



BUKU AJAR

AGROHIDROLOGI

- Ir. Haris, MP
- Kaharuddin, SP.,MP

PUSAT PENDIDIKAN PERTANIAN

Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian
KEMENTERIAN PERTANIAN
2018



BUKU AJAR

AGROHIDROLOGI

- **Ir. Haris, MP**
- **Kaharuddin, SP.,MP**

PUSAT PENDIDIKAN PERTANIAN

Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian

KEMENTERIAN PERTANIAN

2018

BUKU AJAR

POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN

ISBN : 978-602-6367-39-6

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Pusat Pendidikan Pertanian

PENYUSUN

Agrohidrologi

- Ir. Haris, MP
- Kaharuddin, SP.,MP

TIM REDAKSI

Ketua : Dr. Bambang Sudarmanto, S.Pt.,MP

Sekretaris : Yudi Astoni, S.TP.,M.Sc

Pusat Pendidikan Pertanian
Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian,
Kantor Pusat Kementerian Pertanian
Gedung D, Lantai 5, Jl. Harsono RM, No. 3 Ragunan, Jakarta Selatan 12550
Telp./Fax : (021) 7827541, 78839234

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Buku Ajar Agrohidrologi dapat diselesaikan dengan baik. Buku ajar ini merupakan acuan bagi mahasiswa Program Sarjana Terapan Pendidikan Tinggi Vokasi Pertanian lingkup Kementerian Pertanian dalam mengikuti proses perkuliahan untuk mendapatkan gambaran secara jelas dalam menerima materi mata kuliah tersebut.

Terima kasih kami sampaikan kepada Ir. Haris, MP dan Kaharuddin, SP,MP selaku Dosen Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa yang telah menyusun buku ajar ini serta semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelesaiannya. Materi buku ajar ini merupakan Mata kuliah agrohidrologi yang berisi materi tentang pengertian dan peranan hidrologi-Irigasi di bidang pertanian. Diharapkan, dengan memahami ruang lingkup mata kuliah ini, maka mahasiswa akan dapat memahami dan melihat permasalahan dan fenomena yang terjadi di lapangan yang berkaitan dengan agrohidrologi. Selain itu mahasiswa juga akan menyadari bahwa ilmu Agrohidrologi penting untuk mendukung ilmu-ilmu yang lain dalam kaitannya dengan konsep pembangunan berwawasan konservasi untuk mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan.

Isi buku ajar ini mencakup materi tentang 1) Pengertian dan Ruang Lingkup Hidrologi, 2) Siklus Hidrologi, 3) Presipitasi/Hujan, 4) Air Tanah, 5) Irigasi dan Pengairan, dan 6) Neraca Air. Buku ajar dilengkapi dengan soal latihan sebagai bahan evaluasi mahasiswa terhadap materi yang telah diberikan.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan buku ajar ini. Semoga buku ajar ini dapat memberikan manfaat bagi para mahasiswa pada Pendidikan Tinggi Vokasi Pertanian.

Jakarta, Juli 2018

Kepala Pusat Pendidikan Pertanian

Drs. Gunawan Yulianto, MM., MSi.

NIP. 19590703 198001 1 001

PRAKATA

Buku ajar Agrohidrologi merupakan salah satu referensi mata kuliah Agrohidrologi bagi mahasiswa Program Studi Budidaya Tanaman Hortikultura di Politeknik Pembangunan Pertanian (POLBANGTAN). Buku ajar ini juga dapat dimanfaatkan bagi, praktisi dan ilmuwan lainnya sebagai rujukan tentang agrohidrologi dengan permasalahannya. Penyajian buku ajar ini mengikuti pola buku ajar di Politeknik Pembangunan Pertanian (POLBANGTAN) sehingga dapat memudahkan dalam mengikuti uraian materinya dimana di dalamnya dibahas pengertian agrohidrologi, siklus, bagian dan prosesnya serta perhitungan kebutuhan pengairan di bidang pertanian.

Buku ajar ini masih kurang sempurna, tentu kami sangat berharap ada masukan saran untuk perbaikan dan kesempurnaan buku ajar Agrohidrologi ini, semoga buku ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
PETA KOMPETENSI	ix
GLOSARIUM	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Manfaat Pembelajaran	1
D. Capaian Pembelajaran	1
E. Petunjuk Pembelajaran	2
F. Cek Kemampuan Awal (<i>Pre Test</i>)	2
BAB II. PEMBELAJARAN	3
Kegiatan Pembelajaran 1 :	
1. PENGERTIAN DAN RUANG LINGKUP AGROHIDROLOGI	
A. Deskripsi	
B. Kegiatan Pembelajaran	
1. Tujuan Pembelajaran	3
2. Uraian Materi	3
3. Rangkuman	9
4. Soal Latihan	10
5. Kunci Jawaban	10
6. Sumber Informasi dan Referensi	11
C. Penilaian	
1. Sikap	12
2. Pengetahuan	15
3. Keterampilan	19
Kegiatan Pembelajaran 2 :	
2. SIKLUS HIDROLOGI	
A. Deskripsi	
B. Kegiatan Pembelajaran	
1. Tujuan Pembelajaran	30
2. Uraian Materi	30

3. Rangkuman	46
4. Soal Latihan	46
5. Kunci Jawaban	46
6. Sumber Informasi dan Referensi	
C. Penilaian	
1. Sikap	48
2. Pengetahuan	51
3. Keterampilan	54
Kegiatan Pembelajaran 3 :	
3. PRESIPITASI/HUJAN	
A. Deskripsi	
B. Kegiatan Pembelajaran	
1. Tujuan Pembelajaran	66
2. Uraian Materi	66
3. Rangkuman	72
4. Soal Latihan	73
5. Kunci Jawaban	73
6. Sumber Informasi dan Referensi	74
C. Penilaian	
1. Sikap	75
2. Pengetahuan	79
3. Keterampilan	82
Kegiatan Pembelajaran 4 :	
4. AIR TANAH	
A. Deskripsi	93
B. Kegiatan Pembelajaran	
1. Tujuan Pembelajaran.....	93
2. Uraian Materi	93
3. Rangkuman	100
4. Soal Latihan	101
5. Kunci Jawaban	101
6. Sumber Informasi dan Referensi	102
C. Penilaian	103
1. Sikap	103
2. Pengetahuan	107
3. Keterampilan	110

Kegiatan Pembelajaran 5 :

5. IRIGASI DAN PENGAIRAN	122
A. Deskripsi	122
B. Kegiatan Pembelajaran	122
1. Tujuan Pembelajaran	122
2. Uraian Materi	122
3. Rangkuman	155
4. Soal Latihan	156
5. Kunci Jawaban	157
6. Sumber Informasi dan Referensi	158
C. Penilaian	159
1. Sikap	159
2. Pengetahuan	163
3. Keterampilan	166

Kegiatan Pembelajaran 6 :

6. NERACA AIR	178
A. Deskripsi	178
B. Kegiatan Pembelajaran	178
1. Tujuan Pembelajaran	178
2. Uraian Materi	178
3. Rangkuman	199
4. Soal Latihan	200
5. Kunci Jawaban	200
6. Sumber Informasi dan Referensi	200
C. Penilaian	203
1. Sikap	203
2. Pengetahuan	207
3. Keterampilan	211

BAB III. PENUTUP	223
-------------------------------	------------

DAFTAR PUSTAKA	224
-----------------------------	------------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai Koefisien Debit μ dalam Gorong-gorong	163
2. Harga Koefisien (kc) Tanaman Padi	168
3. Nilai-nilai FPR Berdasarkan Jenis Tanah	172
4. Harga Rembesan Pada Berbagai Jenis Saluran(m^3/dt per 1.000.000 m^2 Penampang Basah)	173
5. Prosentase kesalahan dalam Tabel debit pada bangunan pengukur debit ...	173
6. Klasifikasi Nilai Indeks Penggunaan Air	174
7. Kebutuhan Air Untuk Padi Sawah	175
8. Koefisien Tanaman Beberapa Tanaman Palawija	177
9. Nilai Koefisien Tanaman Tebu	177

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siklus Hidrologi	27
2. Siklus Hidrologi Pendek	38
3. Siklus Hidrologi Sedang	39
4. Siklus Hidrologi Panjang	39
5. Permukaan Air Tanah	89
6. Kurva Pergerakan Air Tanah	109
7. Keseimbangan Air Lahan	110
8. Saluran Irigasi Terbuka	113
9. Saluran Irigasi Sprinkle	113
10. Irigasi Aliran Permukaan	114
11. Sistem Irigasi Permukaan Terkendali	116
12. Sistem Irigasi Bawah Permukaan	117
13. Beberapa Model irigasi Pancaran	119
14. Teknik Memanen Air Hujan	121
15. Bendungan atau Dam	129
16. Gambaran Lokasi Bendungan Kecil	131
17. Bagian Bendungan Urugan	131
18. Bagian-bagian Bendungan	133
19. Tipe Bendungan Urugan.....	134
20. Dinding Bendungan	135
21. Bendungan Pada Sungai Besar	136
22. Bendungan Sebagai Pembangkit Listrik	136
23. Standar Tata Nama Skema irigasi	137
24. Standar Sistem Tata Nama Bangunan irigasi	138
25. Gorong-gorong Berbentuk Lingkaran	142
26. Gorong-gorong Persegi	143

PETA KOMPETENSI

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah Agrohidrologi

- 1) Mahasiswa mampu memahami pengertian dan ruang lingkup hidrologi-Agrohidrologi di bidang pertanian.
- 2) Mahasiswa mampu memahami faktor dan komponen siklus hidrologi
- 3) Mahasiswa mampu menghitung dan menganalisis komponen siklus hidrologi dibidang pertanian.
- 4) Mahasiswa menguasai teknik pengelolaan sumber air irigasi
- 5) Mahasiswa menguasai teknologi dalam pengairan



GLOSARIUM

Adveksi	Proses perpindahan awan dari satu titik ke titik lain dalam satu horizontal akibat arus angin atau perbedaan tekanan udara.
Air Bawah Tanah (ABT)	Air yang mengisi pori tanah dan/atau batuan serta bertekanan sama dengan atmosfer atau dapat dikatakan semua air yang terdapat di bawah permukaan ABT (<i>groundwater table</i>) dan pada zona jenuh.
Air tanah	Air yang terdapat pada solum tanah di daerah aerasi atau zona tidak jenuh.
Agrohidrologi	Ilmu yang mempelajari distribusi dan pergerakan air dan larutan tanah ke dan dari zona perakaran di lahan pertanian dengan distribusnyai serta pergerakan air irigasi dan air permukaan dalam sistem perpindahan tersebut pada lahan pertanian.
Besar curah hujan	Volume air hujan yang jatuh pada suatu daerah tertentu (m^3 persatuan luas) atau secara umum dalam tinggi air yaitu mm,
Daerah aliran sungai	Kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografi (pinggir pegunungan) berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air malalui sistem sungai dan mengeluarkannya melalui titik tunggal (<i>single outlet</i>).
Distribusi hujan	Penyebaran hujan baik harian, bulanan, maupun tahunan.
Evaporasi	Peristiwa berubahnya air menjadi uap, bergerak dari permukaan tanah atau permukaan air ke udara.
Evapotranspirasi	Penguapan air keseluruhan yang terjadi di seluruh permukaan bumi baik yang terjadi pada badan air dan tanah, maupun pada jaringan makhluk hidup.
Geohidrologi	Bagian dari hidrologi, khusus mempelajari air dibawah permukaan tanah pada zone jenuh air.
Hidrologi	Ilmu yang mempelajari atau menjelaskan tentang keberadaan air dan gerakannya di alam.
Hidrometeorologi	Bagian dari hidrologi, khusus mempelajari masalah-masalah yang ada antara meteorologi dan hidrologi.
Hujan frontal	Hujan yang terjadi di daerah sedang karena adanya pertemuan massa udara panas dan dingin.

Hujan konveksi	Hujan yang terjadi apabila udara naik secara vertikal karena pemanasan.
Hujan konvergensi	Hujan yang terjadi bila terdapat ataupun terjadi kenaikan udara secara vertikal dari pemampatan udara.
Hujan orografis	Hujan yang terjadi bila aliran udara yang bergerak secara horisontal terhalang topografi kasar (gunung, bukit dan lain-lain).
Infiltrasi	Proses pergerakan air ke dalam pori tanah.
Intersepsi	Hujan yang jatuh di atas tegakan pohon dan tertampung/melekat pada tajuk daun, batang maupun, serasah di bawah pohon, dan segera menguap.
Intensitas curah hujan	Jumlah atau besarnya curah hujan yang jatuh dalam suatu waktu yang relatif singkat, misalnya 15 menit, 30 menit, 2 jam. Biasanya dalam mm/jam atau inchi/jam.
Irigasi bawah permukaan	Sistem irigasi dengan meresapkan air ke dalam tanah di bawah zona perakaran melalui sistem saluran terbuka ataupun dengan menggunakan pipa <i>porous</i> .
Irigasi pancaran	Disebut juga dengan <i>Sprinkle Irrigation</i> yaitu dengan menyalurkan air ke daerah sasaran menggunakan pipa, dan pada ujung pipa diberi alat pencurah
Irigasi permukaan	Sistem irigasi dengan menyebarkan air ke permukaan tanah dan membiarkan air meresap (infiltrasi) ke dalam tanah.
Irigasi dan pengairan	Suatu usaha mendatangkan air dengan membuat bangunan dan saluran-saluran untuk ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi, setelah air itu dipergunakan dengan sebaik-baiknya.
Irigasi tetes	Disebut juga <i>drip irrigation</i> , yaitu dengan mendistribusikan air ke lahan pertanian menggunakan selang atau pipa yang berlubang dan diatur dengan tekanan tertentu.
Kondensasi	Proses perubahan uap air menjadi partikel-partikel es berukuran sangat kecil.
Lengas tanah	Jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah.
Limnologi	Bagian dari hidrologi, khusus mempelajari air permukaan yang relatif diam seperti air danau.

Perkolasi	Proses bergerakanya air melalui profil tanah karena tenaga gravitasi.
Permukaan air tanah	Batas atas dari air tanah.
Potamologi	Bagian dari hidrologi, khusus mempelajari aliran air permukaan dalam alur/sungai (<i>surface stream</i>)
Presipitasi	Jatuhnya tetesan-tetesan air atau kristal-kristal es yang jatuh sampai ke permukaan bumi.
<i>Runoff</i>	Suatu proses pergerakan air dimana air bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah di permukaan bumi.
Siklus hidrologi panjang	Siklus hdirologi dimana awan tidak langsung diubah menjadi air, melainkan terlebih dahulu turun sebagai salju dan membentuk <i>gletser</i> .
Siklus hidrologi pendek	Siklus hidrologi yang tidak melalui proses adveksi.
Siklus hidrologi sedang	Siklus hidrologi yang menghasilkan hujan di daratan karena proses adveksi membawa awan yang terbentuk ke atas daratan.
<i>Steamflow</i>	Air hujan yang mengalir melalui batang pohon,
Sublimasi	Proses perubahan es di kutub atau di puncak gunung menjadi uap air tanpa melalui fase cair terlebih dahulu.
Transpirasi	Penguapan yang terjadi pada jaringan makhluk hidup.
<i>throughfall</i>	Hujan yang jatuh melalui sela-sela tajuk menuju permukaan tanah.

BAB I.

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Mata kuliah agrohidrologi merupakan mata kuliah yang berisi materi tentang pengertian dan peranan hidrologi-irigasi di bidang pertanian. Adapun ruang lingkup mata kuliah ini meliputi: 1) pengertian dan ruang lingkup hidrologi, 2) siklus hidrologi, 3) Presipitasi/hujan, 4) air tanah, 5) irigasi dan pengairan, dan 6) neraca air.

Diharapkan, dengan memahami ruang lingkup mata kuliah ini, maka mahasiswa akan dapat memahami dan melihat permasalahan dan fenomena yang terjadi di lapangan yang berkaitan dengan agrohidrologi. Selain itu mahasiswa juga akan menyadari bahwa ilmu Agrohidrologi penting untuk mendukung ilmu-ilmu yang lain dalam kaitannya dengan konsep pembangunan berwawasan konservasi untuk mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan.

B. Prasyarat

Sebagai prasyarat untuk mengikuti mata kuliah Agrohidrologi yaitu mahasiswa telah lulus mata kuliah Pengantar Ilmu Tanah, Konservasi Tanah dan Air (Pelestarian Sumberdaya Lahan), Pengantar/Dasar-dasar Agronomi, Agroklimatologi, Agroekologi, Matematika, dan Statistika Pertanian.

C. Manfaat Pembelajaran

Manfaat yang diperoleh setelah mengikuti materi perkuliahan ini adalah mahasiswa akan memahami lebih mendalam tentang pemanfaatan air yang lebih efisien dan efektif dalam budidaya pertanian.

D. Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti mata kuliah Agrohidrologi maka:

1. Mahasiswa memahami pengertian dan ruang lingkup hidrologi di bidang pertanian.

2. Mahasiswa memahami faktor-faktor dan komponen yang mempengaruhi siklus hidrologi
3. Mahasiswa mampu menghitung dan menganalisis komponen-komponen siklus hidrologi di bidang pertanian.
4. Mahasiswa menguasai teknik pengelolaan air irigasi
5. Mahasiswa menguasai teknologi pengairan di bidang pertanian.

E. Petunjuk Pembelajaran

Agar mahasiswa berhasil mempelajari bahan ajar Agrohidrologi dengan baik, maka diwajibkan untuk mengikuti petunjuk berikut ini:

1. Pelajari/pahami secara seksama bagian demi bagian
2. Diskusikan jika ada yang tidak dipahami, terutama dalam kelompok belajar anda
3. Buat resume dalam bentuk tulisan pada setiap bab.

F. Cek Kemampuan Awal (*Pre Test*)

1. Apa yang anda ketahui tentang hidrologi dan siklus hidrologi
2. Apa yang dimaksud dengan agrohidrologi
3. Apa yang dimaksud dengan irigasi

BAB II.

PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1 :

1. PENGERTIAN DAN RUANG LINGKUP AGROHIDROLOGI

A. Deskripsi

Pada bab ini akan dibahas “Pengertian dan Ruang Lingkup Hidrologi” yang merupakan materi dasar dari bab-bab selanjutnya, sehingga materi ini ditempatkan pada bagian awal dari bahan ajar ini.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Dengan mempelajari bab ini, maka diharapkan mahasiswa mengerti tentang pengertian dan ruang lingkup agrohidrologi. Adapun sebaran dari tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Menjelaskan pengertian Hidrologi
- b. Menjelaskan Siklus Hidrologi
- c. Menjelaskan pengertian Agrohidrologi
- d. Menjelaskan Ruang Lingkup Agrohidrologi

2. Uraian Materi

a. Pengertian Hidrologi dan Agrohidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari atau menjelaskan tentang keberadaan air dan gerakannya di alam. Hal ini meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahannya antara keadaan cair, padat dan uap dalam atmosfer, di atas permukaan tanah, di dalamnya tercakup air di permukaan bumi merupakan sumber dan pusat penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi ini. Sedangkan siklus hidrologi adalah gerakan air dipermukaan bumi ke

udara, yang kemudian jatuh ke permukaan bumi lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali.

Agrohidrologi adalah ilmu yang mempelajari distribusi dan pergerakan air dan larutan tanah ke dan dari zona perakaran di lahan pertanian dengan distribusinya serta pergerakan air irigasi dan air permukaan dalam sistem perpindahan tersebut pada lahan pertanian, termasuk mempelajari perilaku air di bumi, sirkulasi dan penyebarannya, sifat-sifat fisik dan kimianya, reaksinya dengan lingkungan, dan termasuk hubungannya dengan makhluk hidup.

Peranan air bagi tumbuhan tanaman sangat besar karena 70%-90 % tubuh terdiri atas air. Beberapa fungsi air bagi tanaman meliputi: (1) sebagai bahan baku (sumber hidrogen) dalam proses fotosintesis, (2) penyusun protoplasma yang sekaligus memelihara turgor, (3) bahan atau media dalam proses transpirasi, (4) pelarut unsur hara dari dalam tanah dan dalam tubuh tanaman serta sebagai media translokasi unsur hara dari dalam tanah ke akar untuk selanjutnya di kirim ke daun.

Tingkat pengelolaan air bagi pertumbuhan menjadi sangat penting bila kita melihat kenyataan bahwa tidak semua air yang tersedia dalam tanah dapat digunakan sepenuhnya oleh tanaman. Adapun faktor-faktor lingkungan seperti suhu air, suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara dan sinar matahari akan mempengaruhi besarnya kehilangan air dalam tubuh tanaman, baik melalui proses evaporasi maupun transpirasi.

Tingkat kebutuhan air pada setiap tanaman berbeda-beda, tergantung jenis dan golongan tanaman tersebut. Ada tanaman yang menghendaki jumlah air yang banyak (penggenangan) dan ada tanaman yang menghendaki pengairan dengan drainase yang baik. Agar diperoleh produksi yang maksimum, dalam pembudidayaan kita harus tahu sifat-sifat tanaman yang kita budidayakan dengan baik, sehingga kita dapat menentukan sistem pengairan yang akan diterapkan.

Kebutuhan air bagi tanaman sama dengan kehilangan air per satuan luas yang diakibatkan oleh kanopi tanaman ditambah dengan hilangnya air melalui penguapan permukaan tanah pada luasan tertentu. Namun faktor yang mempengaruhi tanaman tidak hanya air, tetapi juga keadaan struktur tanah, jenis

tanah, kandungan bahan organik, dan lain-lain. Penyediaan dan pemberian air secara efektif dan efisien dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya adalah kondisi tanah pertanian setempat, jenis tanaman, topografi tanah dan iklim. Hal inilah yang menyebabkan sangat pentingnya pengelolaan air pada lahan produksi tanaman agar air selalu tersedia dengan cukup untuk kehidupan tanaman. Salah satu sistem pengairan yang dapat digunakan adalah dengan pembuatan jaringan irigasi dan saluran drainase pada lahan pertanian.

Pengelolaan air sangatlah diperlukan bagi pertanian. Cara pemberian air dan penyediaan serta pembuangannya dapat diketahui secara tepat melalui kajian yang cukup mendetail mengenai irigasi, dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan air secara efektif dan efisien. Dengan demikian diharapkan dapat lebih tahu mengenai pengelolaan air yang baik dan tepat agar tanaman yang dibudidayakan dapat berproduksi secara maksimal.

Pengelolaan air yang baik akan mempengaruhi keberhasilan produksi pertanian, di samping faktor lainnya. Selain itu bila pengelolaan air dilakukan dengan baik, maka pada musim penghujan tidak akan banjir atau sebaliknya pada musim kemarau tidak akan menderita kekeringan (air tetap tersedia bagi tanaman). Dengan demikian diharapkan usaha pertanian dapat terus berjalan sepanjang tahun, tidak tergantung pada musim. Dengan demikian diharapkan hasil komoditi pertanian dengan sendirinya dapat ditingkatkan dan selalu tersedia secara kontinyu dalam jumlah yang cukup.

Proses hilangnya air dari lahan pertanian dapat melalui proses evaporasi ataupun dalam bentuk transpirasi oleh tanaman, dimana evaporasi adalah peristiwa penguapan air dari permukaan tanah ke permukaan udara. Sedangkan transpirasi adalah peristiwa kehilangan atau proses penguapan air dari atau oleh permukaan tanaman. Gabungan peristiwa itu dikenal dengan evapotranspirasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi adalah suhu air, suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari dan lain-lain yang berhubungan satu sama lainnya.

Hidrologi sebagai cabang ilmu geografi fisik yang berurusan dengan air di muka bumi sebatas pada lapisan kehidupan dengan sorotan khusus pada sifat,

fenomena dan distribusi air di daratan. Hidrologi dikategorikan secara khusus mempelajari kejadian air di daratan/bumi dimana deskripsi pengaruh sifat daratan terhadap air, pengaruh fisik air terhadap daratan dan hubungan air dengan kehidupan.

Perkembangan ilmu Hidrologi di Indonesia tidak dapat dilepaskan dengan perkembangan Ilmu hidrologi di dunia yang sudah ada sejak orang mulai mempertanyakan dari mana asal mula air yang ada di sekelilingnya. Zaman Leonardo da Vinci, pengertian dasar tentang hidrologi mulai dikenal dengan benar. Ketidakmampuan para pendahulu dalam menetapkan pengertian yang tepat karena didasari pada anggapan bahwa tanah yang terlalu keras sangat padat (*imprevius*) sehingga tidak memungkinkan air untuk masuk ke dalam tanah. Jumlah hujan tidak cukup banyak untuk dapat mengalirkan air sebesar yang terlihat di sungai, danau, dan sebagainya.

Permulaan perkembangan ilmu hidrologi di Indonesia tidak diketahui dengan jelas. Di beberapa perguruan tinggi pada tahun 60-an, mata kuliah Agrohidrologi masih merupakan bagian dari mata kuliah lain seperti irigasi, ilmu tanah, tataguna air dan mata ajar lainnya yang berkaitan dengan air. Pada awal tahun 1970-an, ilmu hidrologi berkembang pesat, di antaranya ditandai dengan cukup banyaknya pertemuan-pertemuan ilmiah dalam bentuk seminar, loka karya, diskusi yang mempersoalkan peran ilmu hidrologi di berbagai bidang keinsinyuran (sarjana Teknik, Pertanian dsb). Memahami dan memperhatikan pembangunan secara keseluruhan maka perkembangan ilmu hidrologi secara kualitatif, maupun kuantitatif menjadi sangat pesat sehingga secara personil maupun kelompok masyarakat yang memiliki keahlian tentang hidrologi berinisiatif membentuk organisasi profesi keahlian maka munculnya beberapa organisasi profesi seperti Himpunan Ahli Teknik Hidrolika Indonesia (HATHI) dimana program kegiatannya sangat mendukung perkembangan hidrologi baik secara keilmuan maupun penerapannya dibidang keteknikan dan pertanian.

Penggunaan ilmu hidrologi dalam kaitannya dengan bidang pertanian secara luas terhadap perencanaan, analisa sumber, kebutuhan air dan penerapannya pada tanaman maupun hewan dapat dikatakan sebagai ilmu Agrohidrologi. Dengan

meluasnya sumber-sumber daya air daerah pengaliran sungai maka perencanaan agrohidrologi semakin penting. Ilmu ini tidak hanya berperan dalam perencanaan bangunan air saja, tetapi juga ikut menentukan luas daerah pertanian yang harus dikerjakan, jenis komoditi dan sistem pengelolaannya.

Hal paling mendasar yang harus dimiliki oleh para Hidrologi di Indonesia adalah pemahaman masalah-masalah khas Indonesia, dengan tidak mengabaikan pemahaman, pengalaman dan pendalaman terhadap perkembangan ilmu hidrologi secara umum. Kondisi hidrologi di Indonesia dan dimanapun adalah khas, sehingga tidak semua cara dan konsep dapat digunakan untuk memecahkan masalah hidrologi di Indonesia. Masih banyak masalah-masalah hidrologi yang belum terselesaikan. Olehnya itu untuk penelitian-penelitian pengembangan maupun aplikatif perlu dilakukan terus menerus sehingga paling tidak akan menghasilkan alternatif penyelesaian untuk menangani masalah hidrologi di Indonesia.

Tenaga teknis maupun ahli yang terkait di bidang pengairan pertanian sangat berkepentingan terhadap ilmu agrohidrologi dalam perencanaan, eksploitasi bangunan air, pengendalian bangunan air terutama yang mengalir aliran sungai maupun pembuatan waduk dan saluran irigasi. Kata agrohidrologi terdiri dari kata 'agro' yang berarti pertanian secara luas dan 'hidrologi' berkaitan dengan air dalam arti yang luas dimana ilmu hidrologi ini juga merupakan bagian yang berasal dari matematika, ilmu alam, statistika, meteorologi, oseanografi, geografi, geologi, dan ilmu-ilmu yang berhubungan dengan itu. Pada dasarnya bukan ilmu yang sepenuhnya eksak, tetapi ilmu yang memerlukan interpretasi, pekerjaan-pekerjaan eksperimen, dalam agrohidrologi sangat dibatasi oleh besar kecilnya peristiwa alam dan riset dalam hal-hal tertentu. Syarat-syarat fluida yang diperlukan adalah hasil-hasil data pengamatan dalam semua aspek seperti presipitasi, limpasan, debit sungai, infiltrasi, perkolasi, evaporasi, dan lain-lain. Dengan data dan informasi yang ditunjang oleh pengalaman berbagai disiplin ilmu menjadi kesempurnaan cabang ilmu agrohidrologi.

Agrohidrologi merupakan salah satu bahagian rumpun Ilmu hayati yang erat kaitannya dengan Geografi dan Biologi seperti air di bumi, fenomena,

dan distribusi air di daratan dalam kaitannya dengan makhluk hidup seperti tanaman, hewan maupun manusia. Agrohidrologi yang merupakan cabang ilmu banyak berkaitan dengan ilmu-ilmu lain seperti hidrologi, meteorologi, klimatologi, geologi, agronomi, ilmu tanah, dan alat mesin pertanian maupun ilmu sosial ekonomi. Khususnya yang mempelajari kejadian air di daratan, deskripsi pengaruh bumi terhadap air, pengaruh fisik air terhadap daratan, dan mempelajari hubungan air dengan kehidupan di bumi adalah ilmu hidrologi itu sendiri.

b. Ruang Lingkup Agrohidrologi

Ilmu Agrohidrologi banyak berkaitan dengan air di bumi, kejadiannya, sirkulasi dan distribusi, sifat kimia dan fisik nya, dan pengaruhnya terhadap lingkungan, termasuk hubungannya dengan kehidupan dibidang pertanian, dengan ruang lingkup kajian meliputi:

- 1) Pengukuran, pencatatan dan publikasi data air
- 2) Deskripsi tentang sifat, fenomena dan distribusi air menurut ruang maupun waktu
- 3) Analisis data air untuk membangun teori-teori yang ada dalam hidrologi
- 4) Aplikasi teori-teori hidrologi untuk memecahkan masalah-masalah praktis yang berkaitan dengan air seperti banjir, kekeringan, pengelolaan DAS, dan penyediaan air untuk pertanian

Menurut “*The International Association of Scientific Hydrology*” hidrologi dapat dibagi menjadi lima cabang yaitu:

- 1) Potamologi (*potamology*), khusus mempelajari aliran air permukaan dalam alur/sungai (*surface stream*)
- 2) Limnologi (*limnology*), khusus mempelajari air permukaan yang relatif diam seperti air danau.
- 3) Geohidrologi (*geohydrology*), khusus mempelajari air dibawah permukaan tanah pada zone jenuh air
- 4) Kriologi (*crylogy*), khusus mempelajari es dan salju.

- 5) Hidrometeorologi (*hydrometeorology*), khusus mempelajari masalah-masalah yang ada antara meteorologi dan hidrologi.

Agrohidrologi erat kaitannya dengan lingkup meteorologi dan klimatologi. Pada bagian hidrosfer, yang termasuk dalam lingkup Potamologi (ilmu yg mempelajari perilaku aliran permukaan), Limnologi (ilmu yg mempelajari air di danau), Kryologi (ilmu yg mempelajari salju dan es) dan Ceanologi (ilmu yg mempelajari perilaku air di lautan) Di Lithosfer, hidrologi memasuki lingkup Hidrogeologi. Di bidang pertanian hidrologi berkaitan dengan masalah: irigasi, drainase, pola penanaman maupun konservasi tanah dan air serta yang terkait dengan makhluk hidup terutama hubungannya dengan bidang pertanian. Agrohidrologi sebagai ilmu yg mempelajari distribusi dan pergerakan air dan larutan tanah ke dan dari zona perakaran di lahan pertanian, dan dengan distribusi dan pergerakan air irigasi dan air permukaan dalam sistem perpindahan tersebut pada lahan pertanian. Perilaku air di bumi baik pasokan air (water Supply), Air permukaan (surface water), Air bawah tanah (ground water), sirkulasi dan penyebarannya, sifat-sifat fisik dan kimianya, reaksinya dengan lingkungan termasuk hubungannya dengan makhluk hidup merupakan bagian dari Agrohidrologi.

3. Rangkuman

- a. Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari atau menjelaskan tentang keberadaan air dan gerakannya di alam.
- b. Siklus hidrologi adalah gerakan air di permukaan bumi ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan bumi lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali.
- c. Agrohidrologi adalah ilmu yg mempelajari distribusi dan pergerakan air dan larutan tanah ke dan dari zona perakaran di lahan pertanian dengan distribusinya serta pergerakan air irigasi dan air permukaan dalam sistem perpindahan tersebut pada lahan pertanian, termasuk mempelajari perilaku air di bumi, sirkulasi dan penyebarannya, sifat-sifat fisik dan kimianya, reaksinya dengan lingkungan termasuk hubungannya dengan makhluk hidup.

- d. Ruang lingkup agrohidrologi banyak berkaitan dengan air di bumi, kejadiannya, sirkulasi dan distribusi, sifat kimia dan fisiknya, dan pengaruhnya terhadap lingkungan, termasuk hubungannya dengan kehidupan di bidang pertanian.
- e. Menurut "*The International Association of Scientific Hydrology*" hidrologi dapat dibagi menjadi lima cabang yaitu: a) Potamologi, b) Limnologi, c) Geohidrologi, d) Kriologi, dan e) Hidrometeorologi.

4. Soal Latihan

- a. Jelaskan pengertian hidrologi dan agrohidrologi.
- b. Jelaskan siklus hidrologi
- c. Jelaskan ruang lingkup agrohidrologi

5. Kunci Jawaban

- a. Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari atau menjelaskan tentang keberadaan air dan gerakannya di alam, sedangkan agrohidrologi adalah ilmu yg mempelajari distribusi dan pergerakan air dan larutan tanah ke dan dari zona perakaran di lahan pertanian dengan distribusinya serta pergerakan air irigasi dan air permukaan dalam sistem perpindahan tersebut pada lahan pertanian
- b. Siklus hidrologi adalah gerakan air di permukaan bumi ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan bumi lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir kelaut kembali
- c. Ruang lingkup agrohidrologi banyak berkaitan dengan air di bumi, kejadiannya, sirkulasi dan distribusi, sifat kimia dan fisiknya, dan pengaruhnya terhadap lingkungan, termasuk hubungannya dengan kehidupan di bidang pertanian.

6. Sumber Informasi dan Referensi

Anonimos. <http://wong168.files.wordpress.com/2018/07/gambar-siklus-hidrologi-15-juli-2018.png>. Gambar siklus hidrologi (15 Juli 2018).

Arsyad, S, 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor.

Bahrin Samad dan Husainy Azhary. 1980. Iklim dan Pengairan., CV Yasaguna. , Yogyakarta.

