Penurunan emisi (%)
Bahan bakar dan material	0,613	9,1	3,815	54,7	4,033	53,8
Kebutuhan listrik	0,287	9,1	0,130	2,1	0,186	2,8
Landfill limbah padat	0,530	16,8	0,235	3,9	0,267	4,1
Total emisi off site	1,43		4,18		4,486	
Penggunaan bahan bakar biogas	195 (dari anaerobic digester)	13,6	502	12	515	11,5

Strategi penurunan emisi *off site* berhubungan dengan efisiensi listrik, bahan bakar, serta alternatif pengganti landfill seperti:

1. Pemanfaatan biogas yang dihasilkan dari bioreaktor maupun anaerobic digester  
 Penggunaan biogas yang keluar dari bioreaktor maupun anaerobic digester menjadi energi pada power boiler, akan dapat mengurangi emisi GRK pada sisi *off-site*, karena akan mengurangi konsumsi listrik serta bahan bakar untuk pembangkit. Pembakaran biogas di power boiler ini akan mengganti konsumsi bahan bakar sehingga dapat mengurangi emisi GRK dari perubahan biogas menjadi pembakaran sempurna serta berkurangnya konsumsi bahan bakar digantikan oleh biogas. Pemanfaatan biogas ini dapat mengurangi emisi GRK hingga 9-17% dari emisi sebelumnya, tergantung dari jenis pemanfaatan (Tabel appendix 5.3).
2. Penggunaan energi gravitasi pada IPAL,  
 Pemanfaatan energi gravitasi pada IPAL misalnya dengan menggunakan beda tinggi untuk mengalirkan air limbah pada IPAL sesuai kebutuhan head hydraulic sehingga dapat mengurangi kebutuhan pompa dan listrik, sehingga akan mengurangi emisi GRK akibat konsumsi listrik.
3. Penggunaan energi hidrolis,  
 Pemanfaatan energi dari air (hidrolis) misalnya dengan menggunakan baffle pada proses flokulasi untuk memenuhi kebutuhan pengadukan dan menggantikan pengadukan secara mekanis yang membutuhkan listrik sehingga akan mengurangi emisi GRK akibat konsumsi listrik.
4. Penggunaan peralatan yang lebih hemat energi/hemat bahan bakar

Penggunaan peralatan yang lebih hemat energi/bahan bakar otomatis akan mengurangi/menurunkan emisi GRK akibat konsumsi listrik/bahan bakar tersebut.

5. Pengolahan lumpur menggunakan aerobic atau anaerobic digestion

Pengolahan lumpur yang dikirim ke landfill, dapat dikelola menggunakan aerobic atau anaerobic digestion akan menurunkan emisi GRK. Pengolahan lumpur menggunakan aerobic atau anaerobic digestion ini dapat mengurangi emisi GRK hingga 8-27% (Tabel appendix 5.3 - 5.5).

6. Aplikasi kombinasi heat dan power

Pengolahan lumpur pada poin 5 di atas, dapat juga dikelola dengan menggunakan aerobic dengan pemanfaatan kombinasi heat dan power. Pengolahan lumpur ini dapat mengurangi emisi GRK hingga 30-49% (Tabel 21).

b) Emisi On Site

Sumber emisi GRK on site pada IPAL dapat berasal dari:

- Pengolahan pendahuluan
- Pengolahan primer
- Pengolahan sekunder

1. Pengolahan Pendahuluan (*Preliminary Treatment*)

Pengolahan pendahuluan adalah langkah pertama dalam pengolahan air limbah. Pengolahan ini diperlukan untuk menyiapkan air limbah sebelum pengolahan selanjutnya ataupun untuk mendukung pengolahan utama, baik itu primer maupun sekunder. Pengolahan ini juga dapat dilakukan untuk meringankan beban pengolahan selanjutnya seperti menghilangkan padatan kasar dan besar dalam air limbah. Teknologi utama yang sering digunakan pada tahap ini adalah netralisasi, penyaringan, penghilangan pasir/grit, dan lain-lain.

2. Pengolahan Primer

Pengolahan primer atau pengolahan pertama biasanya merupakan pengolahan fisika-kimia di mana terjadi proses koagulasi-flokulasi yang akan mengubah koloid menjadi pertikel padatan yang lebih besar dengan membentuk flok dan mengendap ke dasar tangki. Pengolahan ini biasanya akan mengurangi kandungan TSS dengan signifikan.

3. Pengolahan Sekunder

Pengolahan sekunder biasanya berupa pengolahan biologi yang umumnya terdiri dari pengolahan aerobik, anaerobik, ataupun gabungan keduanya. Pengolahan

biologi biasanya digunakan untuk mrrngurangi konsentrasi COD dan BOD (pencemar organik terlarut) dalam air limbah.

**Tabel appendix 5.41.** Kontribusi emisi GRK (Ashrafi, 2013)

Produksi emisi CO <sub>2</sub> e	IPAL Aerobik (t CO <sub>2</sub> e/hari)	Penurunan emisi (%)	IPAL Anaerobik (t CO <sub>2</sub> e/hari)	Penurunan emisi (%)	IPAL Hybrid (t CO <sub>2</sub> e/hari)	Penurunan emisi (%)
Emisi dari reaktor	0,659	20,9	0,468	7,7	0,533	8,1
Emisi dari anaerobic digester	0,409	13,0	0,274	4,5	0,321	4,9
Tertiary treatment	0,048	1,5	0,048	0,8	0,048	0,7
Kebocoran	0,255	8,1	0,545	9,0	0,564	8,6
Pembakaran biogas di power boiler	0,547	17,3	1,039	17,2	1,104	16,9
Total emisi (sebelum flaring)	4,811		8,958		9,518	
Flaring	2,894	46,4	6,584	50,1	6,948	49,6

### Strategi Penurunan Emisi *On Site*

Strategi penurunan emisi *on site* berhubungan dengan perbaikan pada IPAL seperti:

- Flaring pada produksi biogas  
Flaring pada produksi biogas digunakan untuk mengkonversi gas buangan yang diproduksi dari pengolahan lumpur maupun air limbah. Teknologi ini mengubah biogas yang mayoritas terdiri dari CH<sub>4</sub> menjadi pembakaran sempurna CO<sub>2</sub>. Dikarenakan faktor emisi CO<sub>2</sub> lebih kecil dari CH<sub>4</sub>, maka strategi ini akan menurunkan emisi GRK secara keseluruhan. Proses flaring ini dapat mengurangi emisi GRK hingga 46-50% dari emisi sebelumnya (Tabel appendix 5.4).
- Pembakaran biogas di power boiler  
Pembakaran biogas di power boiler untuk menjadi energi dan mengganti konsumsi bahan bakar sehingga dapat mengurangi emisi GRK dari perubahan biogas menjadi pembakaran sempurna serta berkurangnya konsumsi bahan bakar digantikan oleh biogas. Perbaikan biogas di power boiler ini dapat mengurangi emisi GRK hingga 16-17% dari emisi sebelumnya (Tabel appendix 5.4).
- Perbaikan kebocoran  
Perbaikan kebocoran pada peralatan akan menghasilkan proses yang lebih efisien sehingga akan lebih hemat energi/bahan baku/bahan bakar sehingga akan secara langsung maupun tidak langsung mengurangi/menurunkan emisi GRK akibat

konsumsi listrik/bahan baku/bahan bakar tersebut. Perbaikan kebocoran ini dapat mengurangi emisi GRK hingga 8,1% dari emisi sebelumnya (Tabel appendix 5.5).

- Penggantian jenis proses pengolahan IPAL

Penggantian proses IPAL dengan jenis proses yang lebih kecil emisi GRK nya, otomatis akan mengurangi/menurunkan emisi GRK. Misalnya, bila merubah proses IPAL dari oxidation ditch + landfill menjadi sequencing batch reactor + landfill maka akan menurunkan emisi GRK sebesar 177 ton CO<sub>2</sub>e/tahun atau sekitar 2% dari emisi sebelumnya (Tabel appendix 5.5).

**Tabel appendix 5.52. Kontribusi emisi GRK**

Strategi (Ops)	Awal (CO <sub>2</sub> e/th)	Akhir (CO <sub>2</sub> e/th)	Penurunan emisi (%)	Literatur
Penggunaan biogas sebagai listrik (Debit IPAL 90rb-230rb m <sup>3</sup> /hari)	35,80	32,33	9,7	Robescu, 2017
Penggunaan biogas sebagai listrik	12,855 ± 1254 (kgCO <sub>2</sub> e d <sup>-1</sup> )	11,321 ± 1136 (kgCO <sub>2</sub> e d <sup>-1</sup> )	11,9	Kyung, 2015
Mengganti landfill dengan aplikasi aerobic composting	9928-7995 ton CO <sub>2</sub> e/th	8912-7995 ton CO <sub>2</sub> e/th	8,4-10,2	Chai, 2015
Mengganti landfill dengan aplikasi aerobic digestion + biogas combustion (mesofilic digester)	9928-7995 ton CO <sub>2</sub> e/th	7466-6809 ton CO <sub>2</sub> e/th	21,4-27,6	Chai, 2015
Mengganti landfill dengan aplikasi aerobic digestion + combine heat & power	9928-7995 ton CO <sub>2</sub> e/th	6862-5817 ton CO <sub>2</sub> e/th	30,1-48,9	Chai, 2015