- Chay Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta.
- Davie T., 2008, Fundamentals of Hydrology, London and New York, Routledge
- Hadisusanto, N. 2011. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.
- Kartasapoetra, A. G., Sutedjo M, M dan E. Pollein. 2010. Teknologi Pengairan Pertanian (Irigasi), Bumi Aksara. Jakarta
- Linsley et al., 1975, Applied Hydrology
- Robiyanto H.S. dan Rahmad H.P. 1998. Hidrologi dan Pengendalian Jumlah Air. Terjemahan dari: Hydrology and Water Quantity Control (Martin P.W). Pusat Penelitian Manajemen Air dan Lahan. Unsri. Palembang.
- Seyhan E., 1977, Fundamentals of Hydrology, Nederland, Geografisch Institut der Rijksuniversiteit te Utrecht, Universiteitscentrum "De Uithof" Transitorium II Heidelberglaan.
- Sharma, P.K. and S.K. De Data. 1985. Effects of Puddling on Soil Physical Properties and Processes. p. 217-234. In IRRI (1985).
- Suyono, Adji T.N., Widyastuti M., 2011, Geografi Fisik (Hidrologi), Yogyakarta, Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi UGM.
- Suyono Sosrosudarsono dan Kensaku Takeda. 1999. Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Takeda, Kensaku. 2005. Hidrologi Pertanian. PT. Pratyta Utama, Bogor.
- Todd D.K., 1980, Groundwater Hydrology, New York, John Wiley & Sons.

C. Penilaian

1. Sikap

LEMBAR PENGAMATAN PENILAIAN SIKAP

PENILAIAN OBSERVASI

Rubrik:

Indikator sikap aktif dalam pembelajaran:

1. Kurang baik *jika* menunjukkan sama sekali tidak ambil bagian dalam pembelajaran
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ambil bagian dalam menyelesaikan tugas kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten

Indikator sikap bekerjasama dalam kegiatan kelompok.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak berusaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok.
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan adanya usaha bekerjasama dalam kegiatan kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

Indikator sikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.

2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

Bubuhkan tanda V pada kolom-kolom sesuai hasil pengamatan.

No	Nama Mahasiswa	Sikap																			
		Tanggung Jawab				Jujur				Peduli				Kerjasama				Santun			
		K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
...																					

K : Kurang C: Cukup B: Baik SB : Sangat Baik

Rekapitulasi Penilaian Sikap – Observasi

NO	Nama Mahasiswa	SIKAP							Skor Rata-rata
		Tanggung Jawab	Jujur	Pedul	Kerja Sama	Santun	Percaya Diri	Disiplin	
1									
2									
...									

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Praktikum

Mata Kuliah :

Semester/Kelas :

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku ilmiah disiplin, tanggung jawab, jujur, teliti dalam melakukan percobaan

No	Nama Mahasiswa	Disiplin	Tanggung Jawab	Kerjasama	Teliti	Kreatif	Peduli Lingkungan	Keterangan
1								
2								
....								

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Diskusi

Mata Kuliah :

Semester/Kelas :

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku kerja sama, santun, toleran, responsif dan proaktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

No	Nama Mahasiswa	Kerja sama	Rasa Ingin Tahu	Santun	Komunikatif	Keterangan
1						
2						
....						

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

LEMBAR PENILAIAN SIKAP-JURNAL

Nama Mahasiswa :

Semester/Kelas :

No.	Hari/Tanggal	Sikap/Perilaku		Keterangan
		Positif	Negatif	

Kesimpulan :

.....

2. Pengetahuan

**LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN TERTULIS
(Bentuk Uraian)**

Soal Tes Uraian

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Kunci Jawaban Soal Uraian dan Pedoman Penskoran

Alternatif jawaban	Penyelesaian	Skor
1		2
2		2
3		2
4		2
5		2
	Jumlah	10

$$\text{Nilai} = \frac{(\text{Jumlah skor yang diperoleh})}{5} \times 10$$

Penilaian Pengetahuan - Tes Tulis Uraian		
Topik	:	
Indikator	:	
Soal	:	
	a.	
	b.	
Jawaban :		
	a.	
	b.	
Pedoman Penskoran		
No	Jawaban	Skor
a.		
b.		
Skor maksimal		

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (ANALISIS)- TES TERTULIS

NO	NAMA MAHASISWA	ESSAY					SKOR		NILAI
		01	02	03	04	05	PG	E	
1									
2									
3									
4									
5									
...									

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

Observasi terhadap Diskusi Tanya Jawab dan Percakapan

Semester/Kelas :

No	Nama Mahasiswa	Pernyataan							
		Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebe-naran Konsep		Ketepatan penggunaan istilah		Dan lain se-bagainya	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1									
2									
3									
...									

Penilaian pengetahuan - Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Per- cakapan								
Nama Maha- siswa	Pernyataan						Jumlah	
	Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran konsep		Ketepatan penggunaan istilah			
	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK
....								
....								
....								

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN PENILAIAN PENUGASAN

Penilaian Pengetahuan – Penugasan	
	Mengidentifikasi
Tugas	: Menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja .....secara tertulis dengan berbagai media.
Indikator	: membuat laporan hasil percobaan cara kerja
	Langkah Tugas :
	1. Lakukan observasi ke atau tempat lainnya untuk mendapatkan informasi mengenai
	2. Datalah yang kamu dapatkan dalam bentuk tabel yang berisi ,
	3. Diskusikan hasil observasi yang kamu lakukan bersama teman-temanmu untuk menjawab pertanyaan berikut:
	a. Jenis .....apa yang paling banyak kamu temukan di ?
	b. Bagaimana yang terjadi?
	c. Keuntungan apa yang diperoleh dalam kehidupan?
	4. Tuliskan hasil kegiatanmu dalam bentuk laporan dan dikumpulkan serta dipresentasikan pada kegiatan pembelajaran berikutnya

Rubrik Penilaian

No.	Kriteria	Kelompok								
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Kesesuaian dengan konsep dan prinsip mata kuliah									
2	Ketepatan memilih bahan									
3	Kreativitas									
4	Ketepatan waktu pengumpulan tugas									
5	Kerapihan hasil									
	Jumlah skor									

Keterangan: 4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = cukup baik, 1 = kurang baik

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{JumlahSkor}}{20}$$

3. Keterampilan

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - UNJUK KERJA

Pekerjaan :

-
-
-
-

Tabel : Rubrik Penilaian Unjuk Kerja

Tingkat	Kriteria
4	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar, sesuai dengan prosedur operasi dan penerapan konsep yang berhubungan dengan tugas ini
3	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar tetapi ada cara yang tidak sesuai atau ada satu jawaban salah. Sedikit kesalahan perhitungan dapat diterima
2	Jawaban menunjukkan keterbatasan atau kurang memahami masalah yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Ada jawaban yang benar dan sesuai dengan prosedur, dan ada jawaban tidak sesuai dengan permasalahan yang ditanyakan.
1	Jawaban hanya menunjukkan sedikit atau sama sekali tidak ada pengetahuan bahasa Inggris yang berhubungan dengan masalah ini. Ciri-ciri: Semua jawaban salah, atau Jawaban benar tetapi tidak diperoleh melalui prosedur yang benar.
0	Tidak ada jawaban atau lembar kerja kosong

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN- UNJUK KERJA

Semester/Kelas :

No	Nama Mahasiswa	Tingkat				Nilai	Ket.
		4	3	2	1		
1.							
2.							
3.							
...							

Lembar Pengamatan					
Penilaian Keterampilan - Unjuk Kerja/Kinerja/Praktik					
Topik :					
KI :					
KD :					
Indikator :					
No	Nama Mahasiswa	Persiapan Praktik	Pelaksanaan Praktik	Kegiatan Akhir Praktik	Jumlah Skor
1					
2					
....					
....					

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Persiapan Praktik (Menyiapkan alat Bahan)	30	- Alat-alat tertata rapih sesuai dengan keperluannya - Bahan-bahan yang digunakan tersusun dengan benar dan tepat - Kerapihan dan penggunaan Bahan-bahan tersedia di tempat yang sudah ditentukan.
		20	Ada 2 aspek yang tersedia
		10	Ada 1 aspek yang tersedia

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
2	Pelaksanaan Percobaan	30	- Menggunakan alat dengan tepat - Membuat barang yang diperlukan dengan tepat - Menuangkan / menambahkan bahan yang tepat - Mengamati hasil praktek dengan tepat
	Kegiatan akhir praktikum	20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia
3		30	- Membuang barang tak terpakai atau sampah ketempatnya - Membersihkan alat dengan baik - Membersihkan meja - Mengembalikan barang kelas ke tempat semula
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - PROYEK

Proyek :

-
-
-
-

Orientasi Masalah:

Bentuklah tim kelompokmu, kemudian pergilah ke yang ada dimu. Ambil bahan amatan yang digunakan untuk terhadap antara terhadapyang berada di, lakukan pengamatan berulang-ulang sehingga kamu menemukanyang antara dengan tersebut!

Langkah-langkah Pengerjaan:

1. Kerjakan tugas ini secara kelompok. Anggota tiap kelompok paling banyak 4 orang.
2. Selesaikan masalah terkait
3. Cari data dengan tersebut
4. Bandingkan untuk mencari umum jumlahpertahun
5. Lakukan prediksi dengan tersebut
6. Hasil pemecahan masalah dibuat dalam laporan tertulis tentang kegiatan yang dilakukan yang meliputi perencanaan, pelaksanaan pemecahan masalah, dan pelaporan hasil pemecahan masalah
7. Laporan bagian perencanaan meliputi: (a) tujuan kegiatan, (b) persiapan/strategi untuk pemecahan masalah
8. Laporan bagian pelaksanaan meliputi: (a) pengumpulan data, (b) proses pemecahan masalah, dan (c) penyajian data hasil
9. Laporan bagian pelaporan hasil meliputi: (a) kesimpulan akhir, (b) pengembangan hasil pada masalah lain (jika memungkinkan)
10. Laporan dikumpulkan paling lambat minggu setelah tugas ini diberikan

Rubrik Penilaian Proyek:

Kriteria	Skor
• Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah • Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan • Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat • Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti • Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, terdapat pengembangan hasil pada masalah lain • Kerjasama kelompok sangat baik	4

Kriteria	Skor
- Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok sangat baik	3
- Jawaban benar tetapi kurang sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang kurang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data kurang berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang kurang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok baik	2
- Jawaban tidak benar - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang tidak jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data tidak berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang tidak sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok kurang baik	1
Tidak melakukan tugas proyek	0

Penilaian Keterampilan – Proyek			
Mata Kuliah	:	Dosen Pembimbing	:
Nama Proyek	:	Nama	:
Alokasi Waktu	:	Kelas	:
No	Aspek	Skor (1 – 5)	
1	PERENCANAAN : a. Rancangan Alat - Alat dan bahan - Gambar rancangan/desain b. Uraian cara menggunakan alat dan prosedur penggunaan		
2	PELAKSANAAN : a. Keakuratan Sumber Data / Informasi b. Kuantitas dan kualitas Sumber Data c. Analisis Data d. Penarikan Kesimpulan		
3	LAPORAN PROYEK : a. Sistematika Laporan b. Performans c. Presentasi		
Total Skor			

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN

PENILAIAN PRODUK

Nama Produk :

Nama Mahasiswa :

No	Aspek	Skor			
		1	2	3	4
1	Perencanaan Bahan				
2	Proses Pembuatan a. Persiapan Alat dan Bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keamanan, Keselamatan, dan Kebersihan) d. Menggunakan 3M (murah, Mudah, Modifikasi)				
3	Hasil Produk a. Bentuk Fisik b. Bahan c. Warna d.				
Total Skor					

- Aspek yang dinilai disesuaikan dengan jenis produk yang dibuat
- Skor diberikan tergantung dari ketepatan dan kelengkapan jawaban yang diberikan. Semakin lengkap dan tepat jawaban, semakin tinggi perolehan skor.

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN PENILAIAN PORTOFOLIO

Tugas

-
-
-
-

Rubrik Penilaian

Nama mahasiswa :

Kelas :

No	Kategori	Skor	Alasan
1	Apakah portofolio lengkap dan sesuai dengan rencana?		
2	Apakah lembar isian dan lembar kuesioner yang dibuat sesuai?		
3	Apakah terdapat uraian tentang prosedur pengukuran/pengamatan yang dilakukan?		
4	Apakah isian hasil pengukuran/pengamatan dilakukan secara benar?		
5.	Apakah data dan fakta yang disajikan akurat?		
6.	Apakah interpretasi dan kesimpulan yang dibuat logis?		
7.	Apakah tulisan dan diagram disajikan secara menarik?		
8.	Apakah bahasa yang digunakan untuk menginterpretasikan lugas, sederhana, runtut dan sesuai dengan kaidah EYD?		
Jumlah			

Kriteria: 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = cukup, 2 = kurang, dan 1 = sangat kurang

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{40}$$

Penilaian Keterampilan – Produk

Mata Pelajaran : Nama Mahasiswa :

Nama Produk : Kelas :

Alokasi Waktu :

No	Aspek	Skor (1 – 5)
1	Tahap Perencanaan Bahan	
2	Tahap Proses Pembuatan : a. Persiapan alat dan bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan)	
3	Tahap Akhir (Hasil Produk) a. Bentuk fisik b. Inovasi(3 M)	
Total Skor		

Penilaian Keterampilan – Portofolio	
Uraian tugas portofolio	
1.	Buatlah laporan kegiatan merancang/merakit alat, laporan praktikum matakuliah sebagai tulisan ilmiah
2.	Setiap laporan dikumpulkan selambat-lambatnya seminggu setelah mahasiswa melaksanakan tugas
Penilaian Portofolio Penyusunan Laporan Perancangan Percobaan dan Laporan Praktik	
Mata Kuliah	:
Semester/Kelas	:
Tahun Ajaran	:
Judul portofolio	: Pelaporan merancang /perakitan alat praktik dan Penyusunan laporan praktik
Tujuan	: Peserta didik dapat merancang/merakit alat dan menyusun laporan praktik matakuliah sebagai tulisan ilmiah
Ruang lingkup	:
Karya portofolio yang dikumpulkan adalah laporan seluruh hasil rancangan/rakit-an alat dan laporan praktikum bidang studi semester	

Mata Kuliah :

Alokasi Waktu :

Sampel yang dikumpulkan : Laporan

Nama Mahasiswa :

Semester/Kelas :

Keterangan:

Skor maksimal = jumlah komponen yang dinilai x 25 = 4 x 25 = 100

Nilai portofolio = *Nilai* x 4

No	Indikator	Periode	Aspek yang dinilai				Catatan / Nilai
			Kebe- naran Konsep	Keleng- kapan gagasan	Siste- matika	Tata Bahasa	
1	....	....					
2	Menyusun laporan perancangan perco- baan						
3	Menyusun laporan praktik						
4	....	....					

Rubrik Penilaian portofolio Laporan Praktikum

No	Komponen	Skor
1	Kebenaran Konsep	Skor 25 jika seluruh konsep bidang studi pada laporan benar Skor 15 jika sebagian konsep bidang studi pada laporan benar Skor 5 jika semua konsep bidang studi pada laporan salah
2	Kelengkapan gagasan	Skor 25 jika kelengkapan gagasan sesuai konsep Skor 15 jika kelengkapan gagasan kurang sesuai konsep Skor 5 jika kelengkapan gagasan tidak sesuai konsep

No	Komponen	Skor
3	Sistematika	Skor 25 jika sistematika laporan sesuai aturan yang disepakati Skor 15 jika sistematika laporan kuang sesuai aturan yang disepakati Skor 5 jika sistematika laporan tidak sesuai aturan yang disepakati
4	Tatabahasa	Skor 25 jika tatabahasa laporan sesuai aturan Skor 15 jika tatabahasa laporan kuang sesuai aturan Skor 5 jika tatabahasa laporan tidak sesuai aturan

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan karya ilmiah.)

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan dan menulis surat.)
JUDUL
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Kegiatan Pembelajaran 2:

2. SIKLUS HIDROLOGI

A. Deskripsi

Pada bab ini akan dibahas “Siklus Hidrologi” yang membahas secara detail proses siklus hidrologi dan bentuk-bentuk air dalam siklus hidrologi.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Dengan mempelajari bab ini, maka diharapkan mahasiswa mengerti proses-proses dalam siklus hidrologi. Adapun sebaran dari tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

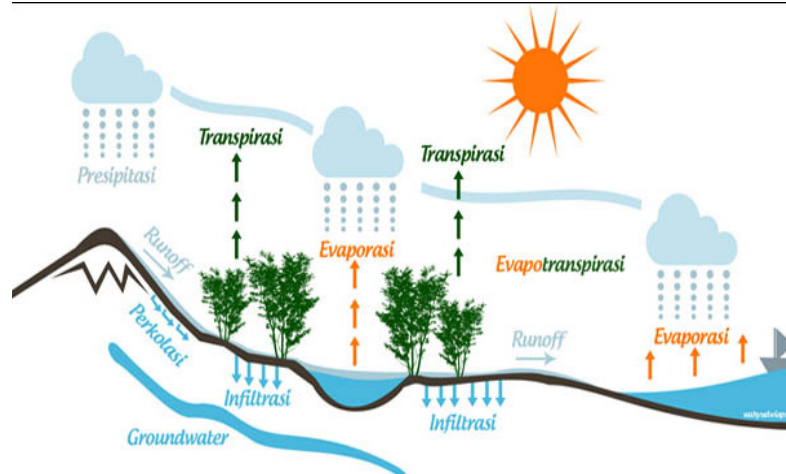
- a. Menjelaskan pengertian Siklus Hidrologi
- b. Menjelaskan bagian-bagian dalam Siklus Hidrologi secara mendetail
- c. Menjelaskan jenis-jenis siklus hidrologi
- d. Menjelaskan Proses *runoff*

2. Uraian Materi

a. Pengertian Siklus Hidrologi

Pengertian Siklus Hidrologi adalah salah satu dari 6 siklus biogeokimia yang berlangsung di bumi. Siklus hidrologi merupakan suatu siklus atau sirkulasi air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus menerus. Siklus hidrologi memegang peran penting bagi kelangsungan hidup organisme bumi. Melalui siklus ini, ketersediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga, mengingat teraturnya suhu lingkungan, cuaca, hujan, dan keseimbangan ekosistem bumi dapat tercipta karena proses siklus hidrologi ini.

Ketersediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga karena adanya hujan. Hujan dapat tercipta karena adanya suatu mekanisme alam yang berlangsung secara siklus dan terus menerus. Dalam pengaturan penyebaran air di daratan bumi, mekanisme alam yang dimaksud tersebut dikenal dengan istilah siklus hidrologi atau siklus air. Pada artikel kali ini, kita akan membahas siklus hidrologi ini mulai dari pengertian, proses terjadi, gambar ilustrasi, hingga macam-macamnya.



Gambar 1. Siklus Hidrologi

Dalam siklus hidrologi ini air melalui beberapa proses dengan tahapan-tahapan sebagai bagian atau unsur berperan penting yang secara alami terjadi baik dipermukaan bumi maupun diatmosfir. Bahagian atau unsur tersebut adalah:

- 1) Evaporasi,
- 2) Transpirasi,
- 3) Evapotranspirasi,
- 4) Sublimasi,
- 5) Kondensasi,
- 6) Adveksi,
- 7) Presipitasi,
- 8) Run off,
- 9) Infiltrasi.

b. Karakteristik Siklus Hidrologi

Daur hidrologi dapat berupa daur pendek, misalnya hujan yang jatuh di laut, danau ataupun sungai yang segera dapat mengalir kembali ke laut. Kedua, tidak adanya keseragaman waktu yang diperlukan oleh suatu daur. Pada musim kemarau terlihat kegiatan daur berhenti, sedangkan pada musim penghujan daur

berjalan kembali. Ketiga, intensitas dan frekuensi daur tergantung pada keadaan geografis dan iklim. Hal ini diakibatkan adanya letak matahari yang berubah-ubah terhadap meridian bumi sepanjang tahun (pada kenyataannya yang berubah-ubah adalah letak planet bumi terhadap matahari). Keempat, berbagai bagian dari daur dapat menjadi sangat kompleks, sehingga kita hanya dapat mengamati bagian akhirnya saja dari suatu hujan yang jatuh di permukaan tanah dan kemudian mencari jalan untuk kembali ke laut.

Meskipun konsep daur hidrologi telah disederhanakan, namun masih dapat membantu memberikan gambaran mengenai proses-proses penting dalam daur tersebut yang harus dimengerti oleh ahli hidrologi. Untuk memperjelas proses daur hidrologi maka diberikan ilustrasi pada Gambar 1.

c. Bagian Siklus Hidrologi

Pada dasarnya, penguapan yang terjadi sumber utamanya disebabkan oleh sinar matahari. Penguapan (evaporasi) dapat terjadi dari air laut, air sungai, permukaan tanah maupun penguapan dari permukaan tanaman (transpirasi). Uap air tersebut akan naik dan terbawa oleh angin. Pada ketinggian tertentu uap air tersebut akan berubah menjadi awan yang kemudian berubah menjadi awan penyebab hujan. Jika kondisi alam memungkinkan maka akan terjadi presipitasi baik itu berupa hujan, hujan salju dan sebagainya. Sebagian kecil air akan diuapkan kembali sebelum sampai ke permukaan bumi. Air yang jatuh di permukaan tanah sebagian akan mengalir sebagai *overland flow* yang kemudian menjadi *surface run-off*, sedangkan yang lainnya akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan menguap. Apabila kondisi tanah memungkinkan sebagian air terinfiltrasi akan mengalir secara horisontal sebagai *interflow*, sebagian lagi akan tinggal di dalam massa tanah sebagai *soil moisture content* dan sisanya akan mengalir secara vertikal yang kemudian menjadi air tanah.

Air yang jatuh di permukaan tanah mula-mula masuk ke dalam tanah sebagai air infiltrasi. Jika laju presipitasi lebih besar dari laju infiltrasi, maka akan terdapat kelebihan air di permukaan tanah yang mengisi cekungan-cekungan di permukaan tanah yang disebut dengan air simpanan depresi. Jika simpanan depresi telah terpenuhi dan presipitasi masih terus berjalan dengan laju lebih

besar dari infiltrasi maka akan terjadi aliran permukaan (*surface run-off*). Aliran permukaan ini yang dapat menimbulkan erosi dan merupakan penyebab utama timbulnya banjir.

Air yang masuk ke dalam tanah mula-mula membasahi/ meningkatkan kelembaban tanah. Jika infiltrasi terus berjalan maka pada suatu saat tanah mencapai keadaan jenuh dan akhirnya air masuk ke dalam tanah yang telah jenuh tersebut tidak dapat diikat oleh tanah lagi dan akan mengalir ke bawah secara gravitasi. Proses mengalirnya air dalam tanah yang telah lewat jenuh disebut perkolasi

Air tanah sebagian diambil tanaman melalui akar selanjutnya digunakan untuk membentuk jaringan tanaman itu sendiri dan diuapkan melalui proses transpirasi. Disamping itu air tanah juga dapat langsung menguap ke udara melalui proses evaporasi. Air perkolasi akan bergerak terus ke bawah sampai suatu saat mencapai lapisan kedap air (*impermeable*) dan menjadi air bawah tanah (*ground water*). Air bawah tanah ini dapat bergerak lateral dan merupakan sumber air utama bagi sungai dan danau di musim kemarau. Air bawah tanah juga dapat merembes langsung ke laut atau ke luar sebagai air mancur (*artesis*) pada tempat-tempat tertentu.

Air yang mengalir di atas permukaan tanah sebagian menguap di perjalanan melalui proses evaporasi langsung dari permukaan air dan sebagian lagi akhirnya mencapai laut. Air dari aliran permukaan maupun aliran dalam tanah setelah mencapai laut mengalami proses evaporasi dari permukaan air laut menjadi uap air di udara. Uap air di udara yang berasal dari proses evaporasi di daratan maupun lautan serta yang berasal dari transpirasi akan mengalami proses kondensasi membentuk awan dan akhirnya jatuh kembali ke bumi sebagai presipitasi. Rangkaian peristiwa tersebut di alam berlangsung secara simultan dan terus menerus dan merupakan fenomena alam penting dari kehidupan di bumi.

Ada empat macam proses dalam daur hidrologi yang harus dipelajari oleh para ahli hidrologi dan teknisi bangunan air yaitu: evaporasi, infiltrasi, limpasan permukaan (*surface run-off*) dan limpasan air tanah (*subsurface run-off*).

1) Evaporasi

Siklus hidrologi diawali oleh terjadinya penguapan air yang ada di permukaan bumi. Air yang tertampung di badan air seperti danau, sungai, laut, sawah, bendungan atau waduk berubah menjadi uap air karena adanya panas matahari. Penguapan serupa juga terjadi pada air yang terdapat di permukaan tanah. Penguapan semacam ini disebut dengan istilah evaporasi. Evaporasi mengubah air berwujud cair menjadi air yang berwujud gas sehingga memungkinkan ia untuk naik ke atas atmosfer bumi. Semakin tinggi panas matahari (misalnya saat musim kemarau), jumlah air yang menjadi uap air dan naik ke atmosfer bumi juga akan semakin besar.

Evaporasi adalah peristiwa berubahnya air menjadi uap. Uap ini kemudian bergerak dari permukaan tanah atau permukaan air ke udara. Evaporasi merupakan penguapan yang terjadi pada permukaan tanah. Evaporimeter sebagai alat penakar evaporasi adalah bejana penguapan berupa panci atau tangki yang berisi air bersih.

Siklus hidrologi air tergantung pada proses evaporasi dan presipitasi. Air yang terdapat di permukaan bumi berubah menjadi uap air di lapisan atmosfer melalui proses evaporasi (penguapan) air sungai, danau dan laut; serta proses evapotranspirasi atau penguapan air oleh tanaman. Laju evaporasi pada permukaan daun akan mengurangi jumlah air yang terdapat dalam tubuh tanaman.

Cara menentukan penguapan bisa secara langsung yaitu dengan alat panci evaporasi maupun secara tidak langsung dengan menggunakan rumus empiris yaitu besarnya evaporasi menurut Penman adalah :

$$E = 0,35 (e_a - e_d) (1 + v/100) \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

- E = evaporasi (mm/hari)
- e_a = tekanan uap jenuh pada suhu rata – rata harian (mm/hari)
- e_d = tekanan uap sebenarnya (mm/Hg)
- v = kecepatan angin pada ketinggian 2 m di atas permukaan tanah (mile/hari)

2) Transpirasi

Penguapan air di permukaan bumi bukan hanya terjadi di badan air dan tanah. Penguapan air juga dapat berlangsung di jaringan makhluk hidup, seperti hewan dan tumbuhan. Penguapan semacam ini dikenal dengan istilah transpirasi, sama seperti evaporasi, transpirasi juga mengubah air yang berwujud cair dalam jaringan makhluk hidup menjadi uap air dan membawanya naik keatas menuju atmosfer. Akan tetapi jumlah air yang menjadi uap melalui proses transpirasi umumnya jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah uap air yang dihasilkan melalui proses evaporasi.

3) Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah penguapan air keseluruhan yang terjadi di seluruh permukaan bumi baik yang terjadi pada badan air dan tanah, maupun pada jaringan makhluk hidup. Evapotranspirasi merupakan gabungan antara evaporasi dan transpirasi. Dalam siklus hidrologi laju evapotranspirasi ini sangat mempengaruhi jumlah uap air yang terangkut ke atas permukaan atmosfer.

Evapotranspirasi merupakan proses yang sangat penting bagi tanaman, dimana metabolisme tanaman berlangsung jika evapotranspirasi terjadi. Pada evapotranspirasi ini terjadi proses gerakan air dari sistem tanah ke tanaman kemudian ke atmosfer (transpirasi) dan gerakan air dari sistem tanah ke permukaan tanah kemudian ke atmosfer (evaporasi).

Air dalam tanah naik ke udara melalui tumbuh-tumbuhan, banyaknya berbeda-beda, tergantung dari kadar kelembaban tanah dan jenis tumbuh-tumbuhan. Transpirasi dan evaporasi dari permukaan tanah dapat bersama-sama sesuai kebutuhan. Air yang tersedia dalam tanah cukup banyak maka sehingga dapat terjadi evapotranspirasi, yang demikian disebut evapotranspirasi potensial. Mengingat faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi itu banyak dan lebih sulit daripada faktor yang mempengaruhi evaporasi, maka banyaknya evapotranspirasi tidak dapat diperkirakan dengan teliti. Akan tetapi evapotranspirasi adalah faktor dasar untuk menentukan kebutuhan air dalam rencana irigasi dan merupakan proses yang penting dalam siklus hidrologi.

Olehnya itu telah banyak jenis dan cara penentuannya yang telah diadakan.

Pada evapotranspirasi dimana ada beberapa unsur yang mempengaruhi seperti yang ada didalam persamaan 1.

$$ET = T + I_t + E_s + E_o \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

ET = Evapotranspirasi

T = Transpirasi

I_t = Intersepsi total

E_s = Evaporasi dari tanah, batuan dan jenis permukaan lainnya

E_o = Evaporasi permukaan air terbuka seperti sungai, danau dan waduk

Untuk tegakan hutan E_o dan E_s biasanya diabaikan dan ET = T + I_t. Bila unsur vegetasi diabaikan maka ET = E_s. Atau besarnya evapotranspirasi bulanan dapat dipergunakan rumus Blaney-Criddle :

$$U = K . T . p \dots\dots\dots 3$$

Keterangan :

U = evapotranspirasi bulanan

K = koefisien tanaman

T = suhu rata-rata bulanan (°F)

P = prosentase bulanan dari lamanya jam siang hari dalam setahun.

4) Sublimasi

Selain lewat penguapan, baik itu melalui proses evaporasi, transpirasi, maupun evapotranspirasi, naiknya uap air dari permukaan bumi ke atas atmosfer bumi juga dipengaruhi oleh proses sublimasi. Sublimasi adalah proses perubahan es di kutub atau di puncak gunung menjadi uap air tanpa melalui fase cair terlebih dahulu. Meski sedikit sublimasi juga tetap berkontribusi terhadap jumlah uap air yang terangkut ke atas atmosfer bumi melalui siklus hidrologi panjang. Akan tetapi dibanding melalui proses penguapan, proses sublimasi dikatakan berjalan sangat lambat.

5) **Kondensasi**

Ketika uap air yang dihasilkan melalui proses evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, dan proses sublimasi naik hingga mencapai suatu titik ketinggian tertentu, uap air tersebut akan berubah menjadi partikel-partikel es berukuran sangat kecil melalui proses kondensasi. Perubahan wujud uap air menjadi es tersebut terjadi karena pengaruh suhu udara yang sangat rendah di titik ketinggian tersebut. Partikel-partikel es yang terbentuk akan saling mendekati dan bersatu satu sama lain sehingga membentuk awan. Semakin banyak partikel es yang bergabung, awan yang terbentuk juga akan semakin tebal dan hitam.

6) **Adveksi**

Awan yang terbentuk dari proses kondensasi selanjutnya akan mengalami adveksi. Adveksi adalah proses perpindahan awan dari satu titik ke titik lain dalam satu horizontal akibat arus angin atau perbedaan tekanan udara. Adveksi memungkinkan awan akan menyebar dan berpindah dari atmosfer lautan menuju atmosfer daratan. Perlu diketahui bahwa, tahapan adveksi tidak terjadi pada siklus hidrologi pendek.

7) **Presipitasi**

Presipitasi (hujan) merupakan masukan utama dari daur hidrologi dalam DAS. Dampak kegiatan pembangunan terhadap proses hidrologi sangat dipengaruhi intensitas, lama berlangsungnya, dan lokasi hujan. Karena itu perencanaan dan pengelola DAS harus memperhitungkan pola presipitasi dan sebaran geografinya.

Awan yang mengalami adveksi selanjutnya akan mengalami proses presipitasi. Proses presipitasi adalah proses mencairnya awan akibat pengaruh suhu udara yang tinggi. Pada proses inilah hujan terjadi, butiran-butiran air jatuh dan membasahi permukaan bumi. Apabila suhu udara di sekitar awan terlalu rendah hingga berkisar < 0 derajat Celcius, presipitasi memungkinkan terjadinya hujan salju. Awan yang mengandung banyak air akan turun ke litosfer dalam bentuk butiran salju tipis seperti yang dapat kita temui di daerah beriklim sub tropis.

8) *Runoff*

Runoff adalah bagian curahan hujan dimana curah hujan dikurangi evapotranspirasi dan kehilangan air lainnya yang mengalir dalam air sungai karena gaya gravitasi; airnya berasal dari permukaan maupun dari subpermukaan (sub surface). *Runoff* dapat dinyatakan sebagai tebal *runoff*, debit aliran (*river discharge*) dan volume *runoff*.

Setelah presipitasi terjadi, air hujan yang jatuh ke permukaan bumi tidak semuanya terserap masuk ke dalam tanah sehingga proses *runoff* terjadi. *Runoff* atau limpasan adalah suatu proses pergerakan air dimana air bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah di permukaan bumi. Pergerakan air tersebut akan mengikuti bentuk atau profil yang dilaluinya misalnya terjadi melalui saluran-saluran seperti saluran got, sungai, danau, muara, laut, hingga samudera. Dalam proses ini, air yang telah melalui siklus hidrologi akan kembali menuju lapisan hidrosfer.

9) *Infiltrasi*

Air hujan yang terbentuk dan turun ke permukaan bumi setelah proses presipitasi akan mengalir di permukaan bumi melalui proses *runoff*. Sebagian kecil di antaranya akan bergerak ke dalam pori-pori tanah, merembes, dan terakumulasi menjadi air tanah. Proses pergerakan air ke dalam pori tanah ini disebut proses infiltrasi. Proses infiltrasi akan secara lambat membawa air tanah kembali ke laut yang pada umumnya dipengaruhi oleh perbedaan ketinggian tempat. Setelah melalui proses *runoff* dan infiltrasi, air yang telah mengalami siklus hidrologi tersebut akan kembali berkumpul di lautan. Air tersebut secara berangsur-angsur akan kembali mengalami siklus hidrologi selanjutnya dengan diawali oleh proses evaporasi.

10) *Intersepsi*

Hujan yang jatuh di atas tegakan pohon sebagian akan melekat pada tajuk daun maupun batang, bagian ini disebut tampungan/simpanan intersepsi yang akhirnya segera menguap. Besar kecilnya intersepsi dipengaruhi oleh sifat hujan (terutama intensitas hujan dan lama hujan), kecepatan angin, jenis pohon (kerapatan tajuk dan bentuk tajuk). Simpanan intersepsi pada hutan

pinus di Italia utara sekitar 30% dari hujan (Allewijn, 1990). Intersepsi tidak hanya terjadi pada tajuk daun bagian atas saja, intersepsi juga terjadi pada seresah di bawah pohon. Intersepsi akan mengurangi hujan yang menjadi *runoff*.

11) *Throughfall, Crown drip, Steamflow*

Hujan yang jatuh di atas hutan ada sebagian yang dapat jatuh langsung di lantai hutan melalui sela-sela tajuk, bagian hujan ini disebut *throughfall*. Simpanan intersepsi ada batasnya, kelebihan akan segera menetes sebagai *crown drip*. *Steamflow* adalah aliran air hujan yang lewat batang, besar kecilnya *steamflow* dipengaruhi oleh struktur batang dan kekasaran kulit batang pohon.

12) Perkolasi

Proses berlangsungnya air masuk ke permukaan tanah kita kenal dengan infiltrasi, sedang perkolasi adalah proses bergerakanya air melalui profil tanah karena tenaga gravitasi. Laju infiltrasi dipengaruhi tekstur dan struktur, kelengasan tanah, kadar materi tersuspensi dalam air, dan waktu.