**Tabel appendix 5.63. Emisi CO<sub>2</sub> pada Beberapa Jenis IPAL dengan Pengolahan Lumpurnya**

Pengolahan IPAL	Pengolahan Lumpur	Emisi CO <sub>2</sub> (ton CO <sub>2</sub> e/th)	Literatur
Anaerobic-Anoxic-Oxic	Landfill	9928	Chai, 2015
Anaerobic-Anoxic-Oxic	Aerobic Composting	8912	Chai, 2015
Anaerobic-Anoxic-Oxic	Anaerobic digestion + biogas combustion (mesofilic digester)	7466	Chai, 2015
Anaerobic-Anoxic-Oxic	Anaerobic digestion + combine heat & Power	6280	Chai, 2015
Sequencing Batch Reactor	Landfill	8870	Chai, 2015
Sequencing Batch Reactor	Aerobic Composting	7995	Chai, 2015
Sequencing Batch Reactor	Anaerobic digestion + biogas combustion (mesofilic digester)	6809	Chai, 2015
Sequencing Batch Reactor	Anaerobic digestion + combine heat & Power	5817	Chai, 2015

Oxidation Ditch	Landfill	9047	Chai, 2015
Oxidation Ditch	Aerobic Composting	8291	Chai, 2015
Oxidation Ditch	Anaerobic digestion + biogas combustion (mesophilic digester)	7271	Chai, 2015
Oxidation Ditch	Anaerobic digestion + combine heat & Power	6862	Chai, 2015

Berdasarkan Laporan Inventarisasi GRK dan MPV nasional tahun 2019, kontribusi limbah adalah sebesar 7,8% dari total keseluruhan emisi GRK nasional, sehingga bila dibandingkan dengan emisi GRK nasional, maka nilai penurunan emisi dari strategi penurunan emisi perlu dikalikan dengan kontribusi limbah sebesar 7,8%. Misalnya modifikasi IPAL melalui *flaring* akan memiliki kontribusi menjadi sebesar 3,5-3,9%, pembakaran biogas di power boiler sebesar 1,25-1,33%, dan perbaikan kebocoran maksimal 0,63%.

## **STRATEGI PENERAPAN INDUSTRI 4.0 TERKAIT DENGAN PENURUNAN EMISI GRK PADA INDUSTRI PULP DAN KERTAS**

Penerapan industri 4.0 dengan aplikasi otomasi lapangan melalui komunikasi perangkat ke perangkat. Perubahan semua informasi analog yang ada di lapangan menjadi informasi digital di mana data yang dihasilkan dapat ditransfer, dibagikan (*share*), dan dihubungkan ke perangkat lain. Komunikasi data dan pemanfaatan antara kontrol lapangan akan membuat loop kontrol otomasi sederhana dalam satu sistem proses. Aplikasi ini menggunakan peralatan seperti sensor, transduser, pemancar dan penerima, aktuator, konverter analog ke digital, dan media komunikasi data (komputer, smart phone, tablet, atau screen display). Teknologi 4.0 berfungsi mengkolaborasikan teknologi cyber dan teknologi otomasi pada pemanfaatan dan integrasi informasi digital yang dihasilkan oleh suatu sistem proses dengan sistem lainnya untuk menciptakan siklus otomasi yang lebih besar dari sistem proses, termasuk komunikasi melalui internet. Aplikasi sistem ini akan membuat sebuah proses sistem yang optimal dan otomatis sehingga akan meningkatkan utilisasi dan efisiensi energi.

### **A. Pulp Mill**

Aplikasi teknologi 4.0 yang dapat diterapkan pada industri pulp sebagai berikut:

#### **1. Inventori Bahan Baku**

Sistem persediaan bahan baku dengan penerapan inventaris barcode sehingga dapat mengidentifikasi kualitas bahan baku yang masuk. Database hasil kualitas setiap bahan baku akan disimpan ke server/cloud, diinformasikan ke proses pemasakan dan perencanaan produksi serta kontrol data bahan baku. Bahan baku yang memiliki debris dan fine akan cenderung terlalu matang pada pemasakan dan menghasilkan rendemen yang lebih kecil. Aplikasi ini menggunakan peralatan seperti barcode generator dan scanner untuk material yang masuk, cloud server, dan media komunikasi data. Teknologi 4.0 diintegrasikan dengan *library* basis data yang tepat dari server yang memungkinkan

pengaturan parameter proses pemasakan supaya sesuai dengan kualitas bahan mentah yang akan dimasak sehingga dapat menghindari produk pulp yang *over/under cook*. Aplikasi dari sistem ini dapat mengoptimalkan konsumsi steam dan listrik sehingga berdampak pada penurunan konsumsi bahan bakar dan emisi GRK.