13) Kelengasan Tanah

Kelengasan tanah merupakan jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah. Kelengasan tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi, dan perkolasi. Pada saat kelengasan tanah dalam keadaan kondisi tinggi, infiltrasi air hujan lebih kecil daripada saat kelengasan tanah rendah. Kemampuan tanah menyimpan air tergantung dari porositas tanah.

14) Simpanan Permukaan (*Surface Storage*)

Simpanan permukaan ini terjadi pada depresi-depresi pada permukaan tanah, pada perakaran pepohonan atau di belakang pohon-pohon yang tumbang. Simpanan permukaan menghambat atau menunda bagian hujan ini mencapai limpasan permukaan dan memberi kesempatan bagi air untuk melakukan infiltrasi dan evaporasi.

15) Limpasan Permukaan (*Surface Runoff*)

Limpasan permukaan (*Surface Runoff*) adalah bagian curah hujan setelah dikurangi dengan infiltrasi dan kehilangan air lainnya. Limpasan permukaan ini berasal dari *overlandflow* yang segera masuk ke dalam alur sungai. Aliran ini merupakan komponen aliran banjir yang utama.

16) Aliran Bawah Permukaan (*Subsurface Runoff*)

Aliran bawah permukaan merupakan bagian dari presipitasi yang mengalami infiltrasi dalam tanah yang kemudian mengalir di bawah permukaan tanah dan menuju alur sungai sebagai rembesan maupun mata air.

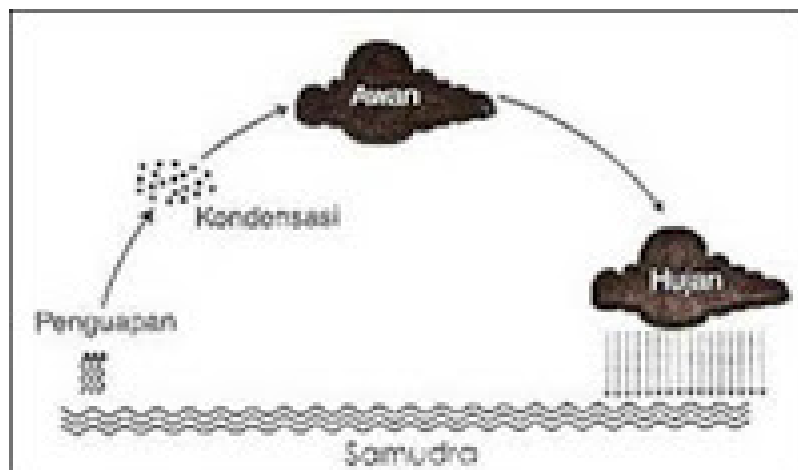
d. Jenis Siklus Hidrologi

Berdasarkan panjang pendeknya proses yang di alaminya siklus hidrologi dapat dibedakan menjadi 3 macam. Macam-macam siklus hidrologi tersebut, yaitu (1) siklus hidrologi pendek, (2) Siklus hidrologi sedang, dan (3) Siklus hidrologi panjang.

1) Siklus Hidrologi Pendek

Siklus hidrologi pendek adalah siklus hidrologi yang tidak melalui proses adveksi. Uap air yang terbentuk melalui siklus ini akan diturunkan melalui hujan di daerah sekitar laut. Proses siklus hidrologi pendek adalah sebagai berikut:

- a) Air laut mengalami proses evaporasi dan berubah menjadi uap air akibat adanya panas matahari.
- b) Uap air akan mengalami kondensasi dan membentuk awan.
- c) Awan yang terbentuk akan menjadi hujan di permukaan laut.

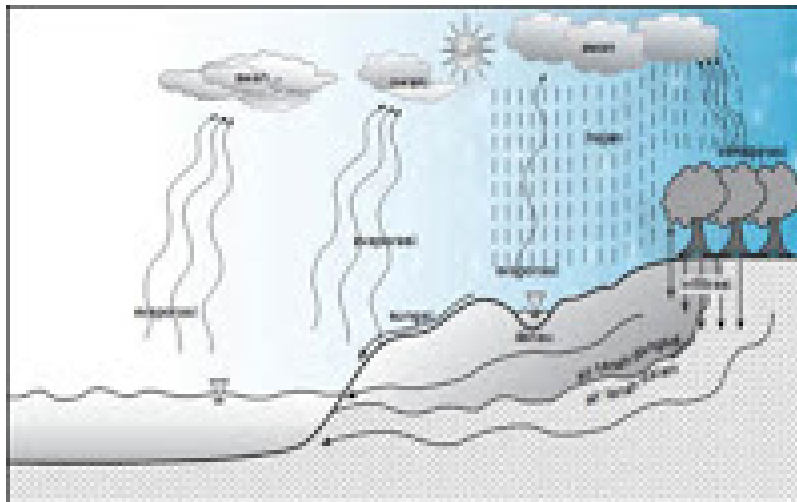


Gambar 2. Siklus Hidrologi Pendek

2) Siklus Hidrologi Sedang

Siklus hidrologi sedang adalah siklus hidrologi yang umum terjadi di Indonesia. Siklus hidrologi ini menghasilkan hujan di daratan karena proses adveksi membawa awan yang terbentuk ke atas daratan. Proses siklus hidrologi sedang adalah sebagai berikut:

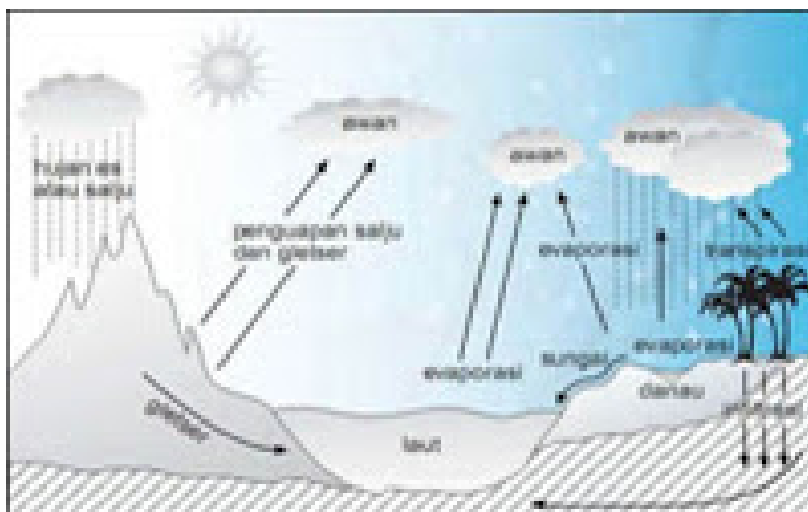
- Air laut mengalami proses evaporasi dan berubah menjadi uap air akibat adanya panas matahari.
- Uap air mengalami adveksi karena angin sehingga bergerak menuju daratan.
- Di atmosfer daratan, uap air membentuk awan dan berubah menjadi hujan.
- Air hujan di permukaan daratan akan mengalami run off menuju sungai dan kembali ke laut



Gambar 3. Siklus Hidrologi Sedang

3) Siklus Hidrologi Panjang

Siklus hidrologi panjang adalah siklus hidrologi yang umumnya terjadi di daerah beriklim subtropis atau daerah pegunungan yang bersuhu rendah.



Gambar 4. Hidrologi Siklus Panjang

Dalam siklus hidrologi ini, awan tidak langsung diubah menjadi air, melainkan terlebih dahulu turun sebagai salju dan membentuk *gletser*. Uraian singkat dari siklus hidrologi panjang adalah sebagai berikut:

- Air laut mengalami proses evaporasi dan berubah menjadi uap air akibat adanya panas matahari.
- Uap air yang terbentuk kemudian mengalami sublimasi

- c) Awan yang mengandung kristal es kemudian terbentuk.
- d) Awan mengalami proses adveksi dan bergerak ke daratan
- e) Awan mengalami presipitasi dan turun sebagai salju.
- f) Salju terakumulasi menjadi gletser.
- g) Gletser mencair karena pengaruh suhu udara dan membentuk aliran sungai.
- h) Air yang berasal dari gletser mengalir di sungai untuk menuju laut kembali.

Pengertian siklus hidrologi, proses dan tahapan, serta macam-macamnya, seperti diuraikan sebelumnya dapat memberi pemahaman secara umum, hal ini juga sangat berpengaruh terhadap ekosistem yang ada dipermukaan bumi ini.

e. Proses *Runoff*

Proses *runoff* dimana curahan hujan (curah hujan dikurangi evapotranspirasi dan kehilangan air lainnya) yang mengalir pada permukaan atau di sub permukaan (*sub surface*) dapat digolongkan menjadi lima periode yaitu (1) Periode tidak hujan/kemarau; (2) Periode hujan awal; (3) Periode hujan dan (4) Periode akhir hujan; (5) Saat tidak ada hujan

1) Periode Tidak Hujan (Kemarau)

- a) Input dari hujan = nol
- b) Air tanah mengalir masuk alur sebagai aliran dasar, maka freatik turun terus
- c) Evapotranspirasi menambah defisiensi lengas tanah
- d) Hidrograf aliran berupa kurva deplesi.

2) Periode Hujan Awal

- a) Awal musim hujan, mulai ada hujan
- b) Sebagian hujan menjadi intersepsi

- c) Sebagian menjadi simpanan depresi
- d) *Surface Runoff* hampir tidak ada, air hujan digunakan untuk membasahi tanah (Lengas tanah meningkat).
- e) Hidrograf aliran agak bergeser ke atas karena ada sebagian hujan yang jatuh langsung di alur sungai
- f) Muka freatik masih turun terus karena aliran dasar masih berlangsung dan air infiltrasi belum mencapai muka freatik.

3) Periode Hujan

- a) Intersepsi mencapai kapasitas maksimum, *steamflow* dan *throughfall* terjadi
- b) Simpanan depresi maksimum
- c) *Surface runoff* mulai terjadi, sehingga aliran sungai naik.
- d) *Soil Moisture Deficiency* berkurang
- e) Air Infiltrasi dan perkolasi belum mencapai muka freatik (air tanah belum naik).

4) Saat Hujan Berhenti

- a) Di permukaan tanah masih ada air dan mengalir
- b) Infiltrasi terus berlangsung
- c) *Stream runoff* berasal dari *channel storage*
- d) *Channel storage* berkurang dan habis
- e) *Stream runoff* dari *groundwater*

5) Saat tak ada Hujan

- a) Lengas tanah pada kapasitas lapang
- b) Input air tak ada, lengas tanah berkurang
- c) Air perlokasi mencapai muka freatik air tanah mendapat *recharge*
- d) Kurva deplesi terus berlangsung, *stream runoff* menyusut.

e) Air tanah naik

Hubungan aliran sungai dan air tanah Pada lembah sungai yang cukup dalam sehingga muka freatik terpotong maka banyak mata air dan rembesan di sepanjang alur sungai, untuk daerah yang air tanahnya dalam, keadaan ini tidak terjadi.

Beberapa Simbol atau lambang yang umum digunakan, yaitu: I = Infiltrasi, PL = perkolasi, Eo = evaporasi, SF = *steamflow*, TF = *throughflow*, Pg = *gross precipitation*, T = transpirasi, drip = *crowndrip*.

f. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) adalah kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografi (pinggir pegunungan), kawasan tersebut menampung, menyimpan dan mengalirkan air melalui sistem sungai dan mengeluarkannya melalui titik tunggal (single outlet). Respon DAS terhadap hujan terdiri dari respon DAS pada limpasan langsung (*direct runoff*) dan respon DAS pada aliran dasar (*base flow*).

Konsep DAS dan Sistem DAS. DAS sebagai suatu sistem selalu ada masukan (*input*), proses dan keluaran (*output*).

Masukan:

- a) Curah hujan (alami)
- b) Teknologi (buatan)

Keluaran:

- a) Aliran
- b) Sedimen
- c) EvapotranspirasiProses, terdiri dari beberapa variabel.

Proses yang berpengaruh terhadap perubahan hujan menjadi *runoff*.

- a) Infiltrasi & Perkolasi
- b) Evapotranspirasi
- c) Penampungan air/aliran
- d) Perjalanan aliran atau pemindahan aliran

3. Rangkuman

- a. Siklus hidrologi merupakan suatu siklus atau sirkulasi air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus menerus.
- b. Empat macam proses dalam siklus hidrologi yang sangat penting, yaitu: evaporasi, infiltrasi, limpasan permukaan (*surface run-off*) dan limpasan air tanah (*subsurface run-off*).
- c. Berdasarkan panjang pendeknya proses siklus hidrologi, maka dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu: (1) siklus hidrologi pendek, (2) Siklus hidrologi sedang, dan (3) Siklus hidrologi panjang.
- d. Proses *runoff* dimana curahan hujan (curah hujan dikurangi evapotranspirasi dan kehilangan air lainnya) yang mengalir pada permukaan atau di sub permukaan (*sub surface*) dapat digolongkan menjadi lima priode, yaitu: (1) Periode tidak hujan/kemarau, (2) Periode hujan awal, (3) Periode hujan, (4) Periode akhir hujan, dan (6) Periode saat tidak ada hujan.

4. Soal Latihan

- a. Jelaskan pengertian dan manfaat dari siklus hidrologi
- b. Sebutkan dan Jelaskan jenis-jenis siklus hidrologi
- c. Jelaskan proses terjadinya *surface runoff*

5. Kunci Jawaban

- a. Siklus hidrologi merupakan suatu siklus atau sirkulasi air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus menerus. Melalui siklus ini, ketersediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga, mengingat teraturnya suhu lingkungan, cuaca, hujan, dan keseimbangan ekosistem bumi dapat tercipta karena proses siklus hidrologi ini.
- b. Jenis-jenis siklus hidrologi dibedakan berdasarkan panjang pendeknya proses yang dialaminya, dan dibedakan menjadi 3 macam, yaitu:
 - (a) siklus hidrologi pendek, adalah siklus hidrologi yang tidak melalui proses adveksi. Uap air yang terbentuk melalui siklus ini akan diturunkan melalui hujan di daerah sekitar laut

- (b) Siklus hidrologi sedang, merupakan siklus hidrologi yang umum terjadi di Indonesia. Siklus hidrologi ini menghasilkan hujan di daratan karena proses adveksi membawa awan yang terbentuk ke atas daratan, dan
- (c) Siklus hidrologi panjang. Umumnya terjadi di daerah beriklim subtropis atau daerah pegunungan yang bersuhu rendah. Dalam siklus hidrologi ini, awan tidak langsung diubah menjadi air, melainkan terlebih dahulu turun sebagai salju dan membentuk gletser.
- c. Surface *runoff* terjadi jika proses infiltrasi sudah berhenti karena kapasitas infiltrasi sudah terlewati, dan air di atas permukaan tanah akan bergerak/mengalir sebagai air limpasan permukaan (*surface runoff*).

6. Sumber Informasi dan Referensi

- Anonimos. <http://wong168.files.wordpress.com/2018/07/gambar-siklus-hidrologi-15-juli-2018.png>. Gambar siklus hidrologi (15 Juli 2018).
- Arsyad, S, 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor.
- Bahrin Samad dan Husainy Azhary. 1980. Iklim dan Pengairan., CV Yasaguna. , Yogyakarta.
- Chay Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta.
- Davie T., 2008, Fundamentals of Hydrology, London and New York, Routledge
- Hadisusanto, N. 2011. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.
- Kartasapoetra, A. G., Sutodjo M, M dan E. Pollein. 2010. Teknologi Pengairan Pertanian (Irigasi), Bumi Aksara. Jakarta
- Linsley et al., 1975, Applied Hydrology
- Robiyanto H.S. dan Rahmad H.P. 1998. Hidrologi dan Pengendalian Jumlah Air. Terjemahan dari: Hydrology and Water Quantity Control (Martin P.W). Pusat Penelitian Manajemen Air dan Lahan. Unsri. Palembang.
- Seyhan E., 1977, Fundamentals of Hydrology, Nederland, Geografisch Institut der Rijksuniversiteit te Utrecht, Universiteitscentrum "De Uithof" Transitorium II Heidelberglaan.

Sharma, P.K. and S.K. De Data. 1985. Effects of Puddling on Soil Physical Properties and Processes. p. 217-234. In IRRI (1985).

Suyono, Adji T.N., Widyastuti M., 2011, Geografi Fisik (Hidrologi), Yogyakarta, Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi UGM.

Suyono Sosrosudarsono dan Kensaku Takeda. 1999. Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

Takeda, Kensaku. 2005. Hidrologi Pertanian. PT. Pradya Utama, Bogor.

Todd D.K., 1980, Groundwater Hydrology, New York, John Wiley & Sons.

C. Penilaian

1. Sikap

LEMBAR PENGAMATAN PENILAIAN SIKAP

PENILAIAN OBSERVASI

Rubrik:

Indikator sikap aktif dalam pembelajaran:

1. Kurang baik *jika* menunjukkan sama sekali tidak ambil bagian dalam pembelajaran
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ambil bagian dalam menyelesaikan tugas kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten

Indikator sikap bekerjasama dalam kegiatan kelompok.

2. Kurang baik *jika* sama sekali tidak berusaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok.
3. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.

4. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
5. Sangat baik *jika* menunjukkan adanya usaha bekerjasama dalam kegiatan kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

Indikator sikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

Bubuhkan tanda v pada kolom-kolom sesuai hasil pengamatan.

No	Nama Mahasiswa	Sikap																			
		Tanggung Jawab				Jujur				Peduli				Kerjasama				Santun			
		K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
...																					

K : Kurang C: Cukup B: Baik SB : Sangat Baik

Rekapitulasi Penilaian Sikap – Observasi

NO	Nama Mahasiswa	SIKAP							Skor Rata-rata
		Tanggung Jawab	Jujur	Pedul	Kerja Sama	Santun	Percaya Diri	Disiplin	
1									
2									
...									

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Praktikum

Mata Kuliah :

Semester/Kelas :

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku ilmiah disiplin, tanggung jawab, jujur, teliti dalam melakukan percobaan

No	Nama Mahasiswa	Disiplin	Tanggung Jawab	Kerjasama	Teliti	Kreatif	Peduli Lingkungan	Keterangan
1								
2								
'''								

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Diskusi

Mata Kuliah :

Semester/Kelas :

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku kerja sama, santun, toleran, responsif dan proaktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

No	Nama Mahasiswa	Kerja sama	Rasa Ingin Tahu	Santun	Komunikatif	Keterangan
1						
2						
'''						

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

LEMBAR PENILAIAN SIKAP-JURNAL

Nama Mahasiswa :

Semester/Kelas :

No.	Hari/Tanggal	Sikap/Perilaku		Keterangan
		Positif	Negatif	

Kesimpulan :

.....

2. Pengetahuan

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN TERTULIS (Bentuk Uraian)

Soal Tes Uraian

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Kunci Jawaban Soal Uraian dan Pedoman Penskoran

Alternatif jawaban	Penyelesaian	Skor
1		2
2		2
3		2
4		2
5		2
	Jumlah	10

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{5} \times 10$$

Penilaian Pengetahuan - Tes Tulis Uraian		
Topik	:	
Indikator	:	
Soal	:	
	a.	
	b.	
Jawaban	:	
	a.	
	b.	
Pedoman Penskoran		
No	Jawaban	Skor
a.		
b.		
Skor maksimal		

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (ANALISIS)- TES TERTULIS

NO	NAMA MAHASISWA	ESSAY					SKOR		NILAI
		01	02	03	04	05	PG	E	
1									
2									
3									
4									
5									
...									

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

Observasi terhadap Diskusi Tanya Jawab dan Percakapan

Semester/Kelas :

No	Nama Mahasiswa	Pernyataan							
		Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran Konsep		Ketepatan penggunaan istilah		Dan lain sebagainya	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1									
2									
3									
...									

Penilaian pengetahuan - Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Per- cakapan								
Nama Mahasiswa	Pernyataan						Jumlah	
	Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran konsep		Ketepatan penggunaan istilah			
	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK
....								
....								
....								

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

PENILAIAN PENUGASAN

Penilaian Pengetahuan – Penugasan	
Mengidentifikasi	
Tugas	: Menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja secara tertulis dengan berbagai media.
Indikator	: membuat laporan hasil percobaan cara kerja
Langkah Tugas :	
1.	Lakukan observasi ke atau tempat lainnya untuk mendapatkan informasi mengenai
2.	Datalah yang kamu dapatkan dalam bentuk tabel yang berisi,

3. Diskusikan hasil observasi yang kamu lakukan bersama teman-temanmu untuk menjawab pertanyaan berikut:
 - a. Jenisapa yang paling banyak kamu temukan di ?
 - b. Bagaimana yang terjadi?
 - c. Keuntungan apa yang diperoleh dalam kehidupan?
4. Tuliskan hasil kegiatanmu dalam bentuk laporan dan dikumpulkan serta dipresentasikan pada kegiatan pembelajaran berikutnya

Rubrik Penilaian

No.	Kriteria	Kelompok								
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Kesesuaian dengan konsep dan prinsip mata kuliah									
2	Ketepatan memilih bahan									
3	Kreativitas									
4	Ketepatan waktu pengumpulan tugas									
5	Kerapihan hasil									
	Jumlah skor									

Keterangan: 4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = cukup baik, 1 = kurang baik

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{JumlahSkor}}{20}$$

3. Keterampilan

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - UNJUK KERJA

Pekerjaan :

-
-
-
-

Tabel : Rubrik Penilaian Unjuk Kerja

Tingkat	Kriteria
4	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar, sesuai dengan prosedur operasi dan penerapan konsep yang berhubungan dengan tugas ini
3	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar tetapi ada cara yang tidak sesuai atau ada satu jawaban salah. Sedikit kesalahan perhitungan dapat diterima
2	Jawaban menunjukkan keterbatasan atau kurang memahami masalah yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Ada jawaban yang benar dan sesuai dengan prosedur, dan ada jawaban tidak sesuai dengan permasalahan yang ditanyakan.
1	Jawaban hanya menunjukkan sedikit atau sama sekali tidak ada pengetahuan bahasa Inggris yang berhubungan dengan masalah ini. Ciri-ciri: Semua jawaban salah, atau Jawaban benar tetapi tidak diperoleh melalui prosedur yang benar.
0	Tidak ada jawaban atau lembar kerja kosong

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN- UNJUK KERJA

Semester/Kelas :

No	Nama Mahasiswa	Tingkat				Nilai	Ket.
		4	3	2	1		
4.							
5.							
6.							
...							

Lembar Pengamatan Penilaian Keterampilan - Unjuk Kerja/Kinerja/Praktik					
Topik :					
KI :					
KD :					
Indikator :					
No	Nama Mahasiswa	Persiapan Praktik	Pelaksanaan Praktik	Kegiatan Akhir Praktik	Jumlah Skor
1					
2					
....					
....					

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Persiapan Praktik (Menyiapkan alat Bahan)	30	- Alat-alat tertata rapih sesuai dengan keperluannya - Bahan-bahan yang digunakan tersusun dengan benar dan tepat - Kerapihan dan penggunaan Bahan-bahan tersedia di tempat yang sudah ditentukan.
		20	Ada 2 aspek yang tersedia
		10	Ada 1 aspek yang tersedia
2	Pelaksanaan Percobaan	30	- Menggunakan alat dengan tepat - Membuat barang yang diperlukan dengan tepat - Menuangkan / menambahkan bahan yang tepat - Mengamati hasil praktek dengan tepat

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
3	Kegiatan akhir praktikum	20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia
		30	- Membuang barang tak terpakai atau sampah ketempatnya - Membersihkan alat dengan baik - Membersihkan meja - Mengembalikan barang kelas ke tempat semula
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - PROYEK

Proyek :

-
-
-
-

Orientasi Masalah:

Bentuklah tim kelompokmu, kemudian pergilah ke yang ada dimu. Ambil bahan amatan yang digunakan untuk terhadap antara terhadapyang berada di, lakukan pengamatan berulang-ulang sehingga kamu menemukanyang antara dengan tersebut!

Langkah-langkah Pengerjaan:

1. Kerjakan tugas ini secara kelompok. Anggota tiap kelompok paling banyak 4 orang.
2. Selesaikan masalah terkait
3. Cari data dengan tersebut

4. Bandingkan untuk mencari umum jumlahpertahun
5. Lakukan prediksi dengan tersebut
6. Hasil pemecahan masalah dibuat dalam laporan tertulis tentang kegiatan yang dilakukan yang meliputi perencanaan, pelaksanaan pemecahan masalah, dan pelaporan hasil pemecahan masalah
7. Laporan bagian perencanaan meliputi: (a) tujuan kegiatan, (b) persiapan/strategi untuk pemecahan masalah
8. Laporan bagian pelaksanaan meliputi: (a) pengumpulan data, (b) proses pemecahan masalah, dan (c) penyajian data hasil
9. Laporan bagian pelaporan hasil meliputi: (a) kesimpulan akhir, (b) pengembangan hasil pada masalah lain (jika memungkinkan)
10. Laporan dikumpulkan paling lambat minggu setelah tugas ini diberikan

Rubrik Penilaian Proyek:

Kriteria	Skor
• Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah • Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan • Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat • Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti • Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, terdapat pengembangan hasil pada masalah lain • Kerjasama kelompok sangat baik	4

Kriteria	Skor
- Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok sangat baik	3
- Jawaban benar tetapi kurang sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang kurang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data kurang berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang kurang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok baik	2
- Jawaban tidak benar - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang tidak jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data tidak berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang tidak sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok kurang baik	1
Tidak melakukan tugas proyek	0

Penilaian Keterampilan – Proyek			
Mata Kuliah	:	Dosen Pembimbing	:
Nama Proyek	:	Nama	:
Alokasi Waktu	:	Kelas	:
No	Aspek	Skor (1 – 5)	
1	PERENCANAAN : a. Rancangan Alat - Alat dan bahan - Gambar rancangan/desain b. Uraian cara menggunakan alat dan prosedur penggunaan		
2	PELAKSANAAN : a. Keakuratan Sumber Data / Informasi b. Kuantitas dan kualitas Sumber Data c. Analisis Data d. Penarikan Kesimpulan		
3	LAPORAN PROYEK : a. Sistematika Laporan b. Performans c. Presentasi		
Total Skor			

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN
PENILAIAN PRODUK

Nama Produk :

Nama Mahasiswa :

No	Aspek	Skor			
		1	2	3	4
1	Perencanaan Bahan				
2	Proses Pembuatan a. Persiapan Alat dan Bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keamanan, Keselamatan, dan Kebersihan) d. Menggunakan 3M (murah, Mudah, Modifikasi)				
3	Hasil Produk a. Bentuk Fisik b. Bahan c. Warna d.				
Total Skor					

- Aspek yang dinilai disesuaikan dengan jenis produk yang dibuat
- Skor diberikan tergantung dari ketepatan dan kelengkapan jawaban yang diberikan. Semakin lengkap dan tepat jawaban, semakin tinggi perolehan skor.

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN

PENILAIAN PORTOFOLIO

Tugas

-
-
-
-

Rubrik Penilaian

Nama mahasiswa :

Kelas :

No	Kategori	Skor	Alasan
1	Apakah portofolio lengkap dan sesuai dengan rencana?		
2	Apakah lembar isian dan lembar kuesioner yang dibuat sesuai?		
3	Apakah terdapat uraian tentang prosedur pengukuran/pengamatan yang dilakukan?		
4	Apakah isian hasil pengukuran/pengamatan dilakukan secara benar?		
5.	Apakah data dan fakta yang disajikan akurat?		
6.	Apakah interpretasi dan kesimpulan yang dibuat logis?		
7.	Apakah tulisan dan diagram disajikan secara menarik?		
8.	Apakah bahasa yang digunakan untuk menginterpretasikan lugas, sederhana, runtut dan sesuai dengan kaidah EYD?		
Jumlah			

Kriteria: 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = cukup, 2 = kurang, dan 1 = sangat kurang

Penilaian Keterampilan – Produk		
Mata Pelajaran	:	Nama Mahasiswa :
Nama Produk	:	Kelas :
Alokasi Waktu	:	
No	Aspek	Skor (1 – 5)
1	Tahap Perencanaan Bahan	
2	Tahap Proses Pembuatan : a. Persiapan alat dan bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan)	
3	Tahap Akhir (Hasil Produk) a. Bentuk fisik b. Inovasi(3 M)	
Total Skor		

Penilaian Keterampilan – Portofolio	
Mata Kuliah	:
Semester/Kelas	:
Tahun Ajaran	:
Judul portofolio	: Pelaporan merancang /perakitan alat praktik dan Penyusunan laporan praktik
Tujuan	: Peserta didik dapat merancang/merakit alat dan menyusun laporan praktik matakuliah sebagai tulisan ilmiah
Ruang lingkup	:
Karya portofolio yang dikumpulkan adalah laporan seluruh hasil rancangan/rakitan alat dan laporan praktikum bidang studi semester	
Uraian tugas portofolio	
1. Buatlah laporan kegiatan merancang/merakit alat, laporan praktikum matakuliah sebagai tulisan ilmiah	
2. Setiap laporan dikumpulkan selambat-lambatnya seminggu setelah mahasiswa melaksanakan tugas	

Penilaian Portofolio Penyusunan Laporan Perancangan Percobaan dan Laporan Praktik

Mata Kuliah :

Alokasi Waktu :

Sampel yang dikumpulkan : Laporan

Nama Mahasiswa :

Semester/Kelas :

No	Indikator	Periode	Aspek yang dinilai				Catatan / Nilai
			Kebenaran Konsep	Kelengkapan gagasan	Sistematika	Tata Bahasa	
1	....	....					
2	Menyusun laporan perancangan percobaan						
3	Menyusun laporan praktik						
4	....	....					

Rubrik Penilaian portofolio Laporan Praktikum

No	Komponen	Skor
1	Kebenaran Konsep	Skor 25 jika seluruh konsep bidang studi pada laporan benar Skor 15 jika sebagian konsep bidang studi pada laporan benar Skor 5 jika semua konsep bidang studi pada laporan salah
2	Kelengkapan gagasan	Skor 25 jika kelengkapan gagasan sesuai konsep Skor 15 jika kelengkapan gagasan kurang sesuai konsep Skor 5 jika kelengkapan gagasan tidak sesuai konsep

No	Komponen	Skor
3	Sistematika	Skor 25 jika sistematika laporan sesuai aturan yang disepakati Skor 15 jika sistematika laporan kurang sesuai aturan yang disepakati Skor 5 jika sistematika laporan tidak sesuai aturan yang disepakati
4	Tatabahasa	Skor 25 jika tatabahasa laporan sesuai aturan Skor 15 jika tatabahasa laporan kurang sesuai aturan Skor 5 jika tatabahasa laporan tidak sesuai aturan

Keterangan:

Skor maksimal = jumlah komponen yang dinilai x 25 = 4 x 25 = 100

$$\text{Nilai portofolio} = \text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 4$$

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan karya ilmiah.)

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan dan menulis surat.)
JUDUL
.....
.....
.....
.....
.....

Kegiatan Pembelajaran 3:

3. PRESIPITASI/HUJAN

A. Deskripsi

Pada bab ini akan dibahas tentang “Presipitasi/hujan” yang menguraikan tentang bagaimana proses terjadinya hujan, jenis-jenis presipitasi, dan bagaimana jika membuat hujan buatan.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Dengan mempelajari bab ini, maka diharapkan mahasiswa mengerti tentang pengertian dan proses terjadinya presipitasi. Adapun sebaran dari tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Menjelaskan proses terjadinya presipitasi
- b) Menjelaskan jenis-jenis presipitasi
- c) Menjelaskan tujuan dan manfaat hujan buatan
- d) Menjelaskan data curah hujan

2. Uraian Materi

a. Terjadinya Presipitasi/Hujan

Terjadinya butir-butir hujan dapat dijelaskan berdasarkan 2 (dua) macam teori, yaitu:

- 1) **Collision** (tubrukan/penyatuan), pada saat terjadi kondensasi timbullah butir-butir air yang melayang berupa awan, kemudian antar butiran-butiran tersebut terjadi tubrukan dan penyatuan sehingga mampu jatuh ke permukaan bumi.
- 2) **Bergeron**, pada keadaan di bawah 0 °C tekanan uap air di atas es turun lebih cepat daripada di atas air lewat sejuk (bersuhu antara 5 °C sampai -25 °C). Bila air lewat sejuk dan es berada bersama-sama di awan maka air akan berubah langsung menjadi es di atas kristal-kristal es. Adapun partikel/kristal-kristal es yang diselubungi oleh es hasil penyubliman tersebut menyebabkan terbentuk butiran yang lebih besar sehingga mampu sampai ke permukaan bumi sebagai hujan.

Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Alat untuk mengukur banyaknya curah hujan disebut *rain gauge*. Curah hujan diukur dalam harian, bulanan, dan tahunan. Curah hujan yang jatuh di wilayah Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah bentuk medan/topografi, arah lereng medan, arah angin yang sejajar dengan garis pantai dan jarak perjalanan angin di atas medan datar. Hujan merupakan peristiwa

sampainya air dalam bentuk cair maupun padat yang dicurahkan dari atmosfer ke permukaan bumi.

Hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di daratan. Dua proses yang mungkin terjadi bersamaan dapat mendorong udara semakin jenuh menjelang hujan, yaitu pendinginan udara atau penambahan uap air ke udara. Virga adalah presipitasi yang jatuh ke bumi namun menguap sebelum mencapai daratan; inilah satu cara penjuhan udara. Presipitasi terbentuk melalui tabrakan antara butir air atau kristal es dengan awan. Butir hujan memiliki ukuran yang beragam mulai dari pepat, mirip panekuk (butir besar), hingga bola kecil (butir kecil). Sedangkan curah hujan adalah banyaknya butir-butir air yang jatuh ke permukaan bumi. Curah hujan dihitung harian, mingguan, hingga tahunan, sesuai dengan kebutuhan. Pembangunan saluran drainase, selokan, irigasi, serta pengendalian banjir selalu menggunakan data curah hujan ini, untuk mengetahui berapa jumlah hujan yang pernah terjadi di suatu tempat, sebagai perkiraan pembuatan besarnya saluran atau sarana pendukung lainnya saat hujan sebesar itu akan datang lagi di masa mendatang.

Hujan/presipitasi adalah jatuhnya tetesan-tetesan air atau kristal-kristal es yang jatuh sampai ke permukaan bumi. Terjadinya hujan selalu didahului proses kondensasi, ukuran butiran yang dapat jatuh sebagai hujan adalah 0,5 sampai 4 mm.

Ketelitian hasil pengukuran curah hujan tergantung pada variabilitas spasial, maksudnya diperlukan semakin banyak lagi penakar curah hujan, bila kita mengukur di suatu daerah yang variasi curah hujannya besar. Ketelitian akan semakin meningkat dengan semakin banyaknya penakar yang dipasang, tetapi memerlukan biaya mahal dan juga memerlukan banyak waktu dan tenaga.

1) Bentuk dan Proses Hujan

Hujan atas dasar wujud dan bentuknya dibedakan menjadi beberapa macam:

- a) Hujan air, butir-butir air hujan ini berasal dari proses kondensasi di atmosfer secara sempurna (butir-butir sudah mampu ditarik oleh gravitasi bumi).

- b) Hujan salju, dapat terjadi karena adanya proses sublimasi dari uap air pada temperatur di bawah titik beku.
- c) Hujan es, dapat terjadi jika ada hujan guntur dari tipe awan yang naik secara vertikal yaitu awan cumulus nimbus.

Berdasarkan proses terjadinya hujan dibedakan atas:

- a) Hujan konveksi, terjadi apabila udara naik secara vertikal karena pemanasan. Sifat hujannya lebat/sangat deras, kurang efektif bagi tanaman, penyebab run-off.
- b) Hujan orografis, terjadi bila aliran udara yang bergerak secara horisontal terhalang topografi kasar (gunung, bukit dan lain-lain). Sifat hujannya lebat dan terjadi di dataran tinggi.
- c) Hujan frontal, yaitu banyak terjadi di daerah sedang karena adanya pertemuan massa udara panas dan dingin.
- d) Hujan konvergensi, yaitu terjadi bila terdapat ataupun terjadi kenaikan udara secara vertikal dari pemampatan udara. Sifat hujannya meliputi daerah yang sempit dan tidak begitu deras.

Pengaruh curah hujan terhadap pertanian yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Alat untuk mengukur banyaknya curah hujan secara manual dinamakan ombrometer.

Probabilitas dan prakiraan data curah hujan perlu lebih mendapatkan perhatian, karena hal ini dapat mengubah pola tanam dan hasil panen tanaman. Pada dasarnya data periode dengan kalkulasinya yang dibutuhkan untuk mengubah nilai kritis dari curah hujan dalam suatu periode perlu dilakukan secara cermat dan tepat, sehingga permasalahan yang ada seperti ketidaktepatan dalam perubahan kalkulasi dan prakiraan dengan jangka waktu yang pendek dan curah hujan yang rendah dapat diminimalisir.

Pengaruh curah hujan sangat penting dalam kegiatan pertanian karena hujan sangat berguna dalam pembentukan embung, dam atau waduk yang dapat di pergunakan sebagai irigasi pertanian yang dapat membantu para petani untuk bercocok tanam dan hal pertanian lainnya.

Di wilayah Indonesia bagian selatan, musim hujan yang makin pendek akan menyulitkan upaya meningkatkan indeks pertanaman (IP) apa bila tidak tersedia varietas yang berumur lebih pendek dan tanpa rehabilitasi jaringan irigasi. Meningkatnya hujan pada musim hujan menyebabkan tingginya frekuensi kejadian banjir, sedangkan menurunnya hujan pada musim kemarau akan meningkatkan risiko kekeringan. Indonesia sebagai negara kepulauan yang terletak di daerah khatulistiwa termasuk wilayah yang sangat rentan terhadap perubahan iklim. Perubahan pola curah hujan, kenaikan muka air laut, dan suhu udara, serta peningkatan kejadian iklim ekstrim berupa banjir dan kekeringan merupakan beberapa dampak serius perubahan iklim yang dihadapi Indonesia.

2) Hujan Buatan

Pengadaan hujan buatan ditekankan pada mendesaknya keperluan air antara lain pada saat tanaman padi mulai berbunga dan terjadi penyimpangan hujan pada musim penghujan. Jika air irigasi tidak memungkinkan maka kemungkinan adanya hujan buatan dapat membantu hal tersebut. Di Indonesia air hujan tidak dapat dipastikan kapan jatuhnya, walaupun sudah saatnya musim penghujan.

Pada prinsipnya hujan buatan yang dilakukan berdasarkan 3 asumsi pokok yaitu:

- a. Sangat perlu adanya kristal-kristal es dan awan dingin
- b. Pada atmosfer beberapa awan presipitasinya terbatas
- c. Pembuatan awan buatan dengan cara menaburkan bahan perangsang seperti: karbondioksida, garam, urea dan sebagainya untuk mendapatkan kristal-kristal es.

Pemilihan daerah hujan buatan didasarkan pada kondisi tertentu misalnya kondisi meteorologi, kondisi penerbangan dan kondisi komunikasi. Kelembaban relatif (RH) minimal 70 %, kecepatan angin minimal 10 knots dan jarak penerbangan tidak terlalu jauh.

a) Manfaat Hujan Buatan

Hujan buatan pada umumnya bertujuan untuk membantu pengadaan air bagi petani yang menanam padi pada sawah tadah hujan, pada saat padi sudah berbunga dan akan berbuah, sehingga panen akan berhasil. Jika tidak ada air maka bunga ini tidak akan menjadi buah sehingga panen gagal.

Secara perhitungan ekonomis jika hujan buatan ini berhasil maka akan sangat menguntungkan, misalnya dapat mengairi sawah yang sangat luas.

b) Survei Pendahuluan Hujan Buatan

Survei pendahuluan meliputi:

- 1) Survei lapangan yang diperlukan untuk mengetahui kondisi pangkalan udara, termasuk masalah bahan bakar, gudang untuk menyimpan garam-garaman, alat pengamat meteorologi, listrik air dan telekomunikasi.
- 2) Survei udara dilaksanakan untuk memperoleh data meteorologi yang akan menentukan sistem pelaksanaan operasi.

c) Penggunaan Perlengkapan Hujan Buatan

Perlengkapan yang dibutuhkan pada pembuatan hujan antara lain: NaCl, CaCl_2 , urea, es kering, aerosol, *cold storage*, genset, pompa air, balon dan gas udara, pesawat SSB dan VHF serta pesawat-pesawat penabur (cesna, Heli, porter pilatus)

d) Waktu yang Tepat untuk Pembuatan Hujan Buatan

Kegagalan panen karena cuaca biasanya terjadi jika ada penyimpangan musim yang berupa musim kemarau yang panjang, musim hujan yang singkat atau sebaliknya. Penyimpangan ini terjadi saat masa peralihan musim (transisi) misalnya seharusnya sudah ada hujan tetapi ternyata belum, maka hujan buatan sangat diperlukan. Pada masa transisi ini kondisi cuaca sangat menguntungkan untuk hujan buatan, udara telah berubah dari kering menjadi basah, gerakan udara menjadi labil, awan sudah cukup tebal.

e) Pengaruh Lingkungan Hujan Buatan

Modifikasi hujan buatan atau merubah cuaca dari kehendak alam berarti mengganggu lingkungan, tentu ada efek sampingnya, menyedot air suatu daerah berarti mengambil jatah air untuk daerah lain.

Dalam pembuatan hujan buatan dilepaskan kristal-kristal pembekuan seperti es kering atau perak yodida dan zat-zat higroskopis seperti garam dapur, arang pupuk urea dll, akan menyebabkan pencemaran air dan udara.

Taburan CaCl_2 dengan CO_2 bertujuan untuk memanaskan udara. CaCl_2 mempunyai sifat higroskopis yang dapat menghisap air dari lembah dan selanjutnya uap air didinginkan dengan CO_2 . NaCl dipergunakan untuk menghisap uap air dan memindahkan awan. Urea sebagai bahan pendingin awan serta manjatuhkan hujan. Aerosol untuk mencegah penggumpalan awan CO_2 untuk mencegah kenaikan temperatur. Penggunaan bahan-bahan kimia tersebut harus dalam ukuran yang tepat, misal jika CO_2 terlalu banyak awan akan bubar. Kalau urea larutan sangat dingin awan akan bubar/hilang. Campuran CaCl tidak tepat awan akan bubar.

b. Data dan Hal Tentang Hujan

Beberapa hal yang perlu diketahui berkaitan dengan hujan:

- 1) Besar curah hujan, adalah volume air hujan yang jatuh pada suatu daerah tertentu, dinyatakan dalam m^3 persatuan luas atau secara umum dalam tinggi air yaitu mm, untuk sekali hujan, per hari, per bulan, per musim maupun per tahun.
- 2) Intensitas curah hujan, adalah jumlah atau besarnya curah hujan yang jatuh dalam suatu waktu yang relatif singkat, misalnya 15 menit, 30 menit, 2 jam. Biasanya dalam mm/jam atau inchi/jam.
- 3) Distribusi hujan, adalah penyebaran hujan baik harian, bulanan, maupun tahunan. Yang dikehendaki adalah merata.
- 4) Tingkat kepercayaan dan peluang, adalah adanya penyimpangan yang sering terjadi terutama pada curah hujan tahunan. Oleh sebab itu harus diperhatikan jumlah curah hujan di atas maupun di bawah kritis tertentu.

- 5) Penentuan bulan basah dan bulan kering, yaitu dengan menentukan Bulan Basah (BB) bila di daerah tropis hujannya > 100 mm/bulan, Bulan Lembab (BL) bila curah hujannya 60 mm/bulan sampai 100 mm/bulan dan Bulan Kering bila curah hujannya < 60 mm/bulan.
- 6) Meramalkan datang dan berakhirnya musim hujan, yaitu apabila dalam 2 dekade (1 bulan dibagi 3 dekade) curah hujan > 50 mm adalah awal musim hujan, jika curah hujan dalam 2 dekade < 50 mm adalah akhir musim hujan.
- 7) Unsur-unsur yang dikandung hujan, yaitu : K, Cl, Ca, Na, S, bikarbonat, nitrat, nitrit, N, amonia dan lain-lain.

Data hujan adalah informasi mengenai keadaan hujan yang sangat penting artinya bagi dunia pertanian. Hujan sebagai salah satu yang mempengaruhi cuaca mempunyai hubungan khas yang sering dikenal dengan klimatologi pertanian. Hubungan yang khas itu dapat dilihat dari pengaruh ketinggian tempat, vegetasi alam dan jenis tanaman yang cocok untuk ditanam, serta waktu yang tepat untuk penanaman suatu komoditi. Hubungan yang lebih luas antara cuaca dan pertanian tercakup didalamnya lama musim pertanaman. Perubahan iklim akan menyebabkan: (1) seluruh wilayah Indonesia mengalami kenaikan suhu udara, dengan laju yang lebih rendah dibanding wilayah subtropis; (2) wilayah selatan Indonesia mengalami penurunan curah hujan, sedangkan wilayah utara akan mengalami peningkatan curah hujan.

3. Rangkuman

- a. Hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh, dan biasanya tiba di daratan.
- b. Hujan/presipitasi adalah jatuhnya tetesan-tetesan air atau kristal-kristal es yang sampai ke permukaan bumi.
- c. Hujan buatan bertujuan untuk membantu pengadaan air bagi petani yang menanam padi pada sawah tadah hujan, atau tujuan lain yang dianggap sangat penting, seperti pada daerah pertambangan.
- d. Data hujan adalah informasi mengenai keadaan hujan yang sangat penting artinya bagi dunia pertanian. Hujan sebagai salah satu yang mempengaruhi

cuaca mempunyai hubungan khas yang sering dikenal dengan klimatologi pertanian.

4. Soal Latihan

- 1) Jelaskan pengertian presipitasi dan proses terjadinya presipitasi
- 2) Jelaskan jenis-jenis presipitasi berdasarkan wujudnya
- 3) Jelaskan tujuan dari hujan buatan
- 4) Jelaskan apa yang dimaksud dengan curah hujan, intensitas hujan, dan distribusi hujan

5. Kunci Jawaban

- 1) Presipitasi adalah jatuhnya tetesan-tetesan air atau kristal-kristal es yang sampai ke permukaan bumi, sedangkan proses terjadinya presipitasi diawali ketika sejumlah uap air di atmosfer bergerak ke tempat yang lebih tinggi oleh adanya beda tekanan uap air. Uap air yang bergerak ke tempat yang lebih tinggi (dengan suhu udara menjadi lebih rendah) tersebut pada ketinggian tertentu akan mengalami penjumlahan dan apabila hal ini diikuti dengan terjadinya kondensasi, maka uap air tersebut akan berubah bentuk menjadi butiran-butiran air hujan.
- 2) Jenis-jenis presipitasi berdasarkan wujudnya, yaitu:
 - Hujan air, butir-butir air hujan ini berasal dari proses kondensasi di atmosfer secara sempurna (butir-butir sudah mampu ditarik oleh gravitasi bumi).
 - Hujan salju, dapat terjadi karena adanya proses sublimasi dari uap air pada temperatur di bawah titik beku.
 - Hujan es, dapat terjadi jika ada hujan guntur dari tipe awan yang naik secara vertikal yaitu awan cumulusnimbus.
- 3) Hujan buatan bertujuan untuk membantu pengadaan air bagi petani untuk mencukupi kebutuhan air tanaman terutama pada sawah tadah hujan.

- 4) Penjelasan tentang curah hujan, intensitas hujan, dan distribusi hujan, yaitu:
- Pengertian curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu.
 - Intensitas curah hujan, adalah jumlah atau besarnya curah hujan yang jatuh dalam suatu waktu yang relatif singkat, misalnya 15 menit, 30 menit, 2 jam. Biasanya dalam mm/jam atau inchi/jam.
 - Distribusi hujan, adalah penyebaran hujan baik harian, bulanan, maupun tahunan.

6. Sumber Informasi dan Referensi

- Anonimos. <http://wong168.files.wordpress.com/2018/07/gambar-siklus-hidrologi-15-juli-2018.png>. Gambar siklus hidrologi (15 Juli 2018).
- Arsyad, S, 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor.
- Bahrin Samad dan Husainy Azhary. 1980. Iklim dan Pengairan., CV Yasaguna. , Yogyakarta.
- Chay Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta.
- Davie T., 2008, Fundamentals of Hydrology, London and New York, Routledge
- Hadisusanto, N. 2011. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.
- Kartasapoetra, A. G., Sutedjo M, M dan E. Pollein. 2010. Teknologi Pengairan Pertanian (Irigasi), Bumi Aksara. Jakarta
- Linsley et al., 1975, Applied Hydrology
- Robiyanto H.S. dan Rahmad H.P. 1998. Hidrologi dan Pengendalian Jumlah Air. Terjemahan dari: Hydrology and Water Quantity Control (Martin P.W). Pusat Penelitian Manajemen Air dan Lahan. Unsri. Palembang.
- Seyhan E., 1977, Fundamentals of Hydrology, Nederland, Geografisch Institut der Rijksuniversiteit te Utrecht, Universiteitscentrum "De Uithof" Transitorium II Heidelberglaan.

Sharma, P.K. and S.K. De Data. 1985. Effects of Puddling on Soil Physical Properties and Processes. p. 217-234. In IRRI (1985).

Suyono, Adji T.N., Widyastuti M., 2011, Geografi Fisik (Hidrologi), Yogyakarta, Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi UGM.

Suyono Sosrosudarsono dan Kensaku Takeda. 1999. Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

Takeda, Kensaku. 2005. Hidrologi Pertanian. PT. Pratyta Utama, Bogor.

Todd D.K., 1980, Groundwater Hydrology, New York, John Wiley & Sons.

C. Penilaian

1. Sikap

LEMBAR PENGAMATAN PENILAIAN SIKAP

PENILAIAN OBSERVASI

Rubrik:

Indikator sikap aktif dalam pembelajaran:

1. Kurang baik *jika* menunjukkan sama sekali tidak ambil bagian dalam pembelajaran
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ambil bagian dalam menyelesaikan tugas kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten

Indikator sikap bekerjasama dalam kegiatan kelompok.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak berusaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok.

2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan adanya usaha bekerjasama dalam kegiatan kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

Indikator sikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif secara terus menerus dan ajeg/konsisten

Bubuhkan tanda v pada kolom-kolom sesuai hasil pengamatan.

No	Nama Mahasiswa	Sikap																			
		Tanggung Jawab				Jujur				Peduli				Kerjasama				Santun			
		K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					

No	Nama Mahasiswa	Sikap															
		Tanggung Jawab				Jujur				Peduli				Kerjasama			
		K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
...																	

K : Kurang C: Cukup B: Baik SB : Sangat Baik

Rekapitulasi Penilaian Sikap – Observasi

NO	Nama Mahasiswa	SIKAP							Skor Rata-rata
		Tanggung Jawab	Jujur	Pedul	Kerja Sama	Santun	Percaya Diri	Disiplin	
1									
2									
...									

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Praktikum

Mata Kuliah :

Semester/Kelas :

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku ilmiah disiplin, tanggung jawab, jujur, teliti dalam melakukan percobaan

No	Nama Mahasiswa	Disiplin	Tanggung Jawab	Kerjasama	Teliti	Kreatif	Peduli Lingkungan	Keterangan
1								
2								
...								

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Diskusi						
Mata Kuliah	:					
Semester/Kelas	:					
Topik/Subtopik	:					
Indikator	: Peserta didik menunjukkan perilaku kerja sama, santun, toleran, responsif dan proaktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.					
No	Nama Mahasiswa	Kerja sama	Rasa Ingin Tahu	Santun	Komunikatif	Keterangan
1						
2						
'''						
Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut. 4 = sangat baik 3 = baik 2 = cukup 1 = kurang						

LEMBAR PENILAIAN SIKAP-JURNAL

Nama Mahasiswa :

Semester/Kelas :

No.	Hari/Tanggal	Sikap/Perilaku		Keterangan
		Positif	Negatif	

Kesimpulan :

.....

2. Pengetahuan

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN TERTULIS

(Bentuk Uraian)

Soal Tes Uraian

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Kunci Jawaban Soal Uraian dan Pedoman Penskoran

Alternatif jawaban	Penyelesaian	Skor
1		2
2		2
3		2
4		2
5		2
	Jumlah	10

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{5} \times 10$$

Penilaian Pengetahuan - Tes Tulis Uraian	
Topik	:
Indikator	:
Soal	:
	a.
	b.
Jawaban	:
	a.
	b.

Pedoman Penskoran

No	Jawaban	Skor
a.		
b.		
Skor maksimal		

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (ANALISIS)- TES TERTULIS

NO	NAMA MAHASISWA	ESSAY					SKOR		NILAI
		01	02	03	04	05	PG	E	
1									
2									
3									
4									
5									
...									

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

Observasi terhadap Diskusi Tanya Jawab dan Percakapan

Semester/Kelas :

No	Nama Mahasiswa	Pernyataan							
		Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran Konsep		Ketepatan penggunaan istilah		Dan lain sebagainya	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1									
2									
3									
...									

Penilaian pengetahuan - Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Per- cakapan								
Nama Maha- siswa	Pernyataan						Jumlah	
	Pengungkapan ga- gasan yang orisinil		Kebenaran kon- sep		Ketepatan penggunaan istilah			
	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK
....								
....								
....								

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

PENILAIAN PENUGASAN

Penilaian Pengetahuan – Penugasan	
Mengidentifikasi	
Tugas :	Menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja .....secara tertulis dengan berbagai media.
Indikator :	membuat laporan hasil percobaan cara kerja
Langkah Tugas :	
1.	Lakukan observasi ke atau tempat lainnya untuk mendapatkan informasi mengenai
2.	Datalah yang kamu dapatkan dalam bentuk tabel yang berisi ,
3.	Diskusikan hasil observasi yang kamu lakukan beersama teman-temanmu untuk menjawab pertanyaan berikut: a. Jenis .....apa yang paling banyak kamu temukan di ? b. Bagaimana yang terjadi? c. Keuntungan apa yang diperoleh dalam kehidupan?
4.	Tuliskan hasil kegiatanmu dalam bentuk laporan dan dikumpulkan serta dipresentasikan pada kegiatan pembelajaran berikutnya

Rubrik Penilaian

No.	Kriteria	Kelompok								
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Kesesuaian dengan konsep dan prinsip mata kuliah									
2	Ketepatan memilih bahan									
3	Kreativitas									
4	Ketepatan waktu pengumpulan tugas									
5	Kerapihan hasil									
	Jumlah skor									

Keterangan: 4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = cukup baik, 1 = kurang baik

Nilai Perolehan =

3. Keterampilan

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - UNJUK KERJA

Pekerjaan :

-
-
-
-

Tabel : Rubrik Penilaian Unjuk Kerja

Tingkat	Kriteria
4	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar, sesuai dengan prosedur operasi dan penerapan konsep yang berhubungan dengan tugas ini
3	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar tetapi ada cara yang tidak sesuai atau ada satu jawaban salah. Sedikit kesalahan perhitungan dapat diterima

Tingkat	Kriteria
2	Jawaban menunjukkan keterbatasan atau kurang memahami masalah yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Ada jawaban yang benar dan sesuai dengan prosedur, dan ada jawaban tidak sesuai dengan permasalahan yang ditanyakan.
1	Jawaban hanya menunjukkan sedikit atau sama sekali tidak ada pengetahuan bahasa Inggris yang berhubungan dengan masalah ini. Ciri-ciri: Semua jawaban salah, atau Jawaban benar tetapi tidak diperoleh melalui prosedur yang benar.
0	Tidak ada jawaban atau lembar kerja kosong

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN- UNJUK KERJA

Semester/Kelas :

No	Nama Mahasiswa	Tingkat				Nilai	Ket.
		4	3	2	1		
1.							
2.							
3.							
...							

Lembar Pengamatan Penilaian Keterampilan - Unjuk Kerja/Kinerja/Praktik					
Topik	:				
KI	:				
KD	:				
Indikator	:				
No	Nama Mahasiswa	Persiapan Praktik	Pelaksanaan Praktik	Kegiatan Akhir Praktik	Jumlah Skor
1					
2					
....					
....					

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Persiapan Praktik (Menyiapkan alat Bahan)	30	- Alat-alat tertata rapih sesuai dengan kebutuhannya - Bahan-bahan yang digunakan tersusun dengan benar dan tepat - Kerapihan dan penggunaan Bahan-bahan tersedia di tempat yang sudah ditentukan.
		20	Ada 2 aspek yang tersedia
		10	Ada 1 aspek yang tersedia
2	Pelaksanaan Percobaan	30	- Menggunakan alat dengan tepat - Membuat barang yang diperlukan dengan tepat - Menuangkan / menambahkan bahan yang tepat - Mengamati hasil praktek dengan tepat
3	Kegiatan akhir praktikum	20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia
		30	- Membuang barang tak terpakai atau sampah ketempatnya - Membersihkan alat dengan baik - Membersihkan meja - Mengembalikan barang kelas ke tempat semula
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - PROYEK

Proyek :

-
-
-
-

Orientasi Masalah:

Bentuklah tim kelompokmu, kemudian pergilah ke yang ada dimu. Ambil bahan amatan yang digunakan untuk terhadap antara terhadapyang berada di, lakukan pengamatan berulang-ulang sehingga kamu menemukanyang antara dengan tersebut!

Langkah-langkah Pengerjaan:

1. Kerjakan tugas ini secara kelompok. Anggota tiap kelompok paling banyak 4 orang.
2. Selesaikan masalah terkait
3. Cari data dengan tersebut
4. Bandingkan untuk mencari umum jumlahpertahun
5. Lakukan prediksi dengan tersebut
6. Hasil pemecahan masalah dibuat dalam laporan tertulis tentang kegiatan yang dilakukan yang meliputi perencanaan, pelaksanaan pemecahan masalah, dan pelaporan hasil pemecahan masalah
7. Laporan bagian perencanaan meliputi: (a) tujuan kegiatan, (b) persiapan/strategi untuk pemecahan masalah
8. Laporan bagian pelaksanaan meliputi: (a) pengumpulan data, (b) proses pemecahan masalah, dan (c) penyajian data hasil
9. Laporan bagian pelaporan hasil meliputi: (a) kesimpulan akhir, (b) pengembangan hasil pada masalah lain (jika memungkinkan)
10. Laporan dikumpulkan paling lambat minggu setelah tugas ini diberikan.

Rubrik Penilaian Proyek:

Kriteria	Skor
- Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok sangat baik	4
- Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok sangat baik	3
- Jawaban benar tetapi kurang sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang kurang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data kurang berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang kurang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok baik	2

Kriteria	Skor
- Jawaban tidak benar - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang tidak jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data tidak berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang tidak sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok kurang baik	1
Tidak melakukan tugas proyek	0

Penilaian Keterampilan – Proyek		
Mata Kuliah	:	Dosen Pembimbing :
Nama Proyek	:	Nama :
Alokasi Waktu	:	Kelas :
No	Aspek	Skor (1 – 5)
1	PERENCANAAN : a. Rancangan Alat - Alat dan bahan - Gambar rancangan/desain b. Uraian cara menggunakan alat dan prosedur penggunaan	
2	PELAKSANAAN : a. Keakuratan Sumber Data / Informasi b. Kuantitas dan kualitas Sumber Data c. Analisis Data d. Penarikan Kesimpulan	

No	Aspek	Skor (1 – 5)
3	LAPORAN PROYEK : a. Sistematika Laporan b. Performans c. Presentasi	
Total Skor		

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN

PENILAIAN PRODUK

Nama Produk :

Nama Mahasiswa :

No	Aspek	Skor			
1	Perencanaan Bahan	1	2	3	4
2	Proses Pembuatan a. Persiapan Alat dan Bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keamanan, Keselamatan, dan Kebersihan) d. Menggunakan 3M (murah, Mudah, Modifikasi)				
3	Hasil Produk a. Bentuk Fisik b. Bahan c. Warna d.				
Total Skor					

- Aspek yang dinilai disesuaikan dengan jenis produk yang dibuat
- Skor diberikan tergantung dari ketepatan dan kelengkapan jawaban yang diberikan. Semakin lengkap dan tepat jawaban, semakin tinggi perolehan skor.

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN

PENILAIAN PORTOFOLIO

Tugas

-
-
-
-

Rubrik Penilaian

Nama mahasiswa :

Kelas :

No	Kategori	Skor	Alasan
1.	Apakah portofolio lengkap dan sesuai dengan rencana?		
2.	Apakah lembar isian dan lembar kuesioner yang dibuat sesuai?		
3.	Apakah terdapat uraian tentang prosedur pengukuran/pengamatan yang dilakukan?		
4.	Apakah isian hasil pengukuran/pengamatan dilakukan secara benar?		
5.	Apakah data dan fakta yang disajikan akurat?		
6.	Apakah interpretasi dan kesimpulan yang dibuat logis?		
7.	Apakah tulisan dan diagram disajikan secara menarik?		
8.	Apakah bahasa yang digunakan untuk menginterpretasikan lugas, sederhana, runtut dan sesuai dengan kaidah EYD?		
Jumlah			

Kriteria: 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = cukup, 2 = kurang, dan 1 = sangat kurang

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{40}$$

Penilaian Keterampilan – Produk		
Mata Pelajaran	:	Nama Mahasiswa :
Nama Produk	:	Kelas :
Alokasi Waktu	:	
No	Aspek	Skor (1 – 5)
1	Tahap Perencanaan Bahan	
2	Tahap Proses Pembuatan : a. Persiapan alat dan bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan)	
3	Tahap Akhir (Hasil Produk) a. Bentuk fisik b. Inovasi(3 M)	
Total Skor		

Penilaian Keterampilan – Portofolio	
Mata Kuliah	:
Semester/Kelas	:
Tahun Ajaran	:
Judul portofolio	: Pelaporan merancang /perakitan alat praktik dan Penyusunan laporan praktik
Tujuan	: Peserta didik dapat merancang/merakit alat dan menyusun laporan praktik matakuliah sebagai tulisan ilmiah
Ruang lingkup	: Karya portofolio yang dikumpulkan adalah laporan seluruh hasil rancangan/rakit-an alat dan laporan praktikum bidang studi semester
Uraian tugas portofolio	
1. Buatlah laporan kegiatan merancang/merakit alat, laporan praktikum matakuliah sebagai tulisan ilmiah	
2. Setiap laporan dikumpulkan selambat-lambatnya seminggu setelah mahasiswa melaksanakan tugas	

Penilaian Portofolio Penyusunan Laporan Perancangan Percobaan dan Laporan Praktik							
Mata Kuliah :							
Alokasi Waktu :							
Sampel yang dikumpulkan : Laporan							
Nama Mahasiswa :							
Semester/Kelas :							
No	Indikator	Periode	Aspek yang dinilai				Catatan / Nilai
			Kebe- naran Konsep	Keleng- kapan gagasan	Siste- matika	Tata Bahasa	
1	....	....					
2	Menyusun laporan perancangan percobaan						
3	Menyusun laporan praktik						
4	....	....					
Rubrik Penilaian portofolio Laporan Praktikum							
No	Komponen	Skor					
1	Kebenaran Konsep	Skor 25 jika seluruh konsep bidang studi pada laporan benar Skor 15 jika sebagian konsep bidang studi pada laporan benar Skor 5 jika semua konsep bidang studi pada laporan salah					
2	Kelengkapan gagasan	Skor 25 jika kelengkapan gagasan sesuai konsep Skor 15 jika kelengkapan gagasan kurang sesuai konsep Skor 5 jika kelengkapan gagasan tidak sesuai konsep					

No	Komponen	Skor
3	Sistematika	Skor 25 jika sistematika laporan sesuai aturan yang disepakati Skor 15 jika sistematika laporan kurang sesuai aturan yang disepakati Skor 5 jika sistematika laporan tidak sesuai aturan yang disepakati
4	Tatabahasa	Skor 25 jika tatabahasa laporan sesuai aturan Skor 15 jika tatabahasa laporan kurang sesuai aturan Skor 5 jika tatabahasa laporan tidak sesuai aturan

Keterangan:

Skor maksimal = jumlah komponen yang dinilai x 25 = 4 x 25 = 100

$$\text{Nilai portofolio} = \text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 4$$

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan karya ilmiah.)

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan dan menulis surat.)
JUDUL

Kegiatan Pembelajaran 4:

4. AIR TANAH

A. Deskripsi

Pada bab ini akan dibahas tentang “Air Tanah” yang menguraikan tentang keberadaan air di dalam tanah, pergerakan air tanah, dan kualitas air tanah.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Dengan mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mengerti tentang keberadaan air di dalam tanah, pergerakan air tanah, dan kualitas air tanah. Adapun sebaran dari tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Menjelaskan tentang air tanah dan air bawah tanah
- b) Menjelaskan tentang permukaan air tanah
- c) Menjelaskan tentang pergerakan air tanah
- d) Menjelaskan tentang kualitas air tanah

2. Uraian Materi

a. Air Tanah dan Air Bawah Tanah

Air di alam mengalami proses (gerakan) yang dikenal dengan Siklus hidrologi, siklus hidrologi ini meliputi beberapa proses yaitu: 1. Evaporasi, 2. Transpirasi, 3. Kondensasi, 4. Presipitasi, 5. Infiltrasi, 6. Perkolasi. Input dalam siklus ini adalah curah hujan yang didistribusikan melalui *throughfall* (air lolos tajuk tanaman), aliran batang (*stemflow*) atau air hujan yang langsung ke tanah dan kemudian menjadi aliran permukaan, evaporasi dan transpirasi.

1) Air Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat pada solum tanah di daerah aerasi atau zona tidak jenuh. Ketersediaan air tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, hal ini sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah antara lain: tekstur tanah, pori tanah, bahan organik dan lain lain. Pendapat

beberapa ahli, menyatakan bahwa status air dalam tanah selalu berada pada posisi titik keseimbangan.

Menurut Tood, (1960), air tanah dapat ditampung pada beberapa bagian wilayah (zona), yaitu:

- (a) Zona air tanah: bermula dari permukaan tanah dan berkembang ke dalam tanah melalui akar tanaman. Kedalaman yang dicapai tergantung tipe tanah dan vegetasi. Zona ini dapat diklasifikasikan menjadi zona air higroskopis, yaitu air yang langsung diserap dari udara di atas permukaan tanah; air kapiler dan air gravitasi, yaitu air yg bergerak ke dalam tanah karena gaya gravitasi bumi.
- (b) Zona pertengahan (*intermediate zone*): zona ini terletak antara permukaan tanah dan permukaan air tanah dan merupakan daerah infiltrasi.
- (c) Zona kapiler (*capillary zone*): zona ini terbentang dari permukaan air tanah ke atas sampai ketinggian yang dapat dicapai oleh gerakan air kapiler.
- (d) Zona jenuh (*saturated zone*). Zona yang terletak di atas lapisan kedap air dan semua pori-pori tanahnya terisi oleh air.

Air gravitasi, air yang bergerak ke lapisan lebih dalam karena gaya gravitasi atau bergerak pada zona jenuh. Air ini dibedakan menjadi: 1) *Capillary gravitation water*: yaitu air yang bergerak karena pengaruh gaya berat dan kapiler 2) *Downward gravitation water*: yaitu air yang bergerak melalui pori-pori non kapiler dan menuju ke air bawah tanah.

Air Tanah di sekitar kita (di permukaan tanah), terdapat adanya air sumur, sungai, danau, rawa dan lain-lain. Sebenarnya di bawah permukaan tanah terdapat kumpulan air yang mempersatukan kumpulan air yang ada di permukaan. Kumpulan air inilah yang disebut air tanah. Menurut letaknya, air tanah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- (a) Air tanah permukaan (freatik) dan air tanah dalam. Air tanah permukaan (freatik) adalah air tanah yang terdapat di atas lapisan tanah/batuan yang tidak tembus air (*impermeable*). Air yang ada di sumur-sumur, sungai, danau dan rawa termasuk jenis ini.
- (b) Air tanah dalam, adalah air tanah yang terdapat di bawah lapisan tanah/batuan yang tidak tembus air (*impermeable*). Untuk memperoleh air tanah

jenis ini harus dilakukan pengeboran. Sumur bor atau artesis merupakan salah satu contoh sumur yang airnya berasal dari air tanah dalam.

Uap air (*water vapour*) adalah air dalam keadaan sebagai uap dalam pori-pori tanah. Air tanah dapat diklasifikasikan dalam beberapa definisi antara lain yaitu:

- (a) Air osmotik: Air yang terpengaruh gaya osmotik dan banyak terdapat dalam sel-sel jasad hidup.
- (b) Air higroskopik: air yang terdapat pada permukaan partikel tanah dan diikat kuat karena gaya permukaan.
- (c) Air tersier: air yang terikat karena gaya kapiler pada pori-pori tanah dan berhubungan dengan air bawah tanah.
- (d) Held water atau (*half wasser*) yaitu air yang berada pada partikel tanah dengan tegangan permukaan tanah pada tekanan normal dan dapat bergerak tidak bersatu dengan air tanah lainnya atau air bawah tanah.

2) Wilayah air tanah

Menurut asalnya air tanah dapat dibedakan menjadi air tanah yang berasal dari atmosfer (angkasa) dan air tanah yang berasal dari dalam perut bumi. Air tanah yang berasal dari atmosfer disebut *meteoric water*, yaitu air tanah berasal dari hujan dan pencairan salju. Air tanah yang berasal dari dalam bumi misalnya air tanah turbir (yaitu air tanah yang tersimpan di dalam batuan sedimen) dan air tanah juvenil yaitu air tanah yang naik dari magma bila gas-gasnya dibebaskan melalui mata air panas. Ada 4 wilayah air tanah yaitu:

- (a) Wilayah yang masih terpengaruh udara. Pada bagian teratas dari permukaan bumi terdapat lapisan tanah yang mengandung air. Karena pengaruh gaya berat (gravitasi), air di wilayah ini akan bebas bergerak ke bawah. Tumbuh-tumbuhan memanfaatkan air pada lapisan ini untuk menopang kelangsungan hidupnya.
- (b) Wilayah jenuh air. Wilayah inilah yang disebut dengan wilayah kedalaman sumur. Kedalaman wilayah ini tergantung pada topografi, jenis tanah dan musim.

(c) Wilayah kapiler udara. Wilayah ini merupakan peralihan antara wilayah terpengaruh udara dengan wilayah jenuh air. Air tanahnya diperoleh dari proses kapilerisasi (perembesan naik) dari wilayah jenuh air.