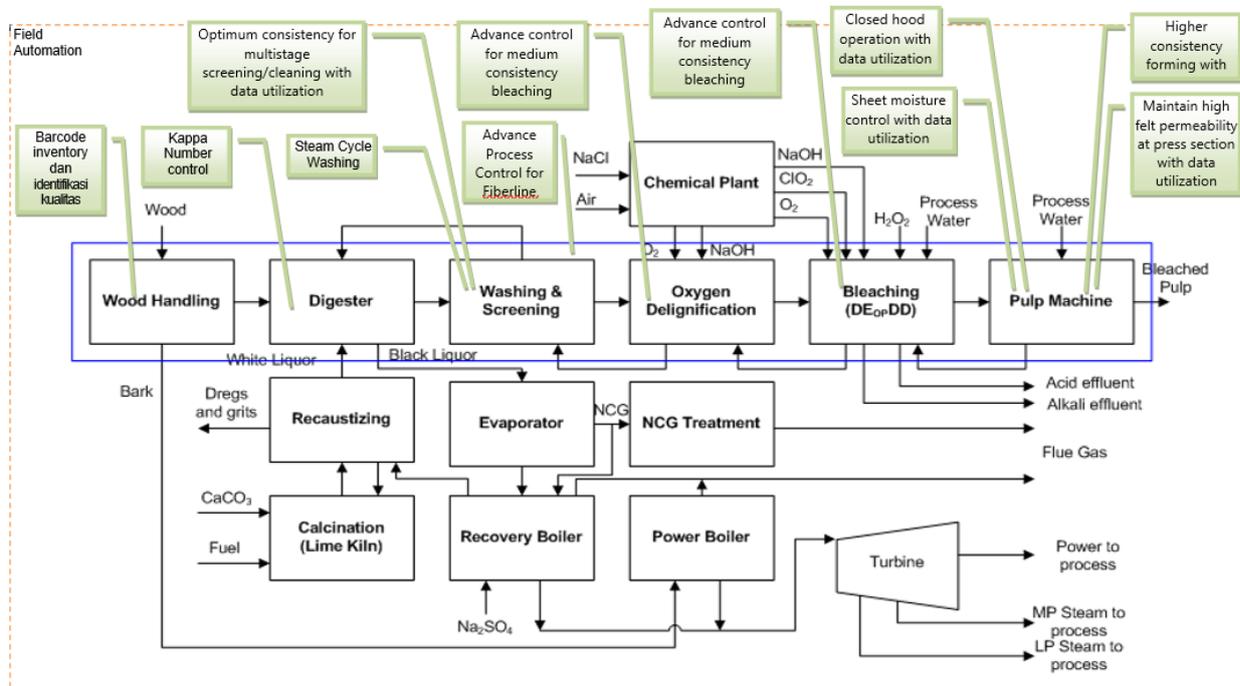
2. Aplikasi *smart control* H-factor pada Kraft pulping untuk mendapatkan produk pulp optimal. Aplikasi ini menggunakan *library* data kualitas bahan baku dan bahan kimia untuk mendapatkan target bilangan Kappa melalui integrasi dari proses feeding chip, feeding bahan kimia pemasakan, pemanasan dan impregnasi steam, dan resirkulasi bahan kimia pemasakan. *Library* data bahan baku dan data proses yang dihasilkan disimpan pada server untuk dapat digunakan kembali pada proses pemasakan berikutnya. Aplikasi ini mengatur sistem feeding chip, sistem feeding bahan kimia pemasakan, sistem pemanasan dan impregnasi steam, sistem kendali suhu, sistem kendali tekanan, dan sistem operasi DCS. Teknologi 4.0 diintegrasikan pada penggunaan basis data dari *library* data akan membantu operator dalam mengatur H-factor untuk mendapatkan target bilangan Kappa pada pulp. Troubleshooting secara online/remote akan dapat diterapkan melalui penggunaan *Viewer Software (Augmented Reality dan Virtual Reality)* yang dapat melakukan *override* pada DCS untuk segera melakukan perbaikan. Aplikasi sistem ini akan mengoptimalkan proses pemasakan dan menurunkan konsumsi listrik yang dapat menurunkan emisi GRK.
3. Washing plant dengan *Steam Cycle Washing*, yaitu penggunaan steam untuk washing multi tahap sehingga meningkatkan efisiensi washing. Aplikasi ini akan menggunakan peralatan seperti washing drum, sistem kendali suhu, sistem kendali tekanan, sistem kendali aliran, perangkat lunak dengan kecerdasan buatan untuk *dilution factor* dan *displacement ratio*, serta sistem operasi DCS. Teknologi 4.0 menggunakan basis data peralatan di atas dari *library* data yang akan membantu operator mengatur efisiensi washing. Penerapan sistem ini akan lebih mengefisiensikan konsumsi energi dan bahan sehingga menghasilkan emisi GRK yang lebih rendah.
4. Bleaching plant dengan proses bleaching konsistensi medium, yaitu penggunaan konsistensi stok yang lebih tinggi pada bleaching plant sehingga mengoptimalkan konsumsi bahan kimia bleaching dan konsumsi energi yang lebih rendah. Aplikasi ini akan menggunakan parameter dan peralatan seperti pompa dan mixer konsistensi medium, sistem kendali suhu, sistem kendali tekanan, sistem kendali aliran, sistem kendali konsistensi, smart control untuk *dilution factor* dan *displacement ratio*, dan sistem operasi DCS. Teknologi 4.0 menggunakan basis data peralatan di atas dari *library* data yang akan membantu operator mengatur efisiensi bleaching dan washing pada setiap tahapan proses bleaching. Trouble shooting secara online/remote akan dapat diterapkan melalui penggunaan *Viewer Software (Augmented Reality dan Virtual Reality)* yang akan dapat melakukan *override* pada layar DCS untuk segera melakukan perbaikan. Penerapan kondisi ini dapat menurunkan energi hingga 10% dan mengurangi konsumsi kimia hingga 15%.
5. Pulping line dengan Advance Process Control untuk Fiberline, melalui pengembangan algoritma Advance Process Control untuk mengoptimalkan operasi pemasakan. Aplikasi ini menggunakan peralatan DCS, Viewing Workstation, Local Area network (LAN), smart