(d) Wilayah air dalam. Wilayah ini berisikan air yang terdapat di bawah tanah/ batuan yang tidak tembus air.

b. Air Bawah Tanah (ABT, *Ground Water*)

Air Bawah Tanah (*ABT, ground water*) adalah air yang mengisi pori tanah dan/ atau batuan serta bertekanan sama dengan atmosfer atau dapat dikatakan semua air yang terdapat di bawah permukaan ABT (*groundwater table*) dan pada zona jenuh. Secara umum, 97% sumber air tawar yang berada di bumi adalah air tanah. Air tanah ditemukan hampir di semua tempat di bumi, walaupun di daerah paling kering seperti padang pasir ataupun di bawah tanah yang membeku karena tertutup lapisan salju atau es. Air bawah tanah berasal dari air hujan, air tersekap (*connate water*) dan air magma. **Asal usul ABT dapat dikemukakan berdasarkan beberapa teori, di antaranya:**

(1) Teori Infiltrasi: ABT berasal dari air hujan yang jatuh ke tanah (air tanah) terus masuk sebagai air infiltrasi setelah jenuh atau pori terisi air maka air terus ke bawah sebagai air perkolasi untuk kemudian menjadi air bawah tanah.

(2) Teori Air Juvenil: air bawah tanah yang terbentuk berasal dari magma yg telah mengalami berbagai proses yang belum dapat diterangkan secara jelas. ABT dibagi 2 (dua), yaitu air magmatik dan air vulkanik.

(3) Teori *Connate Water*: ABT berasal dari formasi batuan endapan di bawah laut yang lambat laun terangkat ke permukaan air laut. Air yang tersimpan dan terbawa dalam formasi batuan tersebut akan menjadi ABT.

(4) Teori Kondensasi: ABT sebagian besar berasal dari uap air di udara yang berkondensasi dan beredar melalui rongga atau retakan batuan. Awan yang terbawa udara dalam memasuki rongga atau retakan dapat mengalami pengembunan dan akan mencair yang kemudian menjadi ABT.

Air bawah tanah (ABT) dapat berada dalam beberapa kondisi sebagai berikut:

(1) Lapisan permeabel dan lapisan impermeabel, merupakan lapisan yang dapat dilalui dengan mudah oleh ABT seperti pasir/kerikil disebut lapisan permeabel. Lapisan yang sulit dilalui ABT seperti lapisan liat atau debu lapisan kedap air (*aquiclude*) dan lapisan yang menahan air seperti batuan disebut lapisan kedap air (*aquifuge*). Keduanya disebut impermeabel. Lapisan permeabel yang jenuh dgn ABT di atasnya disebut juga *Aquifer*.

(2) **Air bebas dan air terkekang (*free water dan confined*).** ABT dalam akuifer yang tertutup dengan lapisan impermeabel mendapat tekanan disebut air terkekang. ABT dalam akuifer yang tidak tertutup dengan lapisan impermeabel disebut ABT bebas atau air tidak terkekang. Permukaan ABT di dalam sumur dari ABT dari akuifer adalah Permukaan air terkekang. Jadi permukaan air bebas adalah batas antara zona jenuh (ABT) dan zona aerasi (zona tidak Jenuh/air tanah).

c. Air Bawah Tanah Tumpang (*Perched Groundwater*)

Air bawah tanah tumpang (*Perched groundwater*) dapat terjadi dimana pada lapisan impermeabel dapat terbentuk dalam zona aerasi dan ABT yang terbentuk di atasnya disebut ABT Tumpang. Air tumpang tidak dapat dijadikan sebagai sumber usaha pengembangan air tanah karena mempunyai permukaan air yang bervariasi dan volume tidak besar. Beberapa keadaan yang menyebabkan tekanan pada ABT akan mengakibatkan variasi kedalaman ABT, seperti faktor musiman, perubahan pada aliran sungai, evapotranspirasi, perubahan tekanan atmosfer, angin, pasang surut, penampungan/rembesan, serta gempa bumi.

Fluktuasi tinggi muka ABT secara alamiah akan seimbang dengan tinggi muka air, juga mengalami fluktuasi karena adanya kegiatan pengambilan air tanah dan adanya pasokan air tanah di daerah resapan, fluktuasi juga dapat terjadi akibat adanya perubahan atau pergantian musim. Persamaan keseimbangan ABT adalah sama dengan semua bentuk pengisian seperti rembesan dari sungai dan lain lain merupakan perubahan cadangan air bawah tanah.

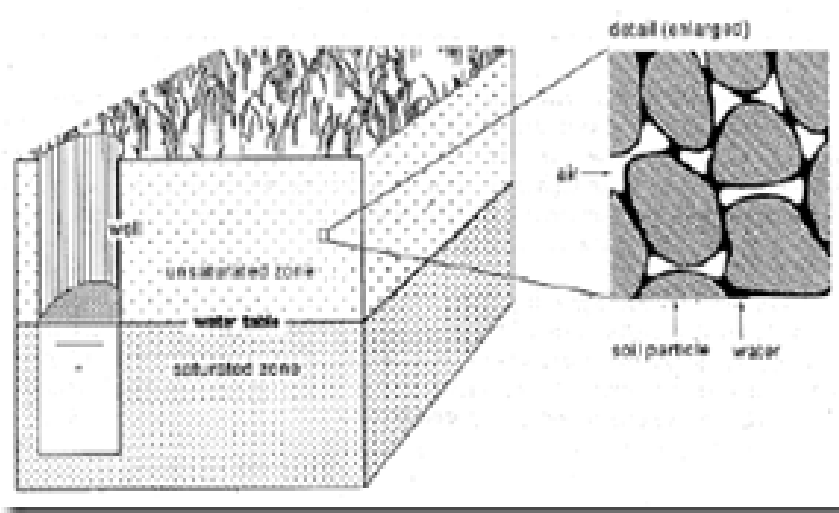
Aliran ABT adalah air bawah tanah yang bergerak menuju saluran secara lateral

dan lambat melalui daerah yang jenuh air. Air ini dapat mencapai saluran setelah beberapa hari, minggu atau bulan. Aliran ABT didasari oleh hukum Darcy dan konduktivitas hidraulik serta kompresibilitas dan tegangan efektif.

Potensi dan pemanfaatan ABT umumnya dilakukan dengan membuat sumur, baik sumur biasa maupun sumur artesis. Ketersediaan air sumur tidak akan cepat habis apabila sumur dibuat pada ABT bebas dan debit pemanfaatannya tidak melebihi debit sumur yang dibuat. Debit sumur dapat dihitung sesuai dengan ketebalan akuifer.

d. Permukaan Air Tanah

Permukaan air tanah adalah batas atas dari air tanah. Hal ini didefinisikan sebagai tempat dimana titik tekanan air di tanah sama dengan tekanan atmosfer. Di bawah permukaan air tanah, semua pori-pori tanah terisi oleh air, al ini dikenal sebagai zona jenuh seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Permukaan air tanah

Umumnya aliran air tanah yang menuju saluran pembuangan terjadi pada zona jenuh. Di atas permukaan air, ada zona di mana pori-pori tanah diisi sebagian oleh air dan sebagian udara, dan zona tersebut merupakan zona tak jenuh. Air di zona tak jenuh berasal dari hujan atau air irigasi yang telah masuk ke dalam tanah, dan yang berasal dari kenaikan kapiler air tanah. Zona tak jenuh sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Pada zona ini akar tanaman mengambil air dari dalam tanah.

Tinggi permukaan air selalu berubah seiring dengan waktu, setelah irigasi atau terjadi hujan akan terjadi kenaikan permukaan air dan diikuti oleh penurunan bertahap karena aliran air menuju sistem drainase. Ketinggian permukaan air perlu diukur adalah untuk mengetahui ketinggian permukaan air tertinggi (maksimum), rata-rata dan minimum atau terendah setiap tahunnya. Ketinggian permukaan air tanah selalu berubah akibat adanya pengisian kembali air tanah oleh hujan atau irigasi.

Dengan alasan ini, maka pengukuran tinggi permukaan air tanah harus dilakukan pada interval yang sering, setidaknya untuk jangka waktu satu tahun. Interval antara pembacaan tidak boleh melebihi satu bulan, tetapi dua minggu mungkin lebih baik. Semua pengukuran tinggi permukaan air tanah di daerah yang akan didrainase harus dilakukan sedini mungkin, dan dilakukan selama rentang waktu sesingkat mungkin sehingga gambaran yang lengkap dari permukaan air dalam rentang waktu itu dapat diperoleh.

e. Kualitas Air Tanah

Pertimbangan kualitas air tanah secara kimia, yaitu air yang baik adalah air dimana tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain air raksa (Hg), aluminium (Al), Arsen (As), barium (Ba), besi (Fe), flourida (F), kalsium (Ca), derajat kemasaman (pH), dan zat kimia lainnya. Sedangkan kualitas secara mikrobiologi air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari seharusnya bebas dari bakteri patogen seperti bakteri golongan *Coli*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens* yang merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri pathogen.

Kualitas air secara mikrobiologi bebas dari total mikroba, total *Coli*, total *Coli* tinja, *Salmonella*, *Clostridium perfringens* dan lain-lain. Secara laboratoris total *Coli* digunakan sebagai indikator adanya pencemaran air bersih oleh tinja, tanah atau sumber alamiah lainnya. Sedangkan *Coli* tinja digunakan sebagai indikator adanya pencemaran air bersih oleh tinja manusia atau hewan. Berdasarkan jumlah bakteri *Coliform* yang terkandung dalam 100 cc sampel air (*Most Probable Number/MPN*). Kondisi air tanah dapat dibagi ke dalam beberapa golongan, yaitu:

- (1) Air tanpa pengotoran; mata air (artesis) bebas dari kontaminasi bakteri *Coliform* dan patogen atau zat kimia beracun.
 - (2) Air yang sudah mengalami proses desinfeksi; MPN < 50/100 cc.
 - (3) Air dengan penjernihan lengkap; MPN < 5000/100 cc.
 - (4) Air dengan penjernihan tidak lengkap; MPN > 5000/100 cc.
 - (5) Air dengan penjernihan khusus (*water purification*); MPN > 250.000/100 cc.
- MPN yaitu jumlah perkiraan terdekat dari bakteri *Coliform* dalam 100 cc air.

Bakteri patogen yang terdapat pada air tersebut dapat membentuk toksin (racun) setelah periode laten yang singkat yaitu beberapa jam. Keberadaan bakteri *Coliform* yang banyak ditemui di kotoran manusia dan hewan menunjukkan kualitas sanitasi yang rendah dalam proses pengadaan air. Makin tinggi tingkat kontaminasi bakteri *Coliform*, makin tinggi pula risiko kehadiran bakteri patogen, seperti bakteri *Shigella* (penyebab muntaber), *Salmonella typhosa* (penyebab tipus), kolera, dan disentri.

Sedangkan dari bahan radioaktivitas, yang perlu diperhatikan adalah Strontium-90, Radium-226 dan aktivitas β total. Air yang digunakan pada waktu menyiapkan bahan baku harus sesuai dengan standar mutu, supaya menghasilkan mutu produk pangan yang baik. Air yang jernih belum tentu memenuhi persyaratan yang dibutuhkan dalam industri pangan. Oleh karenanya perlu dilakukan pengujian terhadap air yang akan digunakan.

Pengujian terhadap kualitas air dapat dilakukan dengan uji fisik, kimiawi, biologis, dan organoleptik. Pemerintah telah menetapkan standar mutu yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam menentukan kualitas air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/PERMENKES/PER/X/ 1990 telah ditetapkan persyaratan kualitas air bersih.

3. Rangkuman

- a. Air tanah adalah air yang terdapat pada solum tanah di daerah aerasi atau zona tidak jenuh.

- b. Air Bawah Tanah (ABT, *ground water*) adalah air yang mengisi pori tanah dan/atau batuan serta bertekanan sama dengan atmosfer.
- c. Menurut asalnya air tanah dapat dibedakan menjadi air tanah yang berasal dari atmosfer (angkasa) dan air tanah yang berasal dari dalam perut bumi.
- d. Kualitas air tanah secara kimia, yaitu air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain air raksa (Hg), alumunium (Al), Arsen (As), barium (Ba), besi (Fe), Flourida (F), Kalsium (Ca), derajat keasaman (pH), dan zat kimia lainnya. Sedangkan secara mikrobiologi air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari bebas dari bakteri patogen seperti bakteri golongan *Coli*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens* yang merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri pathogen.

4. Soal Latihan

- a. Jelaskan pengertian air tanah dan air bawah tanah
- b. Jelaskan pengertian permukaan air tanah
- c. Jelaskan pengertian dan parameter kualitas air tanah.

5. Kunci Jawaban

- a. Air tanah adalah air yang terdapat pada solum tanah di daerah aerasi atau zona tidak jenuh, sedangkan air bawah tanah adalah air yang mengisi pori tanah dan/atau batuan serta bertekanan sama dengan atmosfer.
- b. Permukaan air tanah adalah batas atas dari air tanah.
- c. kualitas air tanah secara kimia, yaitu air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan, dengan parameter bebas bebas dari cemaran air raksa (Hg), alumunium (Al), Arsen (As), barium (Ba), besi (Fe), Flourida (F), Kalsium (Ca), derajat kemasaman (pH), dan zat kimia lainnya. Sedangkan secara mikrobiologi air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari bebas dari bakteri patogen, dengan parameter bebas dari bakteri golongan *Coli*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens* yang merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri pathogen.

6. Sumber Informasi dan Referensi

- Anonimos. <http://wong168.files.wordpress.com/2018/07/gambar-siklus-hidrologi-15-juli-2018.png>. Gambar siklus hidrologi (15 Juli 2018).
- Arsyad, S, 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor.
- Bahrin Samad dan Husainy Azhary. 1980. Iklim dan Pengairan., CV Yasaguna. , Yogyakarta.
- Chay Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta.
- Davie T., 2008, Fundamentals of Hydrology, London and New York, Routledge
- Hadisusanto, N. 2011. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.
- Kartasapoetra, A. G., Sutedjo M, M dan E. Pollein. 2010. Teknologi Pengairan Pertanian (Irigasi), Bumi Aksara. Jakarta
- Linsley et al., 1975, Applied Hydrology
- Robiyanto H.S. dan Rahmad H.P. 1998. Hidrologi dan Pengendalian Jumlah Air. Terjemahan dari: Hydrology and Water Quantity Control (Martin P.W). Pusat Penelitian Manajemen Air dan Lahan. Unsri. Palembang.
- Seyhan E., 1977, Fundamentals of Hydrology, Nederland, Geografisch Institut der Rijksuniversiteit te Utrecht, Universiteitscentrum "De Uithof" Transitorium II Heidelberglaan.
- Sharma, P.K. and S.K. De Data. 1985. Effects of Puddling on Soil Physical Properties and Processes. p. 217-234. In IRRI (1985).
- Suyono, Adji T.N., Widyastuti M., 2011, Geografi Fisik (Hidrologi), Yogyakarta, Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi UGM.
- Suyono Sosrosudarsono dan Kensaku Takeda. 1999. Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Takeda, Kensaku. 2005. Hidrologi Pertanian. PT. Pradya Utama, Bogor.
- Todd D.K., 1980, Groundwater Hydrology, New York, John Wiley & Sons.

C. Penilaian

1. Sikap

**LEMBAR PENGAMATAN PENILAIAN SIKAP
PENILAIAN OBSERVASI**

Rubrik:

Indikator sikap aktif dalam pembelajaran:

1. Kurang baik *jika* menunjukkan sama sekali tidak ambil bagian dalam pembelajaran
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ambil bagian dalam menyelesaikan tugas kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten

Indikator sikap bekerjasama dalam kegiatan kelompok.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak berusaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok.
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan adanya usaha bekerjasama dalam kegiatan kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

Indikator sikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

Bubuhkan tanda v pada kolom-kolom sesuai hasil pengamatan.

No	Nama Mahasiswa	Sikap																			
		Tanggung Jawab				Jujur				Peduli				Kerjasama				Santun			
		K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
...																					

K : Kurang C: Cukup B: Baik SB : Sangat Baik

Rekapitulasi Penilaian Sikap – Observasi

NO	Nama Mahasiswa	SIKAP							Skor Rata-rata
		Tanggung Jawab	Jujur	Pedul	Kerja Sama	Santun	Percaya Diri	Disiplin	
1									
2									
...									

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Praktikum

Mata Kuliah :

Semester/Kelas :

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku ilmiah disiplin, tanggung jawab, jujur, teliti dalam melakukan percobaan
.....

No	Nama Mahasiswa	Disiplin	Tanggung Jawab	Kerjasama	Teliti	Kreatif	Peduli Lingkungan	Keterangan
1								
2								
....								

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Diskusi

Mata Kuliah :

Semester/Kelas :

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku kerja sama, santun, toleran, responsif dan proaktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

No	Nama Mahasiswa	Kerja sama	Rasa Ingin Tahu	Santun	Komunikatif	Keterangan
1						
2						
....						

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

LEMBAR PENILAIAN SIKAP-JURNAL

Nama Mahasiswa :

Semester/Kelas :

No.	Hari/Tanggal	Sikap/Perilaku		Keterangan
		Positif	Negatif	

Kesimpulan :

.....

2. Pengetahuan

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN TERTULIS
(Bentuk Uraian)

Soal Tes Uraian

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Kunci Jawaban Soal Uraian dan Pedoman Penskoran

Alternatif jawaban	Penyelesaian	Skor
1		2
2		2
3		2
4		2
5		2
	Jumlah	10

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{5} \times 10$$

Penilaian Pengetahuan - Tes Tulis Uraian	
Topik	:
Indikator	:
Soal	:
	a.
	b.
Jawaban	:
	a.
	b.

Pedoman Penskoran

No	Jawaban	Skor
a.		
b.		
Skor maksimal		

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (ANALISIS)- TES TERTULIS

NO	NAMA MAHASISWA	ESSAY					SKOR		NILAI
		01	02	03	04	05	PG	E	
1									
2									
3									
4									
5									
...									

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

Observasi terhadap Diskusi Tanya Jawab dan Percakapan

Semester/Kelas :

No	Nama Mahasiswa	Pernyataan							
		Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran Konsep		Ketepatan penggunaan istilah		Dan lain sebagainya	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1									
2									
3									
...									

Penilaian pengetahuan - Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Percakapan								
Nama Mahasiswa	Pernyataan						Jumlah	
	Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran konsep		Ketepatan penggunaan istilah			
	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK
....								
....								
....								

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

PENILAIAN PENUGASAN

Penilaian Pengetahuan – Penugasan	
Mengidentifikasi	
Tugas	: Menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja .....secara tertulis dengan berbagai media.
Indikator	: membuat laporan hasil percobaan cara kerja
Langkah Tugas :	
1.	Lakukan observasi ke atau tempat lainnya untuk mendapatkan informasi mengenai
2.	Datalah yang kamu dapatkan dalam bentuk tabel yang berisi,
3.	Diskusikan hasil observasi yang kamu lakukan bersama teman-temanmu untuk menjawab pertanyaan berikut: a. Jenis .....apa yang paling banyak kamu temukan di ? b. Bagaimana yang terjadi? c. Keuntungan apa yang diperoleh dalam kehidupan?
4.	Tuliskan hasil kegiatanmu dalam bentuk laporan dan dikumpulkan serta dipresentasikan pada kegiatan pembelajaran berikutnya

Rubrik Penilaian

No.	Kriteria	Kelompok								
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Kesesuaian dengan konsep dan prinsip mata kuliah									
2	Ketepatan memilih bahan									
3	Kreativitas									
4	Ketepatan waktu pengumpulan tugas									
5	Kerapihan hasil									
	Jumlah skor									

Keterangan: 4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = cukup baik, 1 = kurang baik

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{JumlahSkor}}{20}$$

3. Keterampilan

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - UNJUK KERJA

Pekerjaan :

-
-
-
-

Tabel : Rubrik Penilaian Unjuk Kerja

Tingkat	Kriteria
4	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar, sesuai dengan prosedur operasi dan penerapan konsep yang berhubungan dengan tugas ini
3	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar tetapi ada cara yang tidak sesuai atau ada satu jawaban salah. Sedikit kesalahan perhitungan dapat diterima

Tingkat	Kriteria
2	Jawaban menunjukkan keterbatasan atau kurang memahami masalah yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Ada jawaban yang benar dan sesuai dengan prosedur, dan ada jawaban tidak sesuai dengan permasalahan yang ditanyakan.
1	Jawaban hanya menunjukkan sedikit atau sama sekali tidak ada pengetahuan bahasa Inggris yang berhubungan dengan masalah ini. Ciri-ciri: Semua jawaban salah, atau Jawaban benar tetapi tidak diperoleh melalui prosedur yang benar.
0	Tidak ada jawaban atau lembar kerja kosong

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN- UNJUK KERJA

Semester/Kelas:

No	Nama Mahasiswa	Tingkat				Nilai	Ket.
		4	3	2	1		
1.							
2.							
3.							
...							

Lembar Pengamatan	
Penilaian Keterampilan - Unjuk Kerja/Kinerja/Praktik	
Topik	:
KI	:
KD	:
Indikator	:

No	Nama Mahasiswa	Persiapan Praktik	Pelaksanaan Praktik	Kegiatan Akhir Praktik	Jumlah Skor
1					
2					
....					
....					

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Persiapan Praktik (Menyiapkan alat Bahan)	30	- Alat-alat tertata rapih sesuai dengan keperluannya - Bahan-bahan yang digunakan tersusun dengan benar dan tepat - Kerapihan dan penggunaan Bahan-bahan tersedia di tempat yang sudah ditentukan.
		20	Ada 2 aspek yang tersedia
		10	Ada 1 aspek yang tersedia
2	Pelaksanaan Percobaan	30	- Menggunakan alat dengan tepat - Membuat barang yang diperlukan dengan tepat - Menuangkan / menambahkan bahan yang tepat - Mengamati hasil praktek dengan tepat
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
3	Kegiatan akhir praktikum	10	Ada 2 aspek yang tersedia
		30	- Membuang barang tak terpakai atau sampah ketempatnya - Membersihkan alat dengan baik - Membersihkan meja - Mengembalikan barang kelas ke tempat semula
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - PROYEK

Proyek :

-
-
-
-

Orientasi Masalah:

Bentuklah tim kelompokmu, kemudian pergilah ke yang ada dimu. Ambil bahan amatan yang digunakan untuk terhadap antara terhadapyang berada di, lakukan pengamatan berulang-ulang sehingga kamu menemukanyang antara dengan tersebut!

Langkah-langkah Pengerjaan:

1. Kerjakan tugas ini secara kelompok. Anggota tiap kelompok paling banyak 4 orang.
2. Selesaikan masalah terkait
3. Cari data dengan tersebut
4. Bandingkan untuk mencari umum jumlahpertahun
5. Lakukan prediksi dengan tersebut
6. Hasil pemecahan masalah dibuat dalam laporan tertulis tentang kegiatan yang dilakukan yang meliputi perencanaan, pelaksanaan pemecahan masalah, dan pelaporan hasil pemecahan masalah
7. Laporan bagian perencanaan meliputi: (a) tujuan kegiatan, (b) persiapan/strategi untuk pemecahan masalah

8. Laporan bagian pelaksanaan meliputi: (a) pengumpulan data, (b) proses pemecahan masalah, dan (c) penyajian data hasil
9. Laporan bagian pelaporan hasil meliputi: (a) kesimpulan akhir, (b) pengembangan hasil pada masalah lain (jika memungkinkan)
10. Laporan dikumpulkan paling lambat minggu setelah tugas ini diberikan.

Rubrik Penilaian Proyek:

Kriteria	Skor
- Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok sangat baik	4
- Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok sangat baik	3
- Jawaban benar tetapi kurang sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang kurang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data kurang berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang kurang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok baik	2

Kriteria	Skor
- Jawaban tidak benar - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang tidak jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data tidak berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang tidak sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok kurang baik	1
Tidak melakukan tugas proyek	0

Penilaian Keterampilan – Proyek			
Mata Kuliah	:	Dosen Pembimbing	:
Nama Proyek	:	Nama	:
Alokasi Waktu	:	Kelas	:

No	Aspek	Skor (1 – 5)
1	PERENCANAAN : a. Rancangan Alat - Alat dan bahan - Gambar rancangan/desain b. Uraian cara menggunakan alat dan prosedur penggunaan	
2	PELAKSANAAN : a. Keakuratan Sumber Data / Informasi b. Kuantitas dan kualitas Sumber Data c. Analisis Data d. Penarikan Kesimpulan	

No	Aspek	Skor (1 – 5)
3	LAPORAN PROYEK : a. Sistematika Laporan b. Performans c. Presentasi	
Total Skor		

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN

PENILAIAN PRODUK

Nama Produk :

Nama Mahasiswa :

No	Aspek	Skor			
1	Perencanaan Bahan	1	2	3	4
2	Proses Pembuatan a. Persiapan Alat dan Bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keamanan, Keselamatan, dan Kebersihan) d. Menggunakan 3M (murah, Mudah, Modifikasi)				
3	Hasil Produk a. Bentuk Fisik b. Bahan c. Warna d.				
Total Skor					

- Aspek yang dinilai disesuaikan dengan jenis produk yang dibuat
- Skor diberikan tergantung dari ketepatan dan kelengkapan jawaban yang diberikan. Semakin lengkap dan tepat jawaban, semakin tinggi perolehan skor.

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN

PENILAIAN PORTOFOLIO

Tugas

-
-
-
-

Rubrik Penilaian

Nama mahasiswa :

Kelas :

No	Kategori	Skor	Alasan
1	Apakah portofolio lengkap dan sesuai dengan rencana?		
2	Apakah lembar isian dan lembar kuesioner yang dibuat sesuai?		
3	Apakah terdapat uraian tentang prosedur pengukuran/pengamatan yang dilakukan?		
4	Apakah isian hasil pengukuran/pengamatan dilakukan secara benar?		
5.	Apakah data dan fakta yang disajikan akurat?		
6.	Apakah interpretasi dan kesimpulan yang dibuat logis?		
7.	Apakah tulisan dan diagram disajikan secara menarik?		
8.	Apakah bahasa yang digunakan untuk menginterpretasikan lugas, sederhana, runtut dan sesuai dengan kaidah EYD?		
Jumlah			

Kriteria: 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = cukup, 2 = kurang, dan 1 = sangat kurang

Nilai Perolehan = $\frac{\text{Skor Perolehan}}{40}$

Penilaian Keterampilan – Produk		
Mata Pelajaran	:	Nama Mahasiswa :
Nama Produk	:	Kelas :
Alokasi Waktu	:	
No	Aspek	Skor (1 – 5)
1	Tahap Perencanaan Bahan	
2	Tahap Proses Pembuatan : a. Persiapan alat dan bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan)	
3	Tahap Akhir (Hasil Produk) a. Bentuk fisik b. Inovasi(3 M)	
Total Skor		

Penilaian Keterampilan – Portofolio	
Mata Kuliah	:
Semester/Kelas	:
Tahun Ajaran	:
Judul portofolio	: Pelaporan merancang /perakitan alat praktik dan Penyusunan laporan praktik
Tujuan	: Peserta didik dapat merancang/merakit alat dan menyusun laporan praktik matakuliah sebagai tulisan ilmiah
Ruang lingkup	:
Karya portofolio yang dikumpulkan adalah laporan seluruh hasil rancangan/rakitan alat dan laporan praktikum bidang studi semester	
Uraian tugas portofolio	
1. Buatlah laporan kegiatan merancang/merakit alat, laporan praktikum matakuliah sebagai tulisan ilmiah	
2. Setiap laporan dikumpulkan selambat-lambatnya seminggu setelah mahasiswa melaksanakan tugas	

Penilaian Portofolio Penyusunan Laporan Perancangan Percobaan dan Laporan Praktikum							
Mata Kuliah :							
Alokasi Waktu :							
Sampel yang dikumpulkan : Laporan							
Nama Mahasiswa :							
Semester/Kelas :							
No	Indikator	Periode	Aspek yang dinilai				Catatan / Nilai
			Kebenaran Konsep	Kelengkapan gagasan	Sistematika	Tata Bahasa	
1	....	....					
2	Menyusun laporan perancangan percobaan						
3	Menyusun laporan praktik						
4	....	....					

Rubrik Penilaian portofolio Laporan Praktikum		
No	Komponen	Skor
1	Kebenaran Konsep	Skor 25 jika seluruh konsep bidang studi pada laporan benar Skor 15 jika sebagian konsep bidang studi pada laporan benar Skor 5 jika semua konsep bidang studi pada laporan salah
2	Kelengkapan gagasan	Skor 25 jika kelengkapan gagasan sesuai konsep Skor 15 jika kelengkapan gagasan kurang sesuai konsep Skor 5 jika kelengkapan gagasan tidak sesuai konsep

No	Komponen	Skor
3	Sistematika	Skor 25 jika sistematika laporan sesuai aturan yang disepakati Skor 15 jika sistematika laporan kurang sesuai aturan yang disepakati Skor 5 jika sistematika laporan tidak sesuai aturan yang disepakati
4	Tatabahasa	Skor 25 jika tatabahasa laporan sesuai aturan Skor 15 jika tatabahasa laporan kurang sesuai aturan Skor 5 jika tatabahasa laporan tidak sesuai aturan

Keterangan:

Skor maksimal = jumlah komponen yang dinilai x 25 = 4 x 25 = 100

$$\text{Nilai portofolio} = \text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{Skor maksimal}} \times 4$$

Penilaian Keterampilan – Tertulis
(menulis karangan, menulis laporan karya ilmiah.)

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan dan menulis surat.)
JUDUL

Kegiatan Pembelajaran 5:

5. IRIGASI DAN PENGAIRAN

A. Deskripsi

Pada bab ini akan dibahas tentang “Irigasi dan Pengairan” yang merupakan pemanfaatan salah satu bagian dari siklus hidrologi untuk kepentingan pertanian.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Dengan mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mengerti tentang irigasi dan pengairan. Adapun sebaran dari tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Menjelaskan tentang pengertian irigasi dan pengairan
- b. Menjelaskan tentang proses irigasi
- c. Menjelaskan tentang sistem dan jenis irigasi
- d. Menjelaskan tentang fungsi dan manfaat Irigasi
- e. Menjelaskan tentang sumber irigasi
- f. Menjelaskan tentang komponen saluran irigasi

2. Uraian Materi

a. Pengertian Irigasi dan Pengairan

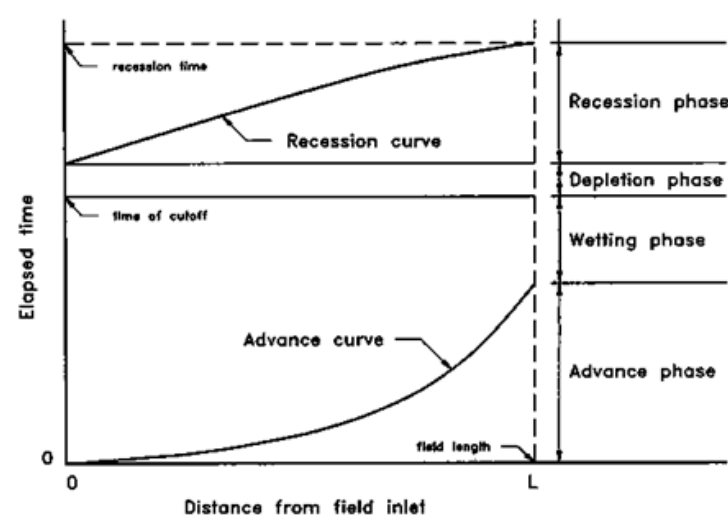
Irigasi dan pengairan adalah suatu usaha mendatangkan air dengan membuat bangunan dan saluran-saluran untuk ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi, setelah air itu dipergunakan dengan sebaik-baiknya. Atau dapat juga Pengairan mengandung arti memanfaatkan dan menambah sumber air dalam tingkat tersedia bagi kehidupan tanaman. Apabila air terdapat berlebihan dalam tanah maka perlu dilakukan pembuangan (*drainase*), agar tidak mengganggu kehidupan tanaman.

b. Proses Irigasi

Dengan menggunakan irigasi permukaan, maka air dialirkan dari sungai, disimpan dan dilepaskan dari tampungan (*reservoir*) atau dipompa dari tanah

dan kemudian diberikan ke lahan. Kelebihan air irigasi harus dibuang dari lahan. Masing-masing komponen ini membutuhkan desain, operasi, dan pemeliharaan pengatur dan bangunan pengendali. Agar sistem menjadi efisien dan efektif, aliran tidak hanya harus diatur dan dikelola, tetapi yang paling penting juga harus diukur.

Pada gambar kurva pergerakan air dimana proses terjadinya irigasi permukaan, pada saat pengaliran air irigasi ke lahan untuk dimanfaatkan sesuai peruntukannya, jika untuk pertanaman maka air tersebut diharapkan akan meresap atau menyerap ke dalam tanah hingga sesuai kebutuhan yang penyebarannya secara merata dan kemudian pada akhirnya air tersebut akan disalurkan lagi ke luar baik air kelebihan maupun air yang telah dimanfaatkan. Proses terjadinya air irigasi permukaan dapat dibagi menjadi 4 (empat) fase, seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva Pergerakan Air Tanah

- Fase 1,** Ketika air dialirkan ke lahan, maka akan terjadi penambahan air di permukaan lahan sampai menggenangi seluruh permukaan lahan.
- Fase 2,** Kemudian air irigasi akan mengalir ke luar lahan. Interval antara permukaan air akhir dan ketika air masuk disebut pembasahan atau fase genangan.
- Fase 3,** Jika volume air di permukaan lahan mulai menurun, jika air tidak lagi dialirkan, karena terjadinya aliran permukaan (runoff) atau air masuk atau meresap ke dalam tanah.

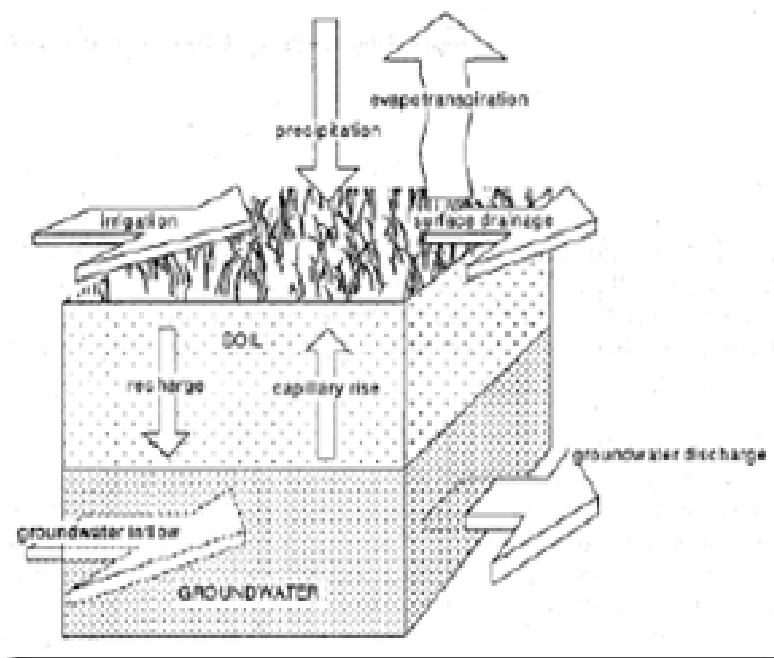
Fase 4, setelah tidak ada lagi air yang masuk ke lahan, maka permukaan air akan surut dan ini adalah fase resesi, dan kelebihan air itu akan dikeluarkan.