control untuk optimalisasi, media komunikasi data, dan server penyimpanan data sentral. Teknologi 4.0 berfungsi mengintegrasikan data pada setiap DCS station (pada room pemasakan, washing, dan bleaching) dibagikan (share) pada server sentral melalui LAN. Trouble shooting secara online/remote dapat diterapkan melalui penggunaan *Viewer Software (Augmented Reality dan Virtual Reality)* yang dapat melakukan override pada DCS untuk segera melakukan perbaikan. Penerapan aplikasi ini dapat menghemat konsumsi energi hingga 25% dan efisiensi bahan hingga 10%.

6. Optimasi konsistensi pada screening/cleaning multi tahap melalui penggunaan parameter operasional seperti konsistensi stock, tekanan, suhu, dan aliran bahan pada operasi screening/cleaning. Teknologi 4.0 diintegrasikan dengan penggunaan bank data untuk parameter operasi stok pada DCS yang akan meningkatkan efisiensi konsumsi material. Penerapan kondisi ini akan menghemat bahan kimia hingga 10%.
7. Proses wet end dan forming dengan konsistensi yang lebih tinggi, yaitu pengoperasian wet end dan headbox dengan konsistensi stok yang lebih tinggi untuk menghasilkan sheet forming dengan konsistensi lebih tinggi pula. Aplikasi ini akan mengatur parameter seperti kecepatan wet end fan pump, tekanan headbox, konsistensi, aliran dan tekanan stock, kecepatan operasi forming wire, tekanan vakum forming section, konsistensi headbox, dan sistem pengawasan retensi. Teknologi 4.0 berfungsi pada penggunaan data terkait kualitas serat termasuk data operasional pada forming section. Penerapan kondisi ini akan menghasilkan fine yang lebih sedikit pada white water setelah forming section yang berarti berkurangnya beban organik pada air limbah, dan kadar air lembaran yang lebih rendah yang berarti energi yang lebih rendah untuk kebutuhan pompa suction vakum. Mengurangi konsumsi air hingga 10% pada penggunaan konsistensi di atas 1,5% pada headbox.
8. Penggunaan basis data kecepatan operasional press section, shower tekanan tinggi, kualitas lembaran felt, bahan kimia pembersih felt, dan felt permeability meter menggunakan teknologi 4.0. Aplikasi ini berfungsi mengukur permeabilitas pada felt untuk mengendalikan pembersihan kimia felt dan shower tekanan tinggi pada press section sehingga menghasilkan kapasitas tekanan dewatering yang lebih tinggi serta kebutuhan energi yang lebih rendah. Peningkatan runnability hingga 10%, berkurangnya putus lembaran karena *clogged felts*, peningkatan kualitas produk karena kadar air yang lebih stabil.
9. Penerapan teknologi 4.0 pada penggunaan komunikasi data kecepatan mesin, laju pengeringan lembaran, kualitas, pasokan steam, suhu ambien, dan sistem ventilasi hood pada drying section. Penerapan sistem closed hood pada proses drying mempertahankan kondisi hood dalam keadaan tertutup untuk menghindari hilangnya panas (heat loss). Konsumsi energi dapat berkurang hingga 15% yang berasal dari berkurangnya heat loss, resirkulasi udara panas yang bersih, serta ventilasi yang baik.
10. Penerapan penggunaan komunikasi data kecepatan mesin, pengaturan udara tekan, suhu ambien, dan profil kandungan air CD pada *baling line* untuk mengendalikan kadar air lembaran pulp agar kadar air produk akhir seseragam mungkin. Penerapan teknologi