Untuk merancang suatu irigasi atau sistem drainase, yang harus diketahui adalah jumlah air yang dibutuhkan dan yang harus dibuang dari lahan dalam jangka waktu tertentu, hal ini dilakukan untuk menghindari kenaikan air permukaan.

Membuang kelebihan air di lahan memiliki dua manfaat yaitu: (1) mencegah terjadinya genangan air pada lahan, dan (2) membuang air dari zona akar, sehingga garam-garam yang dibawa oleh irigasi tidak dapat mencapai konsentrasi yang akan berbahaya bagi tanaman.

Penentuan besarnya laju drainase beberapa faktor perlu dipertimbangkan antara lain: (1) kondisi alam yang beragam, dan (2) jumlah air yang akan dibuang. Oleh karena itu pekerjaan lapangan harus dilakukan untuk mencari tahu bagaimana kondisi tanah, kondisi air, kadar garam dan jumlah air yang harus dipertahankan.

Untuk menentukan kebutuhan drainase, harus dilakukan analisis keseimbangan air secara keseluruhan daerah yang akan mendapat irigasi seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Keseimbangan Air Lahan

Keseimbangan air biasanya diperhitungkan dalam jangka waktu rata-rata satu tahun. Masalah penggenangan dan salinitas juga harus dipertimbangkan dalam memperhitungkan keseimbangan air. Terutama untuk tahun-tahun tertentu, misalnya tahun yang sangat kering atau satu tahun dengan curah hujan ekstrim, atau bahkan untuk jangka waktu tertentu misalnya musim tanam atau musim hujan.

Pengairan pada tanaman dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain: (1) Pengairan di atas tanah (*surface irrigation*), (2) Pengairan di dalam tanah (*sub surface irrigation*), (3) Pengairan dengan penyemprotan (*sprinkler irrigation*), dan (4) Pengairan tetes (*drip irrigation*).

Untuk beberapa jenis tanaman teknik pengairan yang digunakan adalah pengairan di atas tanah. Terdapat 3 (tiga) sistem pemberian air pada jaringan irigasi, yaitu: (1) Sistem irigasi terus menerus (*continuous flow*), (2) Sistem irigasi rotasi (*rotational irrigation*), dan (3) Sistem irigasi berselang (*intermittent irrigation*).

Kebanyakan jaringan irigasi yang ada di Indonesia, menerapkan sistem irigasi terus menerus (*continuous flow*). Sistem irigasi terus menerus (*continuous flow*) dilakukan dengan memberikan air kepada tanaman dan dibiarkan tergenang mulai beberapa hari setelah tanam hingga beberapa hari menjelang panen. Penggunaan sistem ini dengan mempertimbangkan penerimaan respons yang baik pada waktu pemupukan, menekan pertumbuhan gulma, dan menghemat tenaga untuk pengolahan tanah.

Dalam menerapkan sistem pengairan ini, selain tidak efisien terhadap pemanfaatan air, juga berpotensi mengurangi (1) Efisiensi serapan hara nitrogen, (2) Meningkatkan emisi gas metan ke atmosfer, dan (3) Menaikkan rembesan yang menyebabkan makin banyak air irigasi yang dibutuhkan.

Irigasi bergilir (*rotational irrigation*) merupakan teknik irigasi dimana pemberian air dilakukan pada suatu luasan tertentu untuk periode tertentu, sehingga areal tersebut menyimpan air yang dapat digunakan hingga periode irigasi berikutnya dilakukan. Pengairan berselang (*intermittent irrigation*) adalah pengaturan kondisi lahan dalam kondisi kering dan tergenang secara bergantian. Kondisi

seperti itu ditujukan antara lain untuk menghemat air irigasi sehingga areal yang dapat diairi menjadi lebih luas, di samping itu memberi kesempatan pada akar tanaman untuk mendapatkan udara sehingga dapat berkembang lebih dalam mengurangi timbulnya keracunan besi, mengurangi penimbunan asam organik dan gas H_2S yang menghambat perkembangan akar, mengaktifkan jasad renik mikroba yang menghambat, mengurangi kerebahan, mengurangi jumlah anakan yang tidak produktif (tidak menghasilkan malai dan gabah), menyeragamkan pemasakan, mempercepat waktu panen, memudahkan pembenaman pupuk ke dalam tanah (lapisan olah), memudahkan pengendalian hama keong mas, mengurangi penyebaran hama wereng coklat dan penggerek batang, dan mengurangi kerusakan tanaman karena hama tikus. Cara pengelolaan air pada sistem pengairan berselang dilakukan teknik pergiliran pengairan dalam satu musim tanam.

Irigasi merupakan salah satu faktor yang amat menentukan suksesnya pertanian sebab tanpa pengairan yang cukup, sebagian besar tanaman yang menjadi komoditas pertanian tidak akan tumbuh subur dan siap dipanen. Inilah yang menjadi alasan mengapa dahulu Indonesia sebagai negara agraris begitu membutuhkan irigasi yang cukup untuk menunjang pertanian.

Irigasi memegang peran sangat penting sebab tanaman yang membutuhkan pengairan cukup tidak hanya membutuhkan suplai air pada awal penanaman atau masa-masa tertentu saja, akan tetapi pada seluruh periode pertumbuhan tanaman.



Gambar 8. Saluran Irigasi Terbuka



Gambar 9. Saluran Irigasi Sprinkle

c. Sistem dan Jenis Irigasi

Beragamnya sistem irigasi di Indonesia mengingat beragamnya model lahan tanah yang menjadi lahan pertanian. Secara lebih rinci, berikut adalah beberapa di antara jenis jenis irigasi:

1) Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation System*)

Irigasi permukaan ini umumnya dianggap sebagai irigasi paling kuno di Indonesia. Tekniknya adalah dengan mengambil air dari sumbernya, biasanya sungai, menggunakan bangunan berupa bendungan atau pengambilan bebas. Air kemudian disalurkan ke lahan pertanian dengan menggunakan pipa atau selang dan memanfaatkan gaya gravitasi, sehingga tanah yang lebih tinggi akan terlebih dahulu mendapat asupan air. Penyaluran air yang demikian terjadi secara teratur dalam 'jadwal' dan volume yang telah ditentukan.

Irigasi permukaan merupakan metode pemberian air yang paling awal dikembangkan. Irigasi permukaan merupakan irigasi yang terluas cakupannya di seluruh dunia terutama di Asia.



Gambar 10. Irigasi aliran permukaan

Sistem irigasi permukaan terjadi dengan menyebarkan air ke permukaan tanah dan membiarkan air meresap (infiltrasi) ke dalam tanah. Air dibawa dari sumber ke lahan melalui saluran terbuka baik dengan atau alur (*lining*) maupun melalui pipa dengan bagian depan (*head*) rendah. Investasi yang diperlukan untuk mengembangkan irigasi permukaan relatif lebih kecil daripada irigasi curah maupun tetes kecuali bila diperlukan pembentukan lahan, seperti untuk membuat teras.

Sistem irigasi permukaan (*surface irrigation*), khususnya irigasi alur (*furrow irrigation*) banyak dipakai untuk tanaman palawija, karena penggunaan air oleh tanaman lebih efektif. Sistem irigasi alur adalah pemberian air di atas lahan melalui alur, alur kecil atau melalui selang atau pipa kecil dan mengalirkannya sepanjang alur daalam lahan.

Untuk menyusun suatu rancangan irigasi harus diadakan terlebih dahulu survai mengenai kondisi daerah yang bersangkutan serta penjelasannya, penyelidikan jenis-jenis tanah pertanian, bagi bagian-bagian yang akan diirigasi dan lain-lain untuk menentukan cara irigasi dan kebutuhan air tanamannya.

Suatu daerah irigasi permukaan terdiri dari susunan tanah yang akan diairi secara teratur dan terdiri dari susunan jaringan saluran air dan bangunan lain untuk mengatur pembagian, pemberian, penyaluran, dan pembuangan kelebihan air dari sumbernya. Air disalurkan melalui saluran primer lalu dibagi-bagikan ke saluran sekunder dan tersier dengan perantaraan bangunan pembagi dan atau sadap tersier ke petak sawah dalam satuan petak tersier. Petak tersier merupakan petak-petak pengairan/pengambilan dari saluran irigasi yang terdiri dari gabungan petak sawah. Bentuk dan luas masing-masing petak tersier tergantung pada topografi dan kondisi lahan akan tetapi diusahakan tidak terlalu banyak berbeda. Apabila terlalu besar akan menyulitkan pembagian air tetapi apabila terlalu kecil akan membutuhkan bangunan sadap. Ukuran petak tersier di antaranya adalah, di lahan datar: 200-300 ha, di lahan agak miring: 100-200 ha dan di lahan perbukitan: 50-100 ha.

Terdapat beberapa keuntungan menggunakan irigasi saluran atau irigasi *furrow*. Keuntungannya sesuai untuk semua kondisi lahan, besarnya air yang mengalir dalam lahan akan meresap ke dalam tanah untuk dipergunakan oleh tanaman secara efektif. Efisiensi pemakaian air lebih besar dibandingkan dengan sistem irigasi genangan (*basin*) dan irigasi galengan (*border*).

Untuk menyusun suatu rancangan irigasi terlebih dahulu dilakukan survai mengenai kondisi daerah yang bersangkutan serta penjelasannya, penyelidikan jenis-jenis tanaman pertaniannya, bagian-bagian yang diairi dan lain-lain untuk menentukan cara irigasi dan kebutuhan air tanamannya.

Sistem irigasi permukaan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu peluapan dan penggenangan bebas (tanpa kendali) serta peluapan penggenangan secara terkendali. Sistem irigasi permukaan yang paling sederhana adalah peluapan bebas dan penggenangan. Dalam hal ini air diberikan pada areal irigasi dengan jalan peluapan untuk menggenangi kiri atau kanan sungai yang mempunyai permukaan datar. Sebagai contoh adalah sistem irigasi kuno di Mesir. Sistem ini mempunyai efisiensi yang rendah karena penggunaan air tidak terkontrol.



Gambar 11. Sistem Irigasi Permukaan Terkendali.

Sistem irigasi permukaan lainnya adalah peluapan dan penggenangan secara terkendali. Cara yang umum digunakan dalam hal ini adalah dengan menggunakan bangunan penangkap, saluran pembagi saluran pemberi, dan peluapan ke dalam petak-petak lahan beririgasi. Jenis bangunan penangkap bermacam-macam, di antaranya adalah (1) bendung, (2) *intake*, dan (3) stasiun pompa. Ilustrasi sistem irigasi permukaan dengan peluapan dan penggenangan terkendali.

2) Irigasi Bawah Permukaan (*Sub Surface Irrigation System*)

Jenis irigasi ini menerapkan sistem pengairan bawah pada lapisan tanah untuk meresapkan air ke dalam tanah di bawah daerah akar menggunakan pipa bawah tanah atau saluran terbuka. Digerakkan oleh gaya kapiler, lengas tanah berpindah menuju daerah akar sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Dengan demikian, irigasi jenis ini menyasar bagian akar dengan memberinya asupan nutrisi sehingga dapat disalurkan kebagian lain tumbuhan dan dapat memaksimalkan fungsi akar menopang tumbuhan.



Gambar 12. Sistem Irigasi Bawah Permukaan

Sistem irigasi bawah permukaan dapat dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah di bawah zona perakaran melalui sistem saluran terbuka ataupun dengan menggunakan pipa *porous*. Lengas tanah digerakkan oleh gaya kapiler menuju zona perakaran dan selanjutnya dimanfaatkan oleh tanaman. Gambar memberikan ilustrasi mengenai sistem irigasi bawah permukaan.

3) Irigasi dengan Pancaran (*Sprinkle Irrigation*)

Irigasi ini terbilang lebih modern karena memang baru dikembangkan belakangan. Caranya adalah dengan menyalurkan air dari sumbernya ke daerah sasaran menggunakan pipa. Di lahan yang menjadi sasaran, ujung pipa disumbat menggunakan tekanan khusus dari alat pencurah sehingga muncul pancaran air layaknya hujan yang pertama kali membasahi bagian atas tumbuhan kemudian bagian bawah dan barulah bagian di dalam tanah.



(a)



(b)



(c)

Gambar 13 (a, b, c). Beberapa model Irigasi Pancaran

4) Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*)

Irigasi tetes menjalankan tugas distribusi air ke lahan pertanian menggunakan selang atau pipa yang berlubang dan diatur dengan tekanan tertentu. Dengan pengaturan yang demikian, air akan muncul dari pipa berbentuk tetesan dan langsung pada bagian akar tanaman. Teknik yang demikian dimaksudkan agar air langsung menuju ke akar sehingga tidak perlu membasahi lahan dan mencegah terbuangnya air karena penguapan yang berlebih. Kelebihan irigasi jenis ini di antaranya adalah efisiensi dan penghematan air, menghindari akibat penguapan dan infiltrasi serta sangat cocok untuk tanaman di masa-masa awal pertumbuhannya karena dapat memaksimalkan fungsi hara bagi tanaman. Selain itu, jenis ini juga mempercepat proses penyesuaian bibit dengan tanah sehingga dapat menyuburkan tanaman dan menunjang keberhasilan proses penanamannya.

Irigasi tetes adalah suatu sistem pemberian air melalui pipa/selang berlubang dengan menggunakan tekanan tertentu, dimana air yang keluar berupa tetesan-tetesan langsung pada daerah perakaran tanaman. Tujuan dari irigasi tetes adalah untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tanpa harus membasahi keseluruhan lahan, sehingga mereduksi kehilangan air akibat penguapan yang

berlebihan, pemakaian air lebih efisien, mengurangi limpasan, serta menekan/mengurangi pertumbuhan gulma.

Ciri-ciri irigasi tetes adalah debit air kecil selama periode waktu tertentu, interval (selang) yang sering, atau frekuensi pemberian air yang tinggi, air diberikan pada daerah perakaran tanaman, aliran air bertekanan dan efisiensi serta keseragaman pemberian air lebih baik.

Unsur utama pada irigasi tetes yang perlu diperhatikan sebelum mengoperasikan peralatan irigasi tetes adalah:

- (1) Sumber air, dapat berupa sumber air permanen (sungai, danau, dan lain-lain), atau sumber air buatan (sumur, embung dan lain-lain).
- (2) Sumber daya, sumber tenaga yang digunakan untuk mengalirkan air dapat dari gaya gravitasi (bila sumber air lebih tinggi daripada lahan pertanian), dan untuk sumber air yang sejajar atau lebih rendah dari pada lahan pertanian maka diperlukan bantuan pompa. Untuk lahan yang mempunyai sumber air yang dalam, maka diperlukan pompa penghisap air sumur dalam.
- (3) Saringan, untuk mencegah terjadinya penyumbatan maka diperlukan beberapa alat penyaring, yaitu saringan utama (*primary filter*) yang dipasang dekat sumber air, saringan kedua (*secondary filter*) diletakkan antara saringan utama dengan jaringan pipa utama.



Gambar 14. Teknik Memanen Air Hujan

Untuk mengatasi masalah lahan kritis dengan sumber air yang terbatas maka teknik pengairan dengan irigasi tetes perlu diterapkan agar tanaman cepat beradaptasi dengan lingkungan sehingga pertumbuhannya meningkat. Pemanfaatan irigasi tetes dengan menggunakan wadah yang murah dan mudah didapat di lokasi penanaman seperti bambu, botol air mineral dan pot tanah serta pemanfaatan air embung, mata air, sungai dan pemanenan air hujan perlu mendapatkan pertimbangan.

Irigasi tetes adalah teknik penambahan kekurangan air pada tanah yang dilakukan secara terbatas dengan menggunakan *tube* (wadah) sebagai alat penampung air yang disertai lubang tetes di bawahnya. Air akan keluar secara perlahan-lahan dalam bentuk tetesan ke tanah yang secara terbatas membasahi tanah. Lubang tetes air dapat diatur sedemikian rupa sehingga air cukup hanya membasahi tanah di sekitar perakaran.

Kegunaan Irigasi tetes adalah: (1) Untuk menghemat penggunaan air tanaman, (2) Mengurangi kehilangan air yang begitu cepat akibat penguapan dan infiltrasi, (3) Membantu memenuhi kebutuhan air tanaman pada awal penanaman sehingga juga akan meningkatkan pemanfaatan unsur hara tanah oleh tanaman, (4) Mengurangi *stressing* atau mempercepat adaptabilitas bibit, sehingga meningkatkan keberhasilan tumbuh tanaman, dan (5) Melakukan pemanenan air hujan lewat wadah irigasi tetes secara terbatas sehingga dapat digunakan tanaman.

Sistem irigasi tetes memang konsep pemanfaatan air tanaman yang belum populer. Namun sistem ini telah membumi di belahan bumi lain. Orang asing telah menginsyafi seberapa banyak porsi air minum yang bisa mengobati dahaga yang dirasakan tanaman. Tanaman diberi “minum” secukupnya. “Jika kelebihan air, nutrisi yang mesti diserap tanaman bisa hanyut. Andai kebanyakan air pun batang tanaman bisa membusuk. Jadi, jangan menyiram tanaman sampai tampak seperti kebanjiran,” Konsep taman kota maupun taman keluarga dianjurkan memakai sistem ini. Tanaman cukup ditetesi air sesuai porsi yang diperlukannya. Cara ini bukan hanya membantu tanaman tak sampai kelebihan mengonsumsi air, sehingga sistem ini pun jauh lebih bernilai. Sistem yang digunakan adalah dengan

memakai pipa-pipa atau saluran tertutup dan pada bagian tertentu diberi lubang untuk mengalir air keluar menetes ke tanah. Perbedaan dengan sistem pancaran adalah pada besarnya tekanan air pada pipa.

5) Irigasi Pompa Air

Irigasi ini menggunakan tenaga mesin untuk mengalirkan berbagai jenis-jenis air dari sumber air, biasanya sumur, ke lahan pertanian menggunakan pipa atau saluran. Jika sumber air yang digunakan dalam jenis ini bisa diandalkan, artinya tidak surut pada musim kemarau, maka kebutuhan air pada musim kemarau bisa *dibackup* dengan jenis irigasi ini.

6) Irigasi Lokal

Irigasi lokal melakukan kerja distribusi air menggunakan pipanisasi atau pipa yang dipasang di suatu area tertentu sehingga air hanya akan mengalir di area tersebut saja. Seperti halnya jenis irigasi permukaan, irigasi lokal menggunakan prinsip gravitasi sehingga lahan yang lebih tinggi terlebih dahulu mendapat air.

Irigasi lokal biasa juga dilakukan dengan tenaga manusia yakni mengairi lahannya dengan menggunakan ember atau timba. Mereka mengangkut air dari sumber air dengan ember atau timba kemudian menyiramnya secara manual pada lahan pertanian yang mereka tanami. Seperti yang bisa dibayangkan, jenis ini kurang efektif karena memakan banyak tenaga serta menghabiskan waktu yang lama. Namun demikian, jenis yang demikian masih menjadi pilihan sebagian di pedesaan yang tidak memiliki cukup modal untuk membeli pompa air atau alat irigasi yang lebih efektif.

d. Fungsi dan Manfaat Irigasi

Indonesia memiliki pembagian musim seperti musim kemarau dan musim penghujan memiliki jatah yang sama sehingga ketika musim kemarau tiba, utamanya kemarau panjang, curah air hujan akan rendah bahkan tidak ada sama sekali dan di sinilah irigasi memainkan peranannya. Ini juga terjadi pada daerah-daerah dengan resapan air yang rendah sehingga pada musim kemarau, sangat jarang ditemukan sumber air yang dapat mencukupi kebutuhan pertanian setempat.

Secara lebih terperinci, berikut adalah fungsi irigasi terhadap pertanian:

- (1) Sebagai simpanan suplai air, jika suatu saat terjadi kekeringan akibat kemarau panjang sehingga tanaman pertanian bisa tetap ditanam dan dipanen. Irigasi di sini sekaligus juga mengatur jadwal dan porsi pembasahan tanah sehingga dalam musim apapun, lahan pertanian bisa dialiri air dan tanaman bisa tumbuh.
- (2) Memenuhi kebutuhan air pada tanaman pertanian.
- (3) Mengalirkan air yang memuat zat lumpur serta zat hara penyubur tanaman untuk menyuburkan tanah yang menjadi lahan pertanian, sehingga tanah siap ditanami dan menghasilkan tumbuhan yang juga subur dan baik.
- (4) Mengalirkan air yang akan berfungsi mengendapkan kotoran atau limbah di dalam tanah ke dalam lapisan bawah (saluran drainase), sehingga tidak mengganggu proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan menghindari terjadinya erosi tanah. Kotoran atau limbah tersebut akan mengalami proses penjernihan baik secara alamiah atau teknis.
- (5) Mengendapkan zat-zat garam dari permukaan tanah ke tanah lapisan bawah sehingga di permukaan, kadar garam akan menurun. Menurunnya kadar garam ini adalah salah satu faktor yang mendukung suksesnya pertanian.
- (6) Menyiapkan tanah untuk mengalami proses pengolahan dengan terlebih dahulu melunakkannya. Lunaknya tanah akan mempermudah proses pengolahan karena tanah yang keras akan sulit diolah semisal dicangkul atau dibajak.
- (7) Meninggikan tanah yang posisinya rendah. Lumpur yang terkandung dalam air irigasi dapat memungkinkan hal ini terjadi sehingga tanah yang potensial untuk pertanian dapat digunakan lebih maksimal.
- (8) Menurunkan suhu dalam tanah sehingga kondusif untuk pertanian.
- (9) Mengurangi kemungkinan kerusakan tanah yang diakibatkan oleh *frost*.

Banyak irigasi yang memberikan manfaat bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini yang akan memberikan keuntungan bagi manusia, terutama kepada para

petani. Berikut adalah penjelasan mengenai manfaat dari beberapa jenis-jenis irigasi:

(1) Manfaat irigasi permukaan

Jenis irigasi permukaan ini menyebarkan air ke permukaan tanah hingga meresap ke bagian pori-pori tanah sehingga kebutuhan nutrisi tumbuhan dapat tercukupi. Dalam praktiknya ia menggunakan susunan jaringan sehingga ada jaringan primer, sekunder dan tersier. Saluran primer adalah saluran yang pertama kali mendapatkan air, biasanya terletak di daratah yang lebih tinggi kemudian dialirkan ke saluran-saluran sekunder yang nantinya akan meneruskan aliran air ke saluran tersier.

Adapun jenis tumbuhan yang menggunakan sistem ini di antaranya adalah palawija karena memang membutuhkan asupan air yang banyak. Sementara itu, keuntungan menggunakan irigasi jenis ini adalah, selain investasi dan modal yang relatif kecil adalah kesesuaian untuk diterapkan untuk semua jenis lahan, meresapnya air hingga ke tanah bagian bawah sehingga bisa digunakan dengan baik dan efektif serta efisiensi pemakaian air yang tergolong tinggi.

(2) Manfaat irigasi dengan pancaran

Selain untuk mengalirkan air, irigasi dengan pancaran juga digunakan untuk menyebarkan pupuk karena dianggap lebih praktis, efektif dan cepat. Ia juga dipakai untuk mengurangi erosi angin dan mencegah pembekuan. Umumnya, jenis irigasi yang satu ini cocok dipakai untuk daerah yang memiliki tanah dangkal dengan topografi yang kurang atau tidak teratur. Daerah lain yang sangat cocok menggunakan jenis irigasi ini adalah wilayah berlereng karena dapat mengatasi masalah erosi sehingga kesuburan tanah tidak akan berkurang. Sedikitnya, ada dua macam irigasi jenis ini, yakni jenis dengan alat pencurah yang tetap dan alat pencurah yang bisa dipindah-pindah. Sementara itu berdasarkan luas dan kapastias lahan yang dialiri serta keadaan topografi, jenis ini memiliki tiga macam, yakni *farm system*, *incomplete farm system* dan *field system*. Meski memiliki fungsi lain di luar irigasi, teknik semacam ini membutuhkan modal dan investasi yang cukup tinggi sehingga masih menjadi barang mahal bagi banyak orang.

(3) Manfaat irigasi tetes

Irigasi tetes adalah metode irigasi yang sangat berguna untuk menghemat air dan pupuk dengan membiarkan air menetes pelan-pelan ke akar tanaman, baik melalui permukaan tanah atau langsung ke akar melalui jaringan katup, pipa dan emitor.

Irigasi tetes pertama sekali digunakan pada zaman kuno dengan mengisi pot tanah liat dengan air (ditambah larutan unsur hara) kemudian dikubur dalam tanah di sekitar perakaran tanaman (sistem vertigasi). Irigasi tetes ini sangat efektif dipraktikkan pada lahan-lahan berpasir dengan penguapan yang cukup tinggi.

e. Sumber Irigasi

1) Danau

Danau adalah sebuah cekungan di muka bumi dimana jumlah air yang masuk lebih besar dari air yang keluar. Danau mendapatkan air dari curahan hujan, sungai, dan air tanah, ketiga sumber tersebut bersama-sama dapat mengisi dan memberikan suplai air pada danau. Adapun manfaat danau adalah untuk irigasi, perikanan, PLTA, rekreasi, olahraga, pelayaran, dan penampungan air untuk mencegah banjir.

Terjadinya danau adalah sebagai berikut:

- (a) Danau tektonik adalah danau yang terjadi karena gerakan tektonik yang menimbulkan bentuk Slenk/graben (lembah patahan) atau patahan yang diapit oleh horst (puncak patahan) dan mendapat air dalam jumlah yang cukup (air hujan, sungai, mata air). Contoh: Danau Maninjau, Danau Tempe, Danau Poso dan Danau Tondano.
- (b) Danau vulkanik adalah danau bekas letusan gunung api menyebabkan cekungan. Apabila dasar cekungan tertutup material vulkan, maka air hujan yang tertampung di puncak gunung menjadi danau. Contoh: Danau Maar, Danau Kaldera, Danau Kalimutu, Danau Batur.
- (c) Danau vulkan-tektonik adalah danau yang terjadi karena gerakan tektonik dan letusan gunung api. Contoh: Danau Toba.

- (d) Danau gletser adalah danau yang daerah-daerah dahulunya dilalui gletser menjadi kering dan diisi air. Danau-danau ini hanya terdapat di Amerika Utara, perbatasan Kanada dan Amerika Serikat. Contohnya: Danau Superior, Danau Michigan.
- (e) Danau dolina adalah danau yang terdapat di daerah carst dan umumnya berupa danau kecil yang bersifat temporer. Bila di dasar tebing dolina terdapat bahan geluh lempung yang merupakan bahan yang tak tembus air, maka air hujan yang jatuh tertampung di dolina tak dapat terus masuk ke tanah kapur, sehingga terjadilah danau dolina. Danau dolina dapat terjadi juga karena adanya air di dalam tanah kapur tinggi. Contohnya danau di sekitar gunung kidul.
- (f) Danau terbandung adalah danau yang berasal dari aliran lava yang membendung lembah sungai sehingga alirannya tertahan dan akhirnya membentuk danau. Disini termasuk pula danau hasil bendungan manusia yang disebut waduk, atau dam. Contohnya: Waduk Jatiluhur, Waduk Saguling dan lain-lain.
- (g) Danau yang terjadi dengan sendirinya adalah danau karena permukaan buminya ada yang rendah. Contohnya danau-danau di Kalimantan Barat dan Kalimantan Timur terdapat di tengah-tengah daerah yang berawa-rawa.

2) Rawa

Rawa adalah daerah di sekitar sungai atau muara sungai yang cukup besar yang merupakan tanah berlumpur dengan kadar air relatif tinggi. Rawa juga dikatakan sebagai genangan air di daratan pada cekungan yang relatif dangkal. Genangan rawa bisa juga terjadi karena terjebak pada suatu daerah cekungan dan lapisan batuan di bawah rawa merupakan batuan yang *impermiabile*. Manfaat rawa di antaranya adalah sebagai berikut: (a) Rawa yang terdapat pergantian air tawar dapat untuk areal sawah, (b) Rawa yang airnya tidak terlalu asam dapat untuk daerah perikanan, (c) Sebagai sumber pembangkit listrik, dan (d) Sebagai objek pariwisata.

Rawa berdasarkan sifat airnya, keadaan airnya serta letaknya dapat digolongkan lagi menjadi:

- (a) Berdasarkan sifat airnya dibagi menjadi 3: (1) Rawa air tawar Adalah rawa yang airnya tawar karena letaknya di pinggiran sepanjang sungai, (2) Rawa air payau adalah rawa yang airnya campuran antara tawar dan asin, biasanya letaknya di muara sungai menuju laut, dan (3) Rawa air asin Adalah rawa yang airnya asin dan letaknya di daerah pasang surut laut.
- (b) Berdasarkan keadaan airnya rawa dibagi menjadi 2: (1) Rawa yang selalu tergenang dan tidak dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, karena lahannya tertutup tanah gambut yang tebal. Di daerah rawa ini sulit terdapat bentuk kehidupan binatang karena airnya sangat asam dengan warna air kemerah-merahan. (2) Rawa yang airnya tidak selalu tergenang adalah rawa yang menampung air tawar yang dilimpahkan air sungai pada saat air laut pasang dan airnya relatif mengering pada saat air laut surut.
- (c) Berdasarkan letaknya dibagi menjadi 3: (1) Rawa pantai adalah rawa yang berada di muara sungai. Air pada jenis rawa ini selalu mengalami pergantian karena dipengaruhi oleh pasang surut air laut. (2) Rawa pinggiran Adalah rawa sepanjang aliran sungai, terjadi akibat sering meletupnya sungai tersebut. (3) Rawa Abadi Adalah rawa yang airnya terjebak dalam sebuah cekungan dan tidak memiliki pelepasan ke laut. Air hujan yang tertampung dalam rawa hanya dapat menguap tanpa ada aliran yang berarti.

3) Bendungan Atau Dam

Sebuah bendungan atau dam dapat berfungsi sebagai penangkap air dan menyimpannya di musim hujan waktu air sungai mengalir dalam jumlah besar dan yang melebihi kebutuhan baik untuk keperluan irigasi, air minum, industri atau yang lainnya. Berbeda dengan fungsi sebuah bendung yang tidak dapat menyimpan air melainkan hanya untuk meninggikan muka air sungai dan mengalirkan sebagian aliran air sungai yang ada ke arah tepi kanan dan/atau kiri sungai untuk mengalirkannya ke dalam saluran melalui sebuah bangunan pengambilan jaringan irigasi.



Gambar 15. Bendungan atau dam

Dengan memiliki daya tampung tersebut sejumlah besar air sungai yang melebihi kebutuhan dapat disimpan dalam waduk dan baru dilepas mengalir kedalam sungai lagi di hilirnya sesuai dengan kebutuhan saja pada waktu yang diperlukan.

Sebuah bendungan dapat dibuat dari bahan bangunan urugan tanah lumpur batu berukuran kecil sampai besar atau dari beton. Sebagai contoh bendungan Jatiluhur di Jawa Barat dan bendungan Asahan di Sumatera Utara. Bilamana aliran air sungai yang masuk ke dalam waduk tersebut melebihi air yang dialirkan ke luar waduk sesuai dengan kebutuhan, maka isi waduk makin lama makin penuh dan dapat melampaui batas daya tampung rencananya, sehingga permukaan air dalam waduk akan naik terus dan akhir melimpas.

Untuk mencegah terjadinya limpasan air pada sebuah bendungan, limpasan air itu dilokalisir pada bangunan pelimpah yang lokasinya dipilih menurut kondisi topografi yang terbaik. Panjang bangunan pelimpah ini dihitung menurut debit rencana sedemikian rupa hingga tinggi muka air waduk tidak akan naik lebih tinggi dari pusat bendungan dan bahkan biasanya direncanakan agar muka air waduk itu lebih rendah dari puncak bendungan minimum 5 meter. Beda tinggi bervariasi dari 5 meter sampai 20 meter.

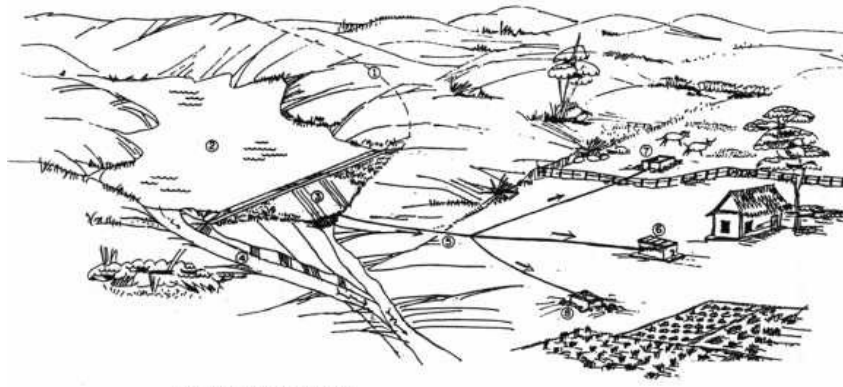
Tinggi bendungan bervariasi dari sekitar 15 meter sampai ratusan meter. Yang disebut dengan tinggi bendungan adalah perbedaan elevasi antara puncak

bendungan dengan dasar sungai lama. Seiring dengan kemajuan teknologi dan metode konstruksi yang bertambah baik dan efisien terbukalah kini kemungkinan untuk merencanakan dan membangun sebuah bendungan yang ketinggiannya mencapai 1000 kaki atau sekitar 330 meter, seperti yang sedang dibangun di sungai Vaksh di Rusia.

Bendungan pertama menurut catatan sejarah adalah yang dibangun di sungai Nil Mesir 4000 tahun SM, sedangkan bendungan tertua yang sekarang masih ada dan berfungsi adalah bendungan Almanza di Spanyol yang berusia lebih dari 4 abad. Konsep dasar perencanaan sebuah bendungan biasanya tidak berdiri sendiri melainkan menjadi satu dengan perencanaan sebuah bendungan yang lokasinya berjarak beberapa kilometer sampai puluhan kilometer di sebelah hilirnya. Sebagai contoh adalah Bendungan Kedung Ombo dengan bendungan Sedadi di kali Serang di Jawa Tengah dan Bendungan Jatiluhur dengan bendungan Curug di sungai Citarum, Jawa Barat.

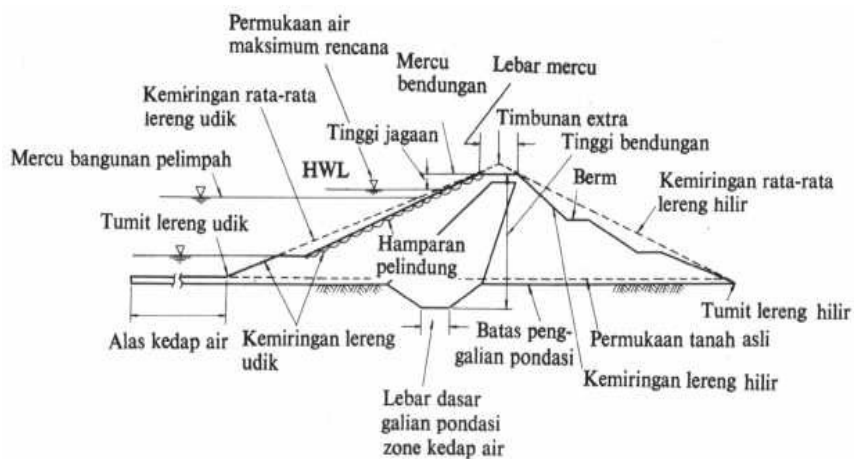
Perencanaan sebelum pelaksanaan konstruksi bendungan sangat dibutuhkan, namun ada juga bendungan dibuat bersamaan dengan perencanaannya yang disesuaikan dengan keadaan atau karakteristik wilayahnya, jadi bendungan dibuat dahulu dan setelah bendungan berfungsi ternyata diperlukan tambahan kebutuhan untuk pengairan, maka kemudian dilaksanakan konstruksinya yang memadai sesuai dengan kebutuhan. Sebagai contoh bendungan Kedung Ombo yang berkapasitas 450 juta m³ dan ketinggian kurang lebih 120 meter, dilaksanakan konstruksinya kira-kira 30 tahun setelah bendungan Sedadi berfungsi.

Persiapan pembangunan dam kecil tetap perlu dilakukan pengukuran pada dinding bendungan, bangunan pelimpah, kemiringan dinding dan wilayah penampungan untuk selanjutnya disiapkan gambar sebagaimana bendungan dibangun yang menunjukkan ukuran-ukurannya.



Gambar 16. Gambaran lokasi Bendungan Kecil

Komponen : 1. Batas DAS, 2. Genangan air, 3. Tubuh bendung, 4. Saluran pelimpah, 5. Pipa distribusi, 6. Bak air untuk penduduk, 7. Bak air ternak, dan 8. Bak air untuk kebun.



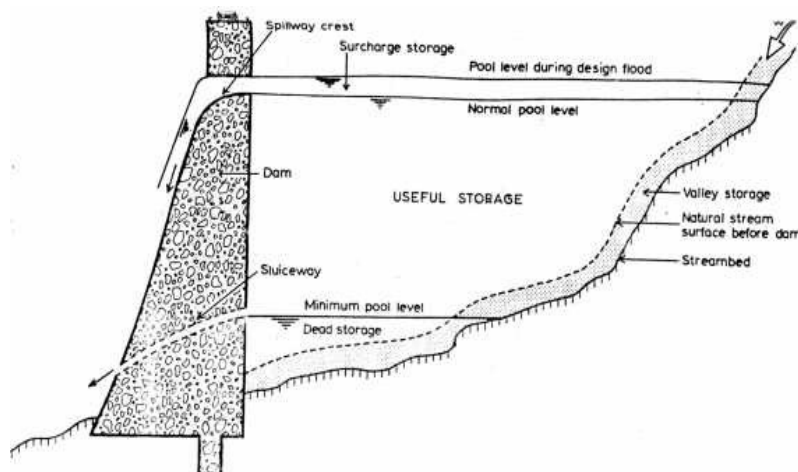
Gambar 17. Bagian Bendungan Urugan

Dengan kapasitas tampungan yang besar dan elevasi muka air yang tinggi, sebuah bendungan selain dapat mengatur besar aliran sungai di sebelah hilirnya agar menjadi lebih merata sepanjang tahun, juga dapat berfungsi sekaligus sarana pengendali banjir yang efektif. Selain itu muka air waduk yang cukup tinggi itu dapat menggerakkan turbin PLTA sebelum dimanfaatkan untuk keperluan lain seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Sebagai keuntungan tambahan, waduk ini digunakan juga untuk perikanan.

Jadi fungsi utama sebuah bendungan atau waduk adalah untuk menstabilkan atau menciptakan pemerataan aliran air sungai baik dengan cara menampung

persediaan air sungai yang berubah sepanjang tahun maupun dengan melepas air tampungan itu secara terprogram melalui saluran air yang dibuat khusus di dalam tubuh bendungan sesuai kebutuhan.

Jenis bendungan atau dam dapat dibedakan berdasarkan ukuran, tujuan pembangunan, penggunaan, jalan aliran dan berdasarkan fungsinya, yaitu sebagai berikut: 1) Berdasarkan ukuran: a) Bendungan besar (*large dam*) ≥ 15 m, atau 10 – 15 m dengan beberapa syarat., b) Bendungan kecil (*small dam, weir, bendung*). 2) Berdasarkan tujuan pembangunan: a) Tujuan tunggal (*single purpose dam*), dan b) Serba guna (*multi purpose dam*). 3) Berdasarkan penggunaan: a) Membentuk waduk (*storage dam*), b) Penangkap/pembelok air (*diversion dam*), dan c) Memperlambat jalannya air (*detention dam*). 4) Berdasarkan jalannya aliran: a) Dilewati aliran (*overflow dam*) dan b) Menahan aliran (*non overflow dam*). 5) Berdasarkan konstruksi: a) Bendungan urugan (*fill dam, earth dam*) dan b) Bendungan beton (*concrete dam*). 6) Berdasarkan fungsi: a) Bendungan pengelak pendahuluan (*primary cofferdam*), b) Bendungan pengelak (*cofferdam*), c) Bendungan utama (*main dam*), d) Bendungan sisi (*high level dam*), e) Bendungan di tempat rendah (*saddle dam*), f) Tanggul (*dyke, levee*), g) Bendungan limbah industri (*industrial waste dam*). Dan h) Bendungan pertambangan (*mine tailing dam*).

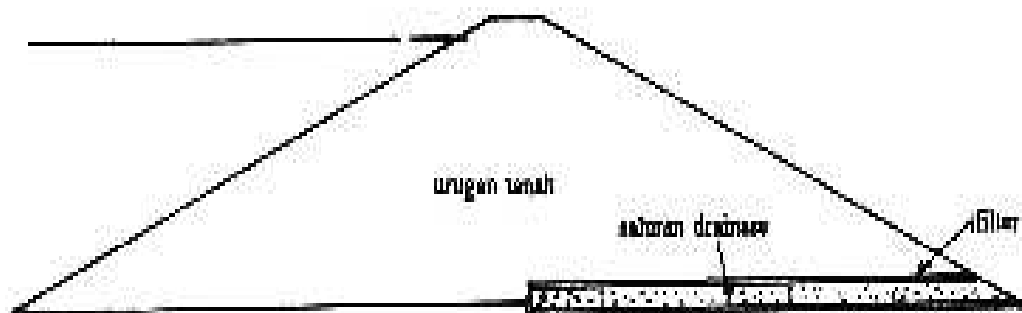


Gambar 18. Bagian-bagian Bendungan

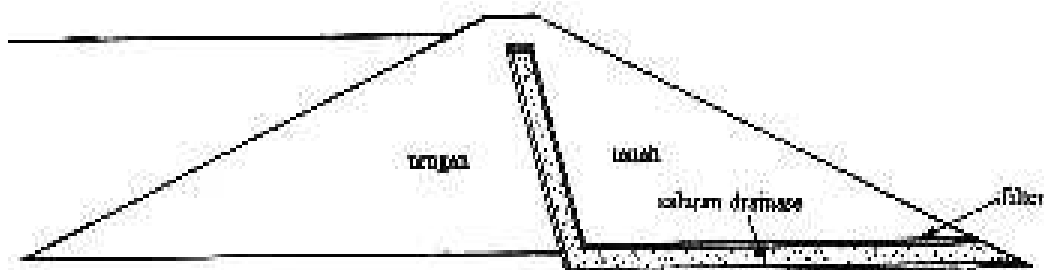
Bendungan yang dibangun dari hasil penggalian bahan tanpa tambahan bahan lain yang bersifat campuran secara kimia disebut Bendungan Urugan (*Fill/Earth*

Dam). Tipe Bendungan Urugan: 1) Bendungan urugan serba sama (*homogeneous dam*) sering disebut sebagai bendungan urugan tanah, 2) Bendungan urugan berlapis-lapis (*zone dam, rockfill dam*) terdiri atas beberapa lapisan: lapisan kedap air (*water tight layer*), lapisan batu (*rock zone, shell*), lapisan batu teratur (*rip-rap*), lapisan penyaring (*filter zone*), dan 3) Bendungan urugan batu dengan lapisan kedap air di muka (*impermeable face rockfill dam*). Lapisan kedap air (umumnya aspal dan beton bertulang) diletakkan di sebelah hulu bendungan.

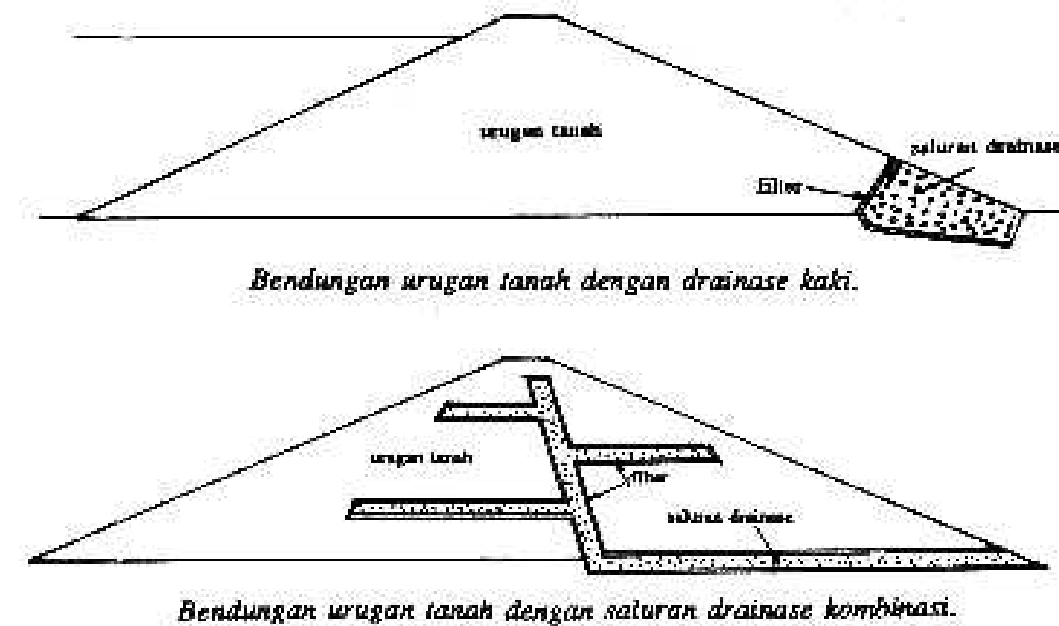
Bendungan urugan serba sama merupakan bendungan yang lebih dari setengah volumenya terdiri atas bahan bangunan (tanah, pasir atau kerikil) yang seragam, terdiri atas: 1) Bendungan urugan pasir dan kerikil dan 2) Bendungan urugan tanah (*earthfill dam*). Bendungan urugan tanah merupakan bendungan yang lebih setengah volumenya dari bahan bangunan tanah atau tanah liat yang seragam. Bendungan urugan terbagi atas 4 tipe berdasarkan bentuk saluran drainasenya, yaitu: 1) Bendungan urugan drainase tegak, 2) Bendungan urugan drainase horizontal, 3) Bendungan urugan drainase kaki, dan 4) Bendungan urugan drainase kombinasi.



Bendungan urugan tanah dengan saluran drainase horizontal.



Bendungan urugan tanah dengan saluran drainase tegak.



Gambar 19. Tipe Bendungan Urugan.

Bendungan atau dam adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi. Seringkali bendungan juga digunakan untuk mengalirkan air ke sebuah PLTA. Kebanyakan dam juga memiliki bagian yang disebut pintu air untuk membuang air yang tidak diinginkan secara bertahap atau berkelanjutan. Check dam atau bendungan adalah bangunan untuk menahan laju aliran air dan atau menaikkan muka air.

Biasanya bendungan difungsikan untuk pengairan pertanian, pembangkit listrik, tempat rekreasi dan perikanan. Bendungan banyak dibangun di Pulau Jawa karena daerahnya yang pegunungan, sering terjadi banjir, daerah pertanian luas dan lain-lain. Sedang waduk merupakan suatu kolam besar yang dipergunakan untuk menampung air dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Waduk ini ada yang alami atau buatan. Di Jawa Barat waduk-waduk yang ukurannya relatif kecil jumlahnya cukup banyak dan orang Jawa Barat menamakan waduk ukuran relatif kecil tersebut sebagai Situ/setu. Ukurannya ada yang kurang dari 1 ha dan yang besar hingga beberapa puluh ha. Kalau besar sekali berupa danau.



Gambar 20. Dinding Bendungan

Bendungan (dam) dan bendungan (weir) sebenarnya merupakan struktur yang berbeda. Bendungan (weir) adalah struktur bendungan berkepala rendah (*lowhead dam*), yang berfungsi untuk menaikkan muka air, biasanya terdapat di sungai. Air sungai yang permukaannya dinaikkan akan melimpas melalui puncak/mercu bendung (*overflow*). Dapat digunakan sebagai pengukur kecepatan aliran air di saluran/ sungai dan bisa juga sebagai penggerak pengilingan tradisional di negara-negara Eropa.



Gambar 21. Bendungan Pada Sungai Besar



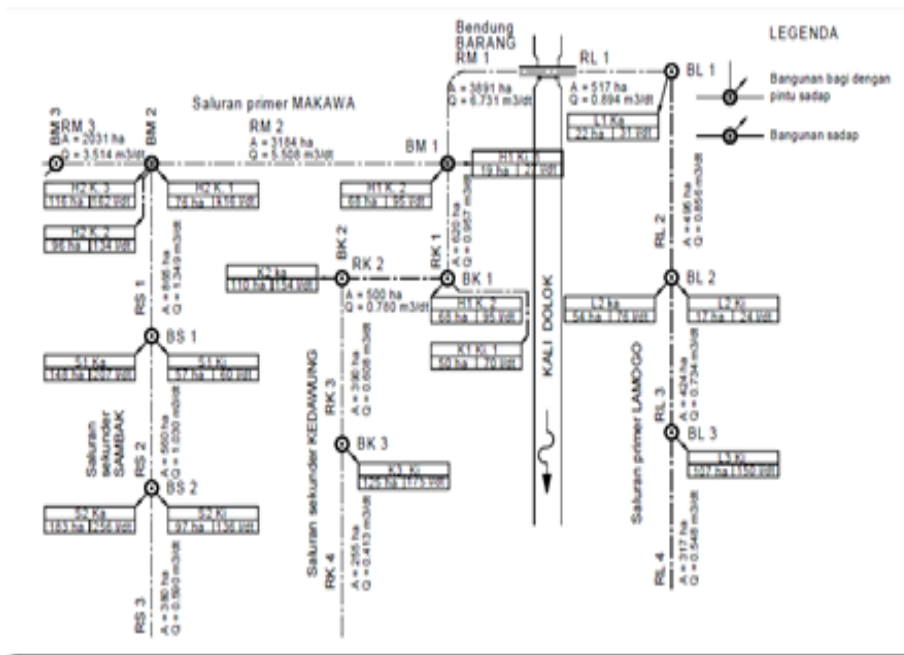
Gambar 22. Bendungan Sebagai Pembangkit Listrik

Di negara dengan sungai yang cukup besar dan deras alirannya, serangkaian bendungan dapat dioperasikan membentuk suatu sistem transportasi air. Di Indonesia, bendung banyak digunakan untuk irigasi dengan cara menaikkan muka air, bila muka air sungai lebih rendah dari muka tanah yang akan diairi.

f. Komponen Saluran Irigasi

Nama-nama yang diberikan untuk saluran-saluran irigasi dan pembuang, bangunan-bangunan dan daerah irigasi harus jelas dan logis. Nama yang diberikan harus pendek dan tidak mempunyai tafsiran ganda (ambigu). Nama-nama harus dipilih dan dibuat sedemikian sehingga jika dibuat bangunan baru kita tidak perlu mengubah semua nama yang sudah ada.

Daerah irigasi dapat diberi nama sesuai dengan nama daerah setempat, atau desa penting di daerah itu, yang biasanya terletak dekat dengan jaringan bangunan utama atau sungai yang airnya diambil untuk keperluan irigasi.

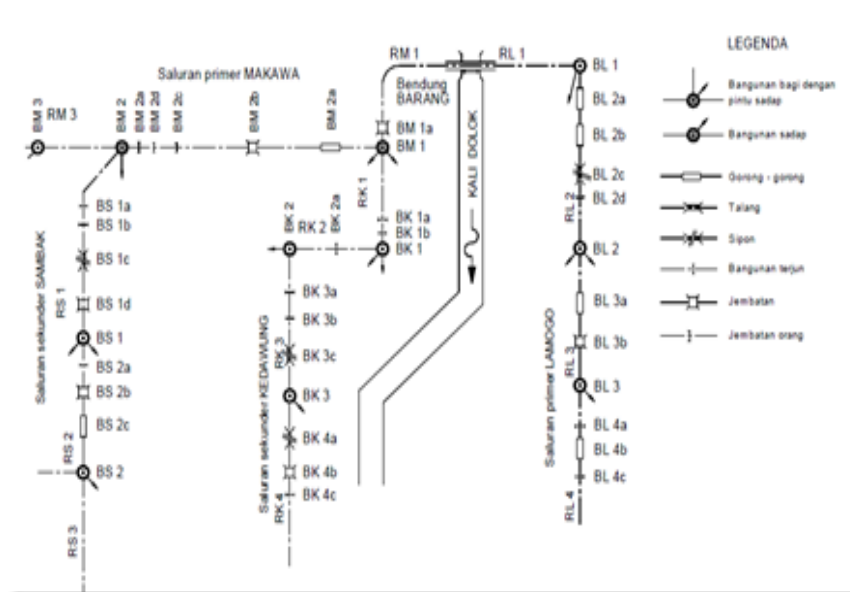


Gambar 23. Standar Tata Nama Skema Irigasi

Untuk pemberian nama-nama bangunan utama berlaku peraturan yang sama seperti untuk daerah irigasi, misalnya bendung elak Cikoncang melayani di Cikoncang. Sebagai contoh, lihat Gambar 23. Bendung Barang merupakan salah satu dari bangunan-bangunan utama di sungai Dolok. Bangunan-bangunan tersebut melayani daerah Makawa dan Lamogo, keduanya diberi nama sesuai dengan nama-nama desa utama di daerah itu.

1) Jaringan Irigasi Primer/Sekunder

Saluran irigasi primer sebaiknya diberi nama sesuai dengan daerah irigasi yang dilayani, contoh, saluran primer Makawa. Saluran sekunder sering diberi nama sesuai dengan nama desa yang terletak di petak sekunder. Petak sekunder akan diberi nama sesuai dengan nama saluran sekundernya. Sebagai contoh saluran sekunder Sambak mengambil nama desa Sambak yang terletak di petak sekunder Sambak.



Gambar 24. Standar Sistem Tata Nama Bangunan Irigasi

Saluran irigasi primer/sekunder dibagi menjadi ruas-ruas yang berkapasitas sama. Misalnya, RS2 adalah ruas saluran sekunder Sambak (S) antara bangunan sadap BS1 dan BS 2. Bangunan pengelak atau bagi adalah bangunan terakhir di suatu ruas. Bangunan itu diberi nama sesuai dengan ruas hulu tetapi huruf R (ruas) diubah menjadi B (Bangunan). Misalnya BS2 adalah bangunan pengelak di ujung ruas RS 2.

Bangunan-bangunan yang ada di antara bangunan-bangunan bagi sadap seperti gorong-gorong, jembatan, talang bangunan terjun, diberi nama sesuai dengan nama ruas di mana bangunan tersebut terletak juga mulai dengan huruf B (Bangunan), lalu diikuti dengan huruf kecil sedemikian sehingga bangunan yang terletak di ujung hilir mulai dengan "a" dan bangunan-bangunan yang berada lebih jauh di hilir memakai huruf b, c, dan seterusnya. Sebagai contoh BS2b adalah bangunan kedua pada ruas RS2 di saluran Sambak terletak antara bangunan-bangunan bagi BS 1 dan BS 2.

2) Jaringan Irigasi Tersier

Petak tersier diberi nama seperti bangunan sadap tersier dari jaringan utama. Misalnya petak tersier S1 kiri mendapat air dari pintu kiri bangunan bagi BS 1 yang terletak di saluran, contoh pada saluran Sambak. 0 Ruas-ruas saluran

tersier diberi nama sesuai dengan nama boks yang terletak di antara kedua boks, misalnya (T1 – T2), (T3 – K1). 0 Boks Tersier diberi kode T, diikuti dengan nomorurut menurut arah jarum jam, mulai dari boks pertama di hilir bangunan sadap tersier: T1, T2 dan sebagainya.

3) Saluran Drainase

Drainase atau biasa juga disebut drainase lapang (*field drainage*) adalah suatu sistem yang menerima air langsung dari sumber kemudian dialirkan ke lahan pertanian dan menyalurkannya ke sistem drainase utama yang membuang air dari areal lahan pertanian. Sistem drainase utama harus memberikan suatu *outlet* yang bebas dan dapat diandalkan untuk pengeluaran air dari drainase lapang. Dalam suatu sistem drainase bawah tanah dapat dibedakan 3 kategori drainase yakni lateral, kolektor, dan drainase utama.

Lateral biasa disebut juga drainase lapang atau *farm drains* atau *suction drains* yang berfungsi untuk mengendalikan fluktuasi kedalaman air tanah di lahan pertanian, juga berfungsi sebagai pengumpul aliran permukaan. Dari lateral air mengalir ke kolektor yang mengangkutnya ke saluran drainase utama. Sistem drainase lapang dapat terdiri dari (a) drainase terbuka dengan parit, (b) drainase *mole*, yakni berupa lubang bawah tanah, (c) drainase pipa, baik yang terbuat dari tanah liat, beton, atau pipa plastik yang ditanam di bawah tanah.

Jika pipa-pipa lateral berakhir pada saluran kolektor, maka sistem tersebut disebut sebagai sistem drainase pipa singular. Jika pipa kolektor juga terbuat dari pipa, maka sistem tersebut disebut sistem drainase pipa komposit.

a) Drainase Parit

Dibandingkan dengan sistem drainase pipa, drainase parit mempunyai beberapa keuntungan dan kerugian. Beberapa keuntungannya adalah (1) membuang air tanah, (2) membuang air permukaan, (3) kemiringan saluran untuk mengalirkan air biasanya lebih kecil daripada kemiringan yang diperlukan pada drainase pipa. Umumnya untuk parit kemiringannya adalah sekitar 0,01 %, sedangkan untuk pipa sekitar 0,1 %, (4) memudahkan pengawasan dan pemeliharaan.

Beberapa kerugian sistem drainase parit adalah (1) pengurangan luas lahan yang diusahakan untuk pertanian karena adanya parit, (2) pertumbuhan gulma dan pengendapan menyebabkan mahal biaya pemeliharaan, (3) lahan yang terpisah dengan adanya parit-parit akan menyebabkan sukar pengoperasian alat-alat mekanis. Umumnya di daerah datar, sistem drainase menggunakan pipa sebagai lateral dan parit sebagai kolektor.

Sedangkan di daerah berlereng seluruh sistem drainase lapang baik lateral maupun kolektor terbuat dari pipa yang dikenal dengan istilah sistem drainase pipa komposit. Akan tetapi dalam situasi berikut ini biasanya parit lebih sesuai untuk digunakan sebagai lateral, yaitu: (1) Jika muka air tanah dapat dikendalikan dengan jarak lateral yang cukup lebar, sehingga petakan lahan yang terbentuk cukup luas tidak mengurangi efisiensi pemakaian alat mekanis. Situasi ini kemungkinan dapat terjadi pada tanah dengan daya infiltrasi tinggi. (2) Jika sistem drainase harus juga mampu mengangkut air permukaan, misalnya pada tanah dengan laju infiltrasi rendah atau di daerah dengan intensitas hujan yang tinggi. Apabila diinginkan percepatan proses pematangan pada tanah alluvial yang baru direklamasi, dan (3) Jika hanya diinginkan muka air tanah yang dangkal, misalnya untuk padang rumput atau tanah gambut.

b) Ukuran Parit Drainase

Jika sistem drainase yang digunakan adalah parit lateral, maka perhitungan jarak dan kedalaman harus dipertimbangkan. Untuk kolektor, jarak parit ditentukan oleh ukuran lahan atau panjang maksimum pipa drainase. Pada lahan datar dengan sistem pipa drainase singular, jarak parit biasanya antara 200-500 m. Elevasi muka air di parit kolektor harus dipertahankan pada suatu kedalaman di bawah lubang pengeluaran dari pipa drainase (lateral).

Perhitungan dimensi parit mengikuti rancangan saluran tidak berlapis dengan mengetahui parameter seperti, (1) elevasi muka air yang diinginkan, (2) kapasitas debit, dan (3) jenis tanah. Kadang-kadang perhitungan dimensi parit menghasilkan suatu dimensi yang terlalu kecil sehingga dari segi konstruksi dan pemeliharaan sulit dikerjakan.

4) Fungsi dan Manfaat Gorong-gorong

Gorong-gorong adalah bangunan yang dipakai untuk membawa aliran air baik untuk saluran irigasi atau pembuang yang melewati bawah jalan. Gorong-gorong mempunyai potongan melintang yang lebih kecil daripada luas basah saluran hulu maupun hilir. Sebagian dari potongan melintang mungkin berada diatas muka air. Dalam hal ini gorong-gorong berfungsi sebagai saluran terbuka dengan aliran bebas.

Pada gorong-gorong aliran bebas, benda-benda yang hanyut dapat lewat dengan mudah, tetapi biaya pembuatannya umumnya lebih mahal dibanding gorong-gorong tenggelam. Dalam hal gorong-gorong tenggelam, seluruh potongan melintang berada di bawah permukaan air. Biaya pelaksanaan lebih murah, tetapi bahaya tersumbat lebih besar.



Gambar 25. Gorong-gorong berbentuk lingkaran

5) Kecepatan Aliran

Kecepatan yang dipakai di dalam perencanaan gorong-gorong bergantung pada jumlah kehilangan energi yang ada dan geometri lubang masuk dan keluar. Untuk

tujuan-tujuan perencanaan, kecepatan diambil adalah 1,5 m/dt untuk gorong-gorong di saluran irigasi, dan 3 m/dt untuk gorong-gorong di saluran pembuang.

6) Gorong-gorong Segi Empat

Gorong-gorong segi empat dibuat dari beton bertulang atau dari pasangan batu dengan pelat beton bertulang sebagai penutup. Gorong-gorong tipe pertama terutama digunakan untuk debit yang besar atau bila yang dipentingkan adalah gorong-gorong yang kedap air. Gorong-gorong dari pasangan batu dengan pelat beton bertulang sangat kuat dan pembuatannya mudah. Khususnya untuk tempat-tempat terpencil, gorong-gorong ini sangat ideal menyajikan contoh tipe gorong-gorong yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 26. Gorong-gorong persegi

3. Rangkuman

- a. Irigasi dan pengairan adalah suatu usaha mendatangkan air dengan membuat bangunan dan saluran-saluran untuk ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi, setelah air itu dipergunakan dengan sebaik-baiknya.
- b. Proses terjadinya air irigasi permukaan dapat dibagi menjadi empat fase, yaitu:

- Fase 1,** Ketika air dialirkan ke lahan, maka akan terjadi penambahan air di permukaan lahan sampai menggenangi seluruh permukaan lahan.
 - Fase 2,** Kemudian air irigasi akan mengalir ke luar lahan. Interval antara permukaan air akhir dan ketika air masuk disebut pembasahan atau fase genangan.
 - Fase 3,** Jika volume air di permukaan lahan mulai menurun, jika air tidak lagi dialirkan, karena terjadinya aliran permukaan (*runoff*) atau air masuk atau meresap ke dalam tanah.
 - Fase 4,** setelah tidak ada lagi air yang masuk ke lahan, maka permukaan air akan surut dan ini adalah fase resesi, dan kelebihan air itu akan dikeluarkan.
- c. Sistem irigasi di Indonesia sangat beragam, di antaranya, yaitu: Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation*), Irigasi Bawah Permukaan (*Sub Surface Irrigation*), Irigasi Pancaran (*Sprinkle Irrigation*), Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*), Irigasi Pompa Air, dan Irigasi Lokal.
 - d. Ketika musim kemarau tiba, utamanya kemarau panjang, curah air hujan akan rendah bahkan tidak ada sama sekali dan di sinilah irigasi memainkan peranannya. Ini juga terjadi pada daerah-daerah dengan resapan air yang rendah sehingga pada musim kemarau, sangat jarang ditemukan sumber air yang dapat mencukupi kebutuhan pertanian setempat.
 - e. Sumber air irigasi adalah: Danau, Rawa, dan bendungan atau dam.
 - f. Komponen saluran irigasi, terdiri dari: jaringan irigasi primer, sekunder, tersier dan saluran drainase.

4. Soal Latihan

- 1) Jelaskan pengertian irigasi dan pengairan
- 2) Jelaskan secara rinci mengenai proses irigasi
- 3) Sebutkan sistem irigasi di Indonesia
- 4) Jelaskan fungsi irigasi

- 5) Sebutkan sumber-sumber Irigasi
- 6) Sebutkan jenis/komponen saluran irigasi

5. Kunci Jawaban

- 1) Irigasi dan pengairan adalah suatu usaha mendatangkan air dengan membuat bangunan dan saluran-saluran untuk ke sawah/ladang dengan cara teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi, setelah air itu dipergunakan dengan sebaik-baiknya. Atau dapat juga Pengairan mengandung arti memanfaatkan dan menambah sumber air dalam tingkat tersedia bagi kehidupan tanaman, jika berlebihan dalam tanah maka dilakukan pembuangan (drainase), agar tidak mengganggu kehidupan tanaman.
- 2) Proses terjadinya air irigasi permukaan dapat dibagi menjadi empat fase, yaitu: 1) Ketika air dialirkan ke lahan, maka akan terjadi penambahan air di permukaan lahan sampai menggenangi seluruh permukaan lahan. 2) Kemudian air irigasi akan mengalir ke luar lahan. Interval antara permukaan air akhir dan ketika air masuk disebut pembasahan atau fase genangan. 3) Jika volume air di permukaan lahan mulai menurun, jika air tidak lagi dialirkan, karena terjadinya aliran permukaan (runoff) atau air masuk atau meresap ke dalam tanah. 4) setelah tidak ada lagi air yang masuk ke lahan, maka permukaan air akan surut dan ini adalah fase resesi, dan kelebihan air itu akan dikeluarkan.
- 3) Sistem irigasi di Indonesia sangat beragam, di antaranya, yaitu: Irigasi Permukaan (Surface Irrigation), Irigasi Bawah Permukaan (Sub Surface Irrigation), Irigasi Pancaran (Sprinkle Irrigation), Irigasi Tetes (Drip Irrigation), Irigasi Pompa Air, dan Irigasi Lokal.
- 4) Fungsi irigasi adalah sebagai berikut: a) sebagai simpanan suplai air, b) memenuhi kebutuhan air pada tanaman pertanian, c) mengalirkan air yang memuat zat lumpur serta zat hara penyubur tanaman untuk menyuburkan tanah yang menjadi lahan pertanian, d) mengalirkan air yang akan berfungsi mengendapkan kotoran atau limbah di dalam tanah ke dalam lapisan bawah (saluran drainase), e) mengendapkan zat-zat garam dari permukaan tanah ke tanah lapisan bawah sehingga di permukaan, kadar garam akan menurun,

f) menyiapkan tanah untuk mengalami proses pengolahan dengan terlebih dahulu melunakkannya, g) meninggikan tanah yang posisinya rendah. Lumpur yang terkandung dalam air irigasi dapat memungkinkan hal ini terjadi sehingga sehingga tanah yang potensial untuk pertanian dapat digunakan lebih maksimal, h) menurunkan suhu dalam tanah sehingga kondusif untuk pertanian, dan i) mengurangi kemungkinan kerusakan tanah yang diakibatkan oleh *frost*.

- 5) Sumber air irigasi adalah: danau, rawa, dan bendungan atau dam.
- 6) Jenis/komponen saluran irigasi, terdiri dari: jaringan irigasi primer, sekunder, tersier dan saluran drainase.

6. Sumber Informasi dan Referensi

Anonimos. <http://wong168.files.wordpress.com/2018/07/gambar-siklus-hidrologi-15-juli-2018.png>. Gambar siklus hidrologi (15 Juli 2018).

Arsyad, S, 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor.

Bahrin Samad dan Husainy Azhary. 1980. Iklim dan Pengairan., CV Yasaguna. , Yogyakarta.

Chay Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta.

Davie T., 2008, Fundamentals of Hydrology, London and New York, Routledge

Hadisusanto, N. 2011. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.

Kartasapoetra, A. G., Sutedjo M, M dan E. Pollein. 2010. Teknologi Pengairan Pertanian (Irigasi), Bumi Aksara. Jakarta

Linsley et al., 1975, Applied Hydrology

Robiyanto H.S. dan Rahmad H.P. 1998. Hidrologi dan Pengendalian Jumlah Air. Terjemahan dari: Hydrology and Water Quantity Control (Martin P.W). Pusat Penelitian Manajemen Air dan Lahan. Unsri. Palembang.

Seyhan E., 1977, Fundamentals of Hydrology, Nederland, Geografisch Institut der Rijksuniversiteit te Utrecht, Universiteitscentrum "De Uithof" Transitorium II Heidelberglaan.

Sharma, P.K. and S.K. De Data. 1985. Effects of Puddling on Soil Physical Properties and Processes. p. 217-234. In IRRI (1985).

Suyono, Adji T.N., Widyastuti M., 2011, Geografi Fisik (Hidrologi), Yogyakarta, Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi UGM.

Suyono Sosrosudarsono dan Kensaku Takeda. 1999. Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

Takeda, Kensaku. 2005. Hidrologi Pertanian. PT. Pratyta Utama, Bogor.

Todd D.K., 1980, Groundwater Hydrology, New York, John Wiley & Sons.

C. Penilaian

1. Sikap

LEMBAR PENGAMATAN PENILAIAN SIKAP

PENILAIAN OBSERVASI

Rubrik:

Indikator sikap aktif dalam pembelajaran:

1. Kurang baik *jika* menunjukkan sama sekali tidak ambil bagian dalam pembelajaran
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ambil bagian dalam menyelesaikan tugas kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten

Indikator sikap bekerjasama dalam kegiatan kelompok.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak berusaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok.

- Indikator sikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.**

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

[illegible]

Rekapitulasi Penilaian Sikap – Observasi

NO	Nama Mahasiswa	SIKAP							Skor Rata-rata
		Tanggung Jawab	Jujur	Pedul	Kerja Sama	Santun	Percaya Diri	Disiplin	
1									
2									
...									

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Praktikum

Mata Kuliah :
 Semester/Kelas :
 Topik/Subtopik :
 Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku ilmiah disiplin, tanggung jawab, jujur, teliti dalam melakukan percobaan

No	Nama Mahasiswa	Disiplin	Tanggung Jawab	Kerjasama	Teliti	Kreatif	Peduli Lingkungan	Keterangan
1								
2								
...								