4.0 ini meningkatkan kualitas produk hingga 10% yang disebabkan oleh berkurangnya variasi kadar air dan berkurangnya *reject* akibat *curling*.

### Aplikasi pada Pulp Mill



### B. Paper Mill

Aplikasi teknologi 4.0 yang dapat diterapkan pada proses/peralatan paper mill sebagai berikut:

#### 1. Otomasi Lapangan

Penerapan teknologi *device to device communication* pada aktivitas utilisasi dan integrasi informasi digital yang dihasilkan oleh sistem proses tunggal dengan sistem lain untuk menciptakan lingkaran otomatisasi yang lebih besar dari sistem proses menggunakan *field sensor*, transduser, pemancar/penerima, aktuator, konverter analog ke digital, media komunikasi data. Teknologi ini mengubah semua informasi analog yang mungkin di lapangan menjadi informasi digital, data yang dihasilkan dapat ditransfer, dibagikan, dan ditautkan ke perangkat lain. Komunikasi data dan utilisasi pada kontrol lapangan akan membuat pengendalian lingkaran otomatisasi sederhana untuk sistem proses tunggal. Sistem proses yang dioptimalkan dan otomatis akan meningkatkan pemanfaatan dan efisiensi energi. Aplikasi teknologi ini akan mengurangi konsumsi energi 5 hingga 40%, tergantung pada skala lingkaran otomatisasi yang terhubung.

#### 2. Inventori bahan baku

Penerapan teknologi *Barcode Inventory* dan identifikasi kualitas material yang masuk pada aktivitas utilisasi dan pustaka database *incoming material* menggunakan peralatan generator & pemindai *barcode*, *server cloud*, dan media komunikasi sehingga *Production Planner* dapat mencocokkan data bahan baku yang tepat untuk digunakan sesuai dengan parameter proses pembuatan kertas. Database kualitas *incoming material* akan disimpan ke *server/cloud*, dibagikan ke proses perencanaan produksi serta pengendalian

inventori. Bahan baku yang memiliki debris dan *finer* cenderung menghasilkan rendemen yang lebih sedikit. Aplikasi dari sistem ini dapat mengoptimalkan konsumsi steam dan listrik sehingga mengurangi konsumsi bahan bakar fosil serta mengurangi emisi GRK langsung. Penghematan energi dan bahan baku hingga 30%.

### 3. Hydropulper

Penerapan kondisi konsistensi medium pada pulper. Utilisasi data kualitas serat dan parameter operasi lainnya meliputi konsistensi stock, kualitas/morfologi serat, dan temperatur stock untuk mendapatkan waktu optimal penguraian pulp agar tidak terjadi deformasi serat. Penerapan *repulping* dengan konsistensi lebih tinggi akan mengkonsumsi lebih sedikit energi dibandingkan dengan *repulping* konvensional dengan konsistensi rendah. Pengurangan energi hingga 50 kWh/ton.

### 4. Proses screening & cleaning

Penerapan konsistensi optimal untuk *screening/cleaning multistage*. Utilisasi data untuk parameter operasi stock pada DCS yaitu parameter konsistensi *stock*, tekanan, suhu, dan aliran pada operasi *screening/cleaning* akan mengoptimalkan operasi *screening/cleaning* sehingga meningkatkan efisiensi konsumsi bahan baku. Aplikasi teknologi ini menghasilkan pulp yang lebih bersih, yang berarti lebih sedikit beban organik pada air limbah. Penghematan bahan baku hingga 10%.

### 5. Refining

Pengendalian *freeness* pada proses *refining* melalui aktivitas utilisasi data kualitas serat konsistensi *stock*, tekanan, suhu, dan laju proses refining. Pengembangan algoritma kontrol proses advance untuk skenario pencampuran dan *refining* yang optimal pada setiap grade produk untuk menghindari deformasi serat (pemotongan serat yang berlebihan) Penerapan teknologi ini akan menghemat energi 5-30% dan menghemat bahan baku hingga 15%.

### 6. Wet end & forming.

Penerapan teknologi proses forming dengan konsistensi lebih tinggi. Teknologi 4.0 diaplikasikan pada utilisasi data terkait kualitas serat serta data operasional pada forming section seperti kecepatan *fan pump*, tekanan headbox, konsistensi serat pada headbox, aliran dan tekanan stock, kecepatan operasional *forming wire*, tekanan vakum *forming section*, dan sistem pemantauan retensi. Penerapan teknologi ini akan mengurangi *finer* pada *white water* setelah *forming section* sehingga mengurangi beban organik di air limbah, mengurangi kadar air lembaran yang berarti lebih sedikit energi yang digunakan untuk menggerakkan pompa hisap vakum. Pengurangan konsumsi air hingga 10% untuk utilisasi konsistensi 1-1,5% di headbox.

### 7. Pressing.

Proses pressing dengan mempertahankan permeabilitas tinggi *felt* pada *press section* pada setiap lembaran felt untuk mempertahankan kapasitas *dewatering* yang tinggi. Teknologi 4.0 berfungsi pada utilisasi data seperti kecepatan operasional *press section*, *shower* tekanan tinggi, kualitas lembaran *felt*, bahan kimia pembersih *felt*, dan *felt permeability* untuk mengendalikan pembersihan kimia *felt* dan *shower* tekanan tinggi pada *press section*. Penerapan kondisi ini akan menghasilkan kapasitas tekanan *dewatering*

yang lebih tinggi serta kebutuhan energi yang lebih rendah untuk proses *dewatering* lembaran pada *press section*. *Runnability* meningkat hingga 10%, kerusakan lembaran karena kempa yang tersumbat lebih sedikit, kualitas produk meningkat karena variasi kadar air yang lebih rendah.

#### 8. Drying

Proses drying dengan pengoperasian *closed hood*, yaitu pengoperasian *dryer section* dengan mempertahankan keadaan *hood* tertutup selama mungkin untuk mencegah hilangnya panas (*heat loss*). Teknologi 4.0 berfungsi pada *sharing* dan utilisasi data untuk kecepatan mesin, laju pengeringan lembaran, kualitas dan pasokan *steam*, suhu ambient, dan sistem ventilasi *hood* untuk mengatur parameter kecepatan mesin, tekanan *steam*, suhu, aliran, kadar air lembaran, dan laju pengeringan lembaran. Penerapan teknologi ini dapat mengurangi kehilangan panas (*heat loss*) pada *drying section* sehingga mengurangi konsumsi energi hingga 15%.

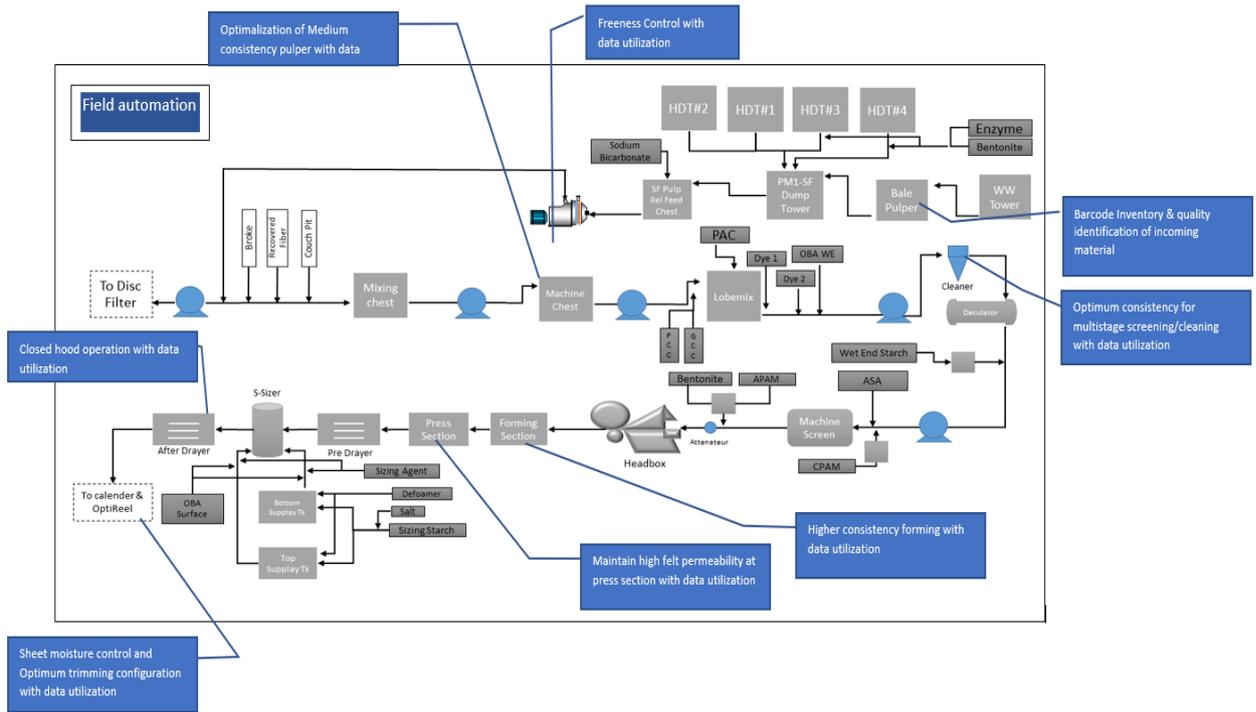
#### 9. Reeler

*Reeler* dengan kendali kadar air lembaran melalui optimalisasi kadar air produk akhir seseragam mungkin. Teknologi 4.0 berfungsi sebagai *sharing* dan utilisasi data kecepatan mesin, laju pengeringan lembaran, kualitas dan pasokan *steam*, suhu ambient, dan profil kadar air CD. Aplikasi ini menggunakan pengaturan pada parameter kecepatan mesin, profil kadar air, dan kelancaran mesin (*runnability*). Aplikasi teknologi ini meningkatkan kualitas produk sekitar 10%, reject akibat *wrinkle* lebih sedikit, kecepatan mesin meningkat sekitar 25-50 m/min.

#### 10. Rewinder

*Rewinder* dengan konfigurasi *trimming* optimal, atau optimalisasi lebar *trimming* maksimal yang memungkinkan untuk kombinasi ukuran rol. Teknologi 4.0 berfungsi sebagai utilisasi data dari *reeler* untuk mendapatkan lebar semaksimal mungkin setelah *rewinder*. Aplikasi ini menggunakan pengaturan pada parameter seperti kualitas sifat fisik lembaran setelah *reeler* dan lebar lembaran setelah *reeler*. Penerapan teknologi ini akan menghasilkan *reject* yang lebih sedikit sehingga mengurangi konsumsi energi. *Trim loss* dapat dikurangi hingga 5%.

# Aplikasi pada Paper Mill



## Surat Pernyataan PKN Tingkat II



### SURAT PERNYATAAN PKN TINGKAT II ANGKATAN XVIII TAHUN 2021

#### 1. Peserta Pelatihan

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ir. Saiful Bahri, MSi.  
Jabatan : Kepala  
Unit Kerja : Balai Besar Pulp dan Kertas,  
Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri  
Kementerian Perindustrian

Adalah peserta Pelatihan Kepemimpinan Nasional Tingkat II Angkatan XVIII Tahun 2021 yang diselenggarakan oleh Pusat Pelatihan Manajemen Dan Kepemimpinan Pertanian, Kementerian Pertanian.

#### 2. Pejabat Pembina Kepegawaian/Pejabat yang Ditunjuk

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Ir. Doddy Rahadi, MT.  
Jabatan : Kepala  
Unit Kerja : Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri  
Kementerian Perindustrian.

Menyatakan bahwa Proyek Perubahan peserta Pelatihan Kepemimpinan Nasional Tingkat II Angkatan XVIII Tahun 2021 merupakan produk pembelajaran individual yang menjadi salah satu indikator pencapaian hasil pelatihan. Proyek Perubahan ini akan diimplementasikan di instansi kami dalam milestone jangka menengah yaitu Sosialisasi Pedoman Strategi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca pada Industri Pulp dan Kertas serta untuk jangka panjang yaitu Penyusunan Proses Bisnis Kelembagaan LPK Balai Besar Pulp dan Kertas.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan segala konsekuensinya.

Yang menyatakan,

Ir. Saiful Bahri, MSi.

Jakarta, 01 November 2021  
Mengetahui,

Dr. Ir. Doddy Rahadi, MT.

## Lembar Pernyataan Komitmen



### LEMBAR PERNYATAAN KOMITMEN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Ir. Saiful Bahri, MSi.  
NDH : 40  
JABATAN : Kepala  
UNIT KERJA : Balai Besar Pulp dan Kertas  
Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri  
Kementerian Perindustrian

Dengan ini menyatakan komitmen untuk melaksanakan target jangka menengah dan jangka panjang dari proyek perubahan yang telah disusun dalam rencana proyek perubahan yang berjudul : **Grand Strategi Penurunan Gas Rumah Kaca (GRK) pada Industri Pulp dan Kertas.**

Demikian komitmen ini saya buat sebenar-benarnya dan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 01 November 2021

Mentor

Dr. Ir. Doddy Rahadi, MT.

Yang menyatakan,

Ir. Saiful Bahri, MSi.