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Diskusi

Mata Kuliah :
 Semester/Kelas :
 Topik/Subtopik :
 Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku kerja sama, santun, toleran, responsif dan proaktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

No	Nama Mahasiswa	Kerja sama	Rasa Ingin Tahu	Santun	Komunikatif	Keterangan
1						
2						
'''						

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

LEMBAR PENILAIAN SIKAP-JURNAL

Nama Mahasiswa :

Semester/Kelas :

No.	Hari/Tanggal	Sikap/Perilaku		Keterangan
		Positif	Negatif	

Kesimpulan :

.....

2. Pengetahuan

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN TERTULIS

(Bentuk Uraian)

Soal Tes Uraian

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Kunci Jawaban Soal Uraian dan Pedoman Penskoran

Alternatif jawaban	Penyelesaian	Skor
1		2
2		2
3		2
4		2
5		2
	Jumlah	10

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{5} \times 10$$

Penilaian Pengetahuan - Tes Tulis Uraian	
Topik	:
Indikator	:
Soal	:
	a.
	b.
Jawaban	:
	a.
	b.
Pedoman Penskoran	

No	Jawaban	Skor
a.		
b.		
Skor maksimal		

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (ANALISIS)- TES TERTULIS

NO	NAMA MAHASISWA	ESSAY					SKOR		NILAI
		01	02	03	04	05	PG	E	
1									
2									
3									
4									
5									
...									

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

Observasi terhadap Diskusi Tanya Jawab dan Percakapan

Semester/Kelas:

No	Nama Mahasiswa	Pernyataan							
		Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran Konsep		Ketepatan penggunaan istilah		Dan lain sebagainya	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1									
2									
3									
...									

Penilaian pengetahuan - Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Percakapan								
Nama Mahasiswa	Pernyataan						Jumlah	
	Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran konsep		Ketepatan penggunaan istilah			
	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK
....								
....								
....								

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

PENILAIAN PENUGASAN

Penilaian Pengetahuan – Penugasan	
Mengidentifikasi	
Tugas : Menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja .....secara tertulis dengan berbagai media.	
Indikator : membuat laporan hasil percobaan cara kerja	
Langkah Tugas :	
1. Lakukan observasi ke atau tempat lainnya untuk mendapatkan informasi mengenai	
2. Datalah yang kamu dapatkan dalam bentuk tabel yang berisi,	
3. Diskusikan hasil observasi yang kamu lakukan bersama teman-temanmu untuk menjawab pertanyaan berikut:	
a. Jenis .....apa yang paling banyak kamu temukan di ?	
b. Bagaimana yang terjadi?	
c. Keuntungan apa yang diperoleh dalam kehidupan?	
4. Tuliskan hasil kegiatanmu dalam bentuk laporan dan dikumpulkan serta dipresentasikan pada kegiatan pembelajaran berikutnya	

Rubrik Penilaian

No.	Kriteria	Kelompok								
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Kesesuaian dengan konsep dan prinsip mata kuliah									
2	Ketepatan memilih bahan									
3	Kreativitas									
4	Ketepatan waktu pengumpulan tugas									
5	Kerapihan hasil									
	Jumlah skor									

Keterangan: 4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = cukup baik, 1 = kurang baik

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{JumlahSkor}}{20}$$

3. Keterampilan

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - UNJUK KERJA

Pekerjaan :

-
-
-
-

Tabel : Rubrik Penilaian Unjuk Kerja

Tingkat	Kriteria
4	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar, sesuai dengan prosedur operasi dan penerapan konsep yang berhubungan dengan tugas ini

Tingkat	Kriteria
3	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar tetapi ada cara yang tidak sesuai atau ada satu jawaban salah. Sedikit kesalahan perhitungan dapat diterima
2	Jawaban menunjukkan keterbatasan atau kurang memahami masalah yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Ada jawaban yang benar dan sesuai dengan prosedur, dan ada jawaban tidak sesuai dengan permasalahan yang ditanyakan.
1	Jawaban hanya menunjukkan sedikit atau sama sekali tidak ada pengetahuan bahasa Inggris yang berhubungan dengan masalah ini. Ciri-ciri: Semua jawaban salah, atau Jawaban benar tetapi tidak diperoleh melalui prosedur yang benar.
0	Tidak ada jawaban atau lembar kerja kosong

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN- UNJUK KERJA

Semester/Kelas:

No	Nama Mahasiswa	Tingkat				Nilai	Ket.
		4	3	2	1		
1.							
2.							
3.							
...							

Lembar Pengamatan	
Penilaian Keterampilan - Unjuk Kerja/Kinerja/Praktik	
Topik	:
KI	:
KD	:
Indikator	:

No	Nama Mahasiswa	Persiapan Praktik	Pelaksanaan Praktik	Kegiatan Akhir Praktik	Jumlah Skor
1					
2					
....					
....					

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Persiapan Praktik (Menyiapkan alat Bahan)	30	- Alat-alat tertata rapih sesuai dengan keperluannya - Bahan-bahan yang digunakan tersusun dengan benar dan tepat - Kerapihan dan penggunaan Bahan-bahan tersedia di tempat yang sudah ditentukan.
		20	Ada 2 aspek yang tersedia
		10	Ada 1 aspek yang tersedia
2	Pelaksanaan Per-cobaan	30	- Menggunakan alat dengan tepat - Membuat barang yang diperlukan dengan tepat - Menuangkan / menambahkan bahan yang tepat - Mengamati hasil praktek dengan tepat
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia
3	Kegiatan akhir praktikum	30	- Membuang barang tak terpakai atau sampah ketempatnya - Membersihkan alat dengan baik - Membersihkan meja - Mengembalikan barang kelas ke tempat semula
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - PROYEK

Proyek :

-
-
-
-

Orientasi Masalah:

Bentuklah tim kelompokmu, kemudian pergilah ke yang ada dimu. Ambil bahan amatan yang digunakan untuk terhadap antara terhadapyang berada di, lakukan pengamatan berulang-ulang sehingga kamu menemukanyang antara dengan tersebut!

Langkah-langkah Pengerjaan:

1. Kerjakan tugas ini secara kelompok. Anggota tiap kelompok paling banyak 4 orang.
2. Selesaikan masalah terkait
3. Cari data dengan tersebut
4. Bandingkan untuk mencari umum jumlahpertahun
5. Lakukan prediksi dengan tersebut
6. Hasil pemecahan masalah dibuat dalam laporan tertulis tentang kegiatan yang dilakukan yang meliputi perencanaan, pelaksanaan pemecahan masalah, dan pelaporan hasil pemecahan masalah
7. Laporan bagian perencanaan meliputi: (a) tujuan kegiatan, (b) persiapan/strategi untuk pemecahan masalah

8. Laporan bagian pelaksanaan meliputi: (a) pengumpulan data, (b) proses pemecahan masalah, dan (c) penyajian data hasil
9. Laporan bagian pelaporan hasil meliputi: (a) kesimpulan akhir, (b) pengembangan hasil pada masalah lain (jika memungkinkan)
10. Laporan dikumpulkan paling lambat minggu setelah tugas ini diberikan

Rubrik Penilaian Proyek:

Kriteria	Skor
• Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah • Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan • Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat • Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti • Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, terdapat pengembangan hasil pada masalah lain • Kerjasama kelompok sangat baik	4
• Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah • Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan • Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat • Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti • Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain • Kerjasama kelompok sangat baik	3

Kriteria	Skor
- Jawaban benar tetapi kurang sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang kurang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data kurang berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang kurang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok baik	2
- Jawaban tidak benar - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang tidak jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data tidak berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang tidak sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok kurang baik	1
Tidak melakukan tugas proyek	0

Penilaian Keterampilan – Proyek			
Mata Kuliah	:	Dosen Pembimbing	:
Nama Proyek	:	Nama	:
Alokasi Waktu	:	Kelas	:
No	Aspek	Skor (1 – 5)	
1	PERENCANAAN : a. Rancangan Alat - Alat dan bahan - Gambar rancangan/desain b. Uraian cara menggunakan alat dan prosedur penggunaan		
2	PELAKSANAAN : a. Keakuratan Sumber Data / Informasi b. Kuantitas dan kualitas Sumber Data c. Analisis Data d. Penarikan Kesimpulan		
3	LAPORAN PROYEK : a. Sistematika Laporan b. Performans c. Presentasi		
Total Skor			

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN PENILAIAN PRODUK

Nama Produk :

Nama Mahasiswa :

No	Aspek	Skor			
		1	2	3	4
1	Perencanaan Bahan				
2	Proses Pembuatan				
	a. Persiapan Alat dan Bahan				
	b. Teknik Pengolahan				
	c. K3 (Keamanan, Keselamatan, dan Kebersihan)				
	d. Menggunakan 3M (murah, Mudah, Modifikasi)				
3	Hasil Produk				
	a. Bentuk Fisik				
	b. Bahan				
	c. Warna				
	d.				
Total Skor					

- Aspek yang dinilai disesuaikan dengan jenis produk yang dibuat
- Skor diberikan tergantung dari ketepatan dan kelengkapan jawaban yang diberikan. Semakin lengkap dan tepat jawaban, semakin tinggi perolehan skor.

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN PENILAIAN PORTOFOLIO

Tugas

-
-
-
-

Rubrik Penilaian

Nama mahasiswa :

Kelas :

No	Kategori	Skor	Alasan
1	Apakah portofolio lengkap dan sesuai dengan rencana?		
2	Apakah lembar isian dan lembar kuesioner yang dibuat sesuai?		
3	Apakah terdapat uraian tentang prosedur pengukuran/pengamatan yang dilakukan?		
4	Apakah isian hasil pengukuran/pengamatan dilakukan secara benar?		
5.	Apakah data dan fakta yang disajikan akurat?		
6.	Apakah interpretasi dan kesimpulan yang dibuat logis?		
7.	Apakah tulisan dan diagram disajikan secara menarik?		
8.	Apakah bahasa yang digunakan untuk menginterpretasikan lugas, sederhana, runtut dan sesuai dengan kaidah EYD?		
Jumlah			

Kriteria: 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = cukup, 2 = kurang, dan 1 = sangat kurang

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{40}$$

Penilaian Keterampilan – Produk		
Mata Pelajaran	:	Nama Mahasiswa :
Nama Produk	:	Kelas :
Alokasi Waktu	:	
No	Aspek	Skor (1 – 5)
1	Tahap Perencanaan Bahan	
2	Tahap Proses Pembuatan : a. Persiapan alat dan bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan)	
3	Tahap Akhir (Hasil Produk) a. Bentuk fisik b. Inovasi(3 M)	
Total Skor		

Penilaian Keterampilan – Portofolio	
Mata Kuliah	:
Semester/Kelas	:
Tahun Ajaran	:
Judul portofolio	: Pelaporan merancang /perakitan alat praktik dan Penyusunan laporan praktik
Tujuan	: Peserta didik dapat merancang/merakit alat dan menyusun laporan praktik matakuliah sebagai tulisan ilmiah
Ruang lingkup	:
Karya portofolio yang dikumpulkan adalah laporan seluruh hasil rancangan/rakitan alat dan laporan praktikum bidang studi semester	
Uraian tugas portofolio	
1. Buatlah laporan kegiatan merancang/merakit alat, laporan praktikum matakuliah sebagai tulisan ilmiah	
2. Setiap laporan dikumpulkan selambat-lambatnya seminggu setelah mahasiswa melaksanakan tugas	

Penilaian Portofolio Penyusunan Laporan Perancangan Percobaan dan Laporan Praktikum

Mata Kuliah :

Alokasi Waktu :

Sampel yang dikumpulkan : Laporan

Nama Mahasiswa :

Semester/Kelas :

No	Indikator	Periode	Aspek yang dinilai				Catatan / Nilai
			Kebenaran Konsep	Kelengkapan gagasan	Sistematika	Tata Bahasa	
1	....	....					
2	Menyusun laporan perancangan percobaan						
3	Menyusun laporan praktik						
4	....	....					

Rubrik Penilaian portofolio Laporan Praktikum

No	Komponen	Skor
1	Kebenaran Konsep	Skor 25 jika seluruh konsep bidang studi pada laporan benar Skor 15 jika sebagian konsep bidang studi pada laporan benar Skor 5 jika semua konsep bidang studi pada laporan salah
2	Kelengkapan gagasan	Skor 25 jika kelengkapan gagasan sesuai konsep Skor 15 jika kelengkapan gagasan kurang sesuai konsep Skor 5 jika kelengkapan gagasan tidak sesuai konsep
3	Sistematika	Skor 25 jika sistematika laporan sesuai aturan yang disepakati Skor 15 jika sistematika laporan kurang sesuai aturan yang disepakati Skor 5 jika sistematika laporan tidak sesuai aturan yang disepakati
4	Tatabahasa	Skor 25 jika tatabahasa laporan sesuai aturan Skor 15 jika tatabahasa laporan kurang sesuai aturan Skor 5 jika tatabahasa laporan tidak sesuai aturan

Keterangan:

Skor maksimal = jumlah komponen yang dinilai x 25 = 4 x 25 = 100

$$\text{Nilai portofolio} = \text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 4$$

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan karya ilmiah.)

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan dan menulis surat.)
JUDUL

Kegiatan Pembelajaran 6:

6. NERACA AIR

A. Deskripsi

Pada bab ini akan dibahas tentang “Neraca Air” yang menguraikan tentang Neraca Air dan Kebutuhan Air Tanaman.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Dengan mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mengerti tentang Neraca Air. Adapun sebaran dari tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Menjelaskan tentang pengertian neraca air tanah
- b. Menjelaskan tentang debit air pengairan
- c. Menjelaskan tentang kecepatan arus dan debit air
- d. Menjelaskan tentang kebutuhan air irigasi sawah
- e. Menjelaskan tentang Penggunaan konsumtif
- f. Menjelaskan tentang Hujan efektif
- g. Menjelaskan tentang kebutuhan air irigasi

2. Uraian Materi

a. Pengertian Neraca Air

Neraca air atau analisis kebutuhan air irigasi merupakan salah satu tahapan penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi. Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman pada suatu periode untuk dapat tumbuh dan memproduksi secara normal.

b. Debit air Pengairan

Untuk menentukan kebutuhan air pengairan harian di lapangan yaitu berapa m³ setiap hari dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q1 = \frac{H \times A}{T} \times 10000 \dots\dots\dots 4$$

Keterangan:

Q1 = Kebutuhan air harian (m³/ hari)

H = Tinggi kebutuhan air (m)

A = Luas areal persawahan (ha)

T = Interval Pemberian air (hari)

Untuk mengetahui dan menentukan kebutuhan air pada pintu pemasukan yaitu berapa m³ setiap waktu dapat digunakan persamaan berikut:

$$Q2 = \frac{Q1}{86400} \times \frac{1}{Ec} \dots\dots\dots 5$$

Keterangan:

Q1 = Jumlah air yang masuk ke petak lahan

Q2 = Jumlah air yang keluar dari petak lahan

I = Kehilangan air di saluran (%)

Ec = Efisiensi penyaluran air (%)

Efisiensi debit penyaluran air pengairan untuk sampai pada areal pertanian setelah diperhitungkan kehilangan selama penyaluran seperti evaporasi, perembesan dan bocoran dapat dihitung dengan persamaan:

$$Ec = \frac{Wf}{Wr} \times 100\% \dots\dots\dots 6$$

Keterangan:

Ec = Efisiensi Penyaluran air pengairan

W_f = Air yang sampai pada areal pertanian

W_r = Air yang dialirkan dari sumber

Untuk gorong-gorong pendek ($L < 20$ m) seperti yang biasa direncanakan dalam jaringan irigasi, harga-harga μ seperti yang diberikan pada Tabel 1 dapat dianggap mendekati benar, untuk rumus:

$$vQ = \mu \frac{Ag}{\sqrt{z}} \dots\dots\dots 7$$

Keterangan:

Q = debit (m^3/dt).

μ = koefisien debit lihat Tabel 6.1.

A = luas pipa (m^2).

g = percepatan gravitasi (m/dt^2) ($\approx 9,8$).

z = kehilangan tinggi energi pada gorong-gorong (m)

Tabel 1. Nilai Koefisien Debit μ dalam Gorong-gorong

Tinggi dasar di bangunan sama dengan di saluran		Tinggi dasar di bangunan lebih tinggi daripada di saluran		
Sisi	μ	Ambang	Sisi	μ
Segi empat	0,80	Segi empat	segi empat	0,72
Bulat	0,90	Bulat	segi empat	0,76
		Bulat	bulat	0,85

c. Kecepatan Arus dan Debit Air

Pergerakan air atau arus air diperlukan untuk ketersediaannya makanan bagi jasad renik dan oksigen. Selain itu untuk menghindari karang dari proses pengendapan. Adanya adukan air yang disebabkan oleh adanya pergerakan air akan menghasilkan oksigen di dalam perairan tersebut. Pada umumnya bila suatu

perairan mempunyai arus yang cukup deras maka kadar oksigen yang terlarut juga akan semakin tinggi.

Untuk menghitung kecepatan arus diperlukan alat, yaitu: 1) Current meter atau benda yang terapung (bola pingpong), 2) roll meter, 3) *stop watch*, 4) tali rafia, dan 5) ranting kayu. Adapun cara mengukur kecepatan arus adalah sebagai berikut: 1) setiap 100 meter perairan tersebut diberi tanda dengan ranting kayu searah aliran air, 2) bola pingpong yang telah diikat dengan tali rafia diletakkan di atas permukaan air berbarengan dengan dijalankannya *stop watch*, 3) kecepatan gerakan bola tiap 100 meter dicatat, dan 4) percobaan diulangi hingga beberapa kali dan dirata-ratakan. Perhitungan kecepatan arus adalah sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan Arus} = \frac{\text{Jarak yang ditempuh}}{\text{Waktu yang dibutuhkan}} = \dots \frac{\text{meter}}{\text{detik}} \dots\dots\dots 8$$

Debit air adalah volume aliran air per satuan waktu. Debit air dipengaruhi oleh luas penampang perairan dan kecepatan arus. Alat yang digunakan untuk mengukur debit air adalah sebagai berikut: 1) roll meter, 2) Bandul logam, dan 3) bola pingpong. Cara kerjanya, yaitu: 1) diukur lebar dan panjang perairan, lebar dan panjang perairan tersebut dibagi rata untuk beberapa titik, b) kemudian pada tiap titik diukur kedalamannya dengan bandul logam untuk kemudian dibuat gambar penampang perairan dan diukur luas perairan tersebut (A m²), dan c) dihitung juga kecepatan arus air dengan menggunakan bola pingpong. Perhitungan debit air secara tidak langsung dapat digunakan persamaan:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots 9$$

Keterangan:

Q = Debit air (m³/detik)

A = luas penampang (m²)

V = kecepatan aliran/arus (m/detik)

Kebutuhan air nyata untuk areal usaha pertanian meliputi evapotranspirasi (ET), sejumlah air yang dibutuhkan untuk pengoperasian secara khusus seperti penyiapan lahan dan penggantian air, serta kehilangan selama pemakaian. Sehingga kebutuhan air dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$KAI=ET + KA + KK \dots\dots\dots 10$$

Keterangan :

KAI = Kebutuhan Air Irigasi

ET = Evapotranspirasi

KA = Kehilangan air

KK = Kebutuhan Khusus

Misalnya evapotranspirasi suatu tanaman pada suatu lahan tertentu pada suatu periode adalah 5 mm per hari, kehilangan air ke bawah (perkolasi) adalah 2 mm per hari dan kebutuhan khusus untuk penggantian lapis air adalah 3 mm per hari maka. kebutuhan air pada periode tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

$$KAI = 5 + 2 + 3 \dots\dots\dots 11$$

KAI = 10 mm perhari

Untuk memenuhi kebutuhan air ingasi terdapat dua sumber utama. yaitu pernberian air irigasi (PAI) dan hujan efektif (HE). Di samping itu terdapat sumber lain yang dapat dimanfaatkan adalah kelengasan yang ada di daerah perakaran serta kontribusi air bawah permukaan. Pemberian Air Irigasi dapat dipandang sebagai kebutuhan air dikurangi hujan efektif dan sumbangan air tanah.

$$PAI=KAI+HE+KAT \dots\dots\dots 12$$

Keterangan:

PAI = Pemberian air irigasi

KAI = Kebutuhan air

HE = Hujan efektif

KAT = Kontribusi air tanah

Sebagai contoh misalnya kebutuhan air pada suatu periode telah dihitung sebesar 10 mm per hari, sumbangan hujan efektif pada periode tersebut juga telah dihitung sebesar 3 mm per hari dan kontribusi air tanah adalah 1 mm per hari, maka air yang perlu diberikan adalah:

$$PAI = 10 - 3 -1$$

PAI = 6 mm per hari

d. Kebutuhan Air Irigasi Sawah

Analisis kebutuhan air untuk tanaman padi di sawah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: 1) pengolahan lahan, 2) penggunaan konsumtif, 3) perkolasi, 4) penggantian lapisan air, 5) sumbangan hujan efektif.

Kebutuhan air total di sawah merupakan jumlah faktor 1 sampai dengan 4, sedangkan kebutuhan netto air di sawah merupakan kebutuhan total dikurangi faktor hujan efektif. Kebutuhan air di sawah dapat dinyatakan dalam satuan mm/hari ataupun lt/dt.

Kebutuhan air untuk pengolahan lahan padi periode pengolahan lahan membutuhkan air yang paling besar jika dibandingkan tahap pertumbuhan. Kebutuhan air untuk pengolahan lahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah: 1) karakteristik tanah, 2) waktu pengolahan, 3) tersedianya tenaga dan ternak, serta 4) mekanisasi pertanian.

Kebutuhan air untuk penyiapan dapat ditentukan berdasarkan kedalaman tanah dan porositas tanah di sawah, seperti diusulkan pada kriteria perencanaan irigasi 1986 sebagai berikut:

$$PWR = \frac{(Sa-Sb)N.d}{10^4} + Pd + F1 \dots\dots\dots 13$$

Keterangan:

- PWR = kebutuhan air untuk penyiapan lahan (mm)
- Sa = derajat kejenuhan tanah setelah penyiapan lahan dimulai (%)
- Sb = derajat kejenuhan tanah sebelum penyiapan lahan dimulai (%)
- N = porositas tanah, dalam % rata-rata per kedalaman tanah
- d = asumsi kedalaman tanah setelah pekerjaan penyiapan lahan (mm)
- Pd = kedalaman genangan setelah pekerjaan penyiapan lahan (mm)
- F 1 = kehilangan air di sawah selama 1 hari (mm)

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan secara empiris sebesar 250 mm, meliputi kebutuhan untuk penyiapan lahan dan untuk lapisan air awal setelah transplantasi selesai (Kriteria Perencanaan Irigasi KP 01). Untuk lahan yang sudah lama tidak ditanami (bero), kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan sebesar 300 mm. Kebutuhan air untuk persemaian

termasuk dalam kebutuhan air untuk penyiapan lahan. Analisis kebutuhan air selama pengolahan lahan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$IR = M \frac{e^k}{(e^k - 1)} \dots\dots\dots 14$$

$$M = E_o + P \dots\dots\dots 15$$

$$k = \frac{MT}{S} \dots\dots\dots 16$$

Keterangan:

- IR = kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari)
- M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)
- E_o = Evaporasi potensial (mm/hari)
- P = perkolasi (mm/hari)
- K = konstanta
- T = jangka waktu pengolahan (hari)
- S = kebutuhan air untuk penjenuhan (mm)
- e = bilangan eksponen 2,7182

e. Penggunaan Konsumtif

Penggunaan air untuk kebutuhan tanaman (*consumptive use*) dapat didekati dengan menghitung evapotranspirasi tanaman yang besarnya dipengaruhi oleh jenis tanaman, umur tanaman dan faktor klimatologi. Nilai evapotranspirasi merupakan jumlah dari evaporasi dan transpirasi. Evaporasi sebagai proses perubahan molekul air di permukaan menjadi molekul air di atmosfer. Sedangkan transpirasi sebagai proses fisiologis alamiah pada tanaman, di mana air yang dihisap oleh akar diteruskan lewat tubuh tanaman dan diuapkan kembali melalui pucuk daun. Nilai evapotranspirasi dapat diperoleh dengan pengukuran di lapangan atau dengan rumus-rumus empiris.

Untuk keperluan perhitungan kebutuhan air irigasi dibutuhkan nilai evapotranspirasi potensial (E_{to}) yaitu evapotranspirasi yang terjadi apabila

tersedia cukup air. Kebutuhan air untuk tanaman adalah nilai E_t dikalikan dengan suatu koefisien tanaman.

$$ET = kc \cdot E_t \dots\dots\dots 17$$

Keterangan:

ET = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

E_t = Evaporasi tetapan/tanarnan acuan (mm/hari)

kc = Koefisien tanaman

Kebutuhan air konsumtif ini dipengaruhi oleh jenis dan usia tanaman (tingkat pertumbuhan tanaman). Pada saat tanaman mulai tumbuh, nilai kebutuhan air konsumtif meningkat sesuai pertumbuhannya dan mencapai maksimum pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum. Setelah mencapai maksimum dan berlangsung beberapa saat menurut jenis tanaman, nilai kebutuhan air konsumtif akan menurun sejalan dengan pematangan biji. Pengaruh watak tanaman terhadap kebutuhan tersebut dengan faktor tanaman (kc).

Nilai koefisien pertumbuhan tanaman ini tergantung jenis tanaman yang ditanam. Untuk tanaman jenis yang sama juga berbeda menurut varietasnya. Sebagai contoh padi dengan varietas unggul masa tumbuhnya lebih pendek dari padi varietas biasa. Pada Tabel. 2 disajikan harga-harga koefisien tanaman padi dengan varietas unggul dan varitas biasa menurut Nedeco/Prosida dan FAO.

Tabel 2. Harga Koefisien (kc) Tanaman Padi

Periode 15 hari ke	Nedeco / Prosida		FAO	
	Varitas Biasa	Varitas Unggul	Varitas Biasa	Varitas Unggul
1	1,20	1,20	1,10	1,10
2	1,20	1,27	1,10	1,10
3	1,32	1,33	1,10	1,05
4	1,40	1,30	1,10	1,05
5	1,35	1,30	1,10	1,05
6	1,25	0	1,05	0,95
7	1,12	-	0,95	0
8	0	-	0	-

Evapotranspirasi (ET_o) tetapan, yaitu laju evapotranspirasi dari suatu permukaan luas tanaman rumput hijau setinggi 8 sampai 15 cm yang menutup tanah dengan ketinggian seragam dan seluruh permukaan teduh tanpa suatu bagian yang menerima sinar secara langsung serta rumput masih tumbuh aktif tanpa kekurangan air. Evapotranspirasi tetapan disebut juga dengan evapotranspirasi referensi/keluar. Terdapat beberapa cara untuk menentukan evapotranspirasi tetapan, salah satunya seperti yang diusulkan oleh Kriteria Perencanaan Irigasi 1986 sebagai berikut:

$$ET_o = E_{pan} \times k_{pan} \dots\dots\dots 18$$

dimana :

- ET_o = Evaporasi tetapan/tanaman acuan (mm/hari)
- E_{pan} = Pembacaan panci Evaporasi
- k_{pan} = koefisien panci

Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah. Data-data mengenai perkolasi akan diperoleh dari penelitian kemampuan tanah maka diperlukan penyelidikan kelulusan tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan (*puddling*) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Untuk menentukan laju perkolasi, perlu diperhitungkan tinggi muka air tanahnya. Sedangkan rembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah.

Setelah pemupukan perlu dijadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan. Penggantian diperkirakan sebanyak 2 (dua) kali masing-masing 50 mm satu bulan dan dua bulan setelah transplantasi (atau 3,3 mm/hari selama 1/2 bulan).

f. Hujan Efektif

Untuk menentukan besarnya sumbangan hujan terhadap kebutuhan air oleh tanaman terdapat beberapa cara, di antaranya secara empirik maupun dan simulasi. Kriteria Perencanaan Irigasi mengusulkan hitungan hujan efektif

berdasarkan data pengukuran curah hujan di stasiun terdekat, dengan panjang pengamatan selama 10 tahun.

Padi sebagai tanaman yang menghasilkan beras. Beras adalah makanan pokok bagi manusia yang berdomisili di negara Indonesia. Meskipun beras dapat diganti dengan makanan lainnya, namun beras memiliki nilai yang penting bagi orang yang sudah terbiasa mengkonsumsi beras/nasi dan tidak akan mudah menggantinya dengan makanan pokok yang lainnya. Selain itu, beras juga memiliki nilai gizi yang sangat tinggi untuk membantu manusia menjalankan kegiatan sehari-hari. Bagaimana pengairan terhadap padi sawah serta bagaimana pemenuhan air terhadap kebutuhannya.

Padi merupakan tanaman yang membutuhkan air cukup banyak untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Memang tanaman ini tergolong semi akuatis yang cocok ditanam di lokasi tergenang air. Biasanya padi ditanam di sawah yang menyediakan kebutuhan air cukup untuk pertumbuhannya. Sistem penanaman padi di sawah didahului oleh pengolahan tanah secara sempurna seraya petani melakukan persemaian. Mula-mula sawah dibajak, pembajakan dapat dilakukan dengan mesin, hewan atau melalui pencangkulan oleh manusia. Setelah dibajak, tanah dibiarkan selama 2–3 hari. Selanjutnya tanah dilumpurkan dengan cara dibajak lagi untuk kedua kalinya 3–5 hari menjelang tanam dengan menggunakan bajak rotari (penghancur tanah).

Air diperlukan untuk pengolahan dan dalam penanaman padi di sawah adakalanya perlu pengaturan air secara baik. Saat tertentu air dimasukkan, tetapi saat lainnya air justru perlu dikeluarkan. Pengaliran air secara terus menerus dari satu petakan ke petakan lain atau penggenangan dalam petakan sawah secara terus menerus selain boros air juga berakibat kurang baik terhadap pertumbuhan tanaman.

Kebutuhan air untuk tanaman padi sawah mencakup perhitungan air yang masuk dan keluar dari lahan sawah. Air di sawah dapat bertambah karena turun hujan, sengaja dialiri air dari saluran irigasi dan perembesan dari sawah yang lebih tinggi letaknya. Air di sawah akan berkurang karena terjadinya transpirasi, evaporasi, infiltrasi, perkolasi, bocoran di tanah sawah dan pematang sawah, dan drainase.

Tanaman padi sawah memerlukan curah hujan antara 200 mm/bulan atau 1500-2000 mm/tahun dengan ketinggian tempat optimal 0-1500 mdpl. Suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman padi 23°C dengan intensitas sinar matahari penuh tanpa naungan karena tanaman padi merupakan tanaman yang berbunga pendek dan sangat memerlukan energi sinar matahari yang penuh. Budidaya padi sawah dapat dilakukan di segala musim.

Air merupakan salah satu yang sangat dibutuhkan oleh tanaman padi sawah karena pada saat pertumbuhannya akan melalui proses fotosintesis. Pada musim kemarau, air harus tersedia untuk meningkatkan produksi tanaman padi sawah agar jangan sampai kekeringan karena dapat menjadikan tanaman padi mengalami proses penurunan pertumbuhan dan akhirnya mati.

g. Kebutuhan Air Irigasi

Metode untuk menentukan penjabatan pada petak tersier yang lazim digunakan di Indonesia, yaitu: 1) metode FPR, 2) Metode Faktor K, dan 3) Metode Pasten. Metode FPR, dimana kebutuhan air tanaman pada petak tersier dinyatakan dalam hektar palawija yang akan diairi (sama dengan luas relatif netto palawija). Faktor Palawija Relatif (FPR) merupakan metode perhitungan kebutuhan air irigasi. Kehilangan air di petak tersier dinyatakan dalam hektar palawija yang akan diairi, ini dilakukan dengan mengalikan luas palawija relatif (LPR) dengan suatu faktor.

$$\text{LPR} = \text{Luas Tanam} \times \text{Pembanding LPR Tanam} \dots\dots\dots 19$$

Berikut faktor konversi untuk setiap jenis tanaman:

Untuk padi:

- Tanaman setara 4 x palawija
- Urutan (pembibitan, penggarapan lahan dan tanaman) setara dengan 20 x palawija
- Garapan setara 6 x palawija
- Untuk Tebu: Tanaman setara dengan 1,5 x palawija

Untuk lahan bero:

- Bero setara dengan 0 palawija.

Kehilangan air di jaringan utama dihitung dengan mengalikan 'luas relatif total palawija' di petak tersier dengan faktor kehilangan air. Perbandingan antara air yang tersedia dengan luas relatif total palawija inilah yang disebut 'Faktor Palawija Relatif' (FPR). Jatah air dihitung dengan mengalikan luas relatif palawija di tiap bangunan sadap dengan FPR.

$$FPR = \frac{Q}{LPR} \dots\dots\dots 20$$

Keterangan:

FPR = Faktor Palawija Relatif (ltr/det/ha.pol)

Q = Debit yang mengalir di sungai (ltr/det)

LPR = Luas Palawija Relatif (ha.pol)

Tabel 3. Nilai-nilai FPR Berdasarkan Jenis Tanah

Jenis Tanah	FPR (l/det) Ha.Palawija			
	Air kurang		Air cukup	Air memadai
Aluvial	0.18		0.18 - 0.36	0.36
Latosol	0.12		0.12 - 0.23	0.23
Gramosol	0.06		0.06 - 0.12	0.12
Giliran	Perlu		Mungkin	Tidak

h. Kehilangan Air di Saluran Irigasi

1) Kehilangan Air Akibat Evaporasi

Kehilangan air di saluran akibat evaporasi ditentukan oleh kondisi klimatologi daerah setempat dan luas permukaan air, yang dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_e = k \times E_{to} \times D \dots\dots\dots 21$$

Keterangan:

Q_e = Debit yang hilang akibat evaporasi ($m^3/dt/m$)

E_{to} = Evaporasi air bebas (mm/hari)

D = Lebar permukaan (m)

K = Faktor konversi satuan ($1,157 \times 10^{-8}$)

2) Kehilangan Air Akibat Rembesan

Kehilangan air karena rembesan dapat ditulis dalam persamaan berikut

$$Q_s = k \times p \dots\dots\dots 22$$

Keterangan:

Q_s = Kehilangan air karena rembesan ($m^3/dt/m$)

K = Koefisien dari ketentuan Garg (tabel 2) yang ditentukan oleh bahan pembentuk saluran ($10^{-6} m/dt$)

P = Lebar penampang basah saluran (m)

Tabel 4. Harga Rembesan Pada Berbagai Jenis Saluran(m^3/dt per $1.000.000 m^2$ Penampang Basah)

Jenis bahan pembentuk saluran	Rembesan
- Tanah pasir	5,50
- Tanah sedimen	2,50
- Tanah lempung	1,60
- Pasangan batu	0,90
- campuran semen, kapur pasir, batu- bata	0,40
- Adukan semen	0,17
- Campuran semen, pasir, batu	0,13

3) Kehilangan Air Akibat Pengoperasian

Kehilangan air karena operasi adalah kehilangan air akibat kesalahan dalam pengoperasian bangunan irigasi yang terutama disebabkan oleh jenis bangunan dan kecermatan pengelola lapangan.

Tabel 5. Prosentase kesalahan dalam Tabel debit pada bangunan pengukur debit

Bangunan pengukur debit	Kesalahan Tabel Debit (%)
- Ambang lebar	2
- Cipoletti	5
- Parrahall	3
- Romijn	3
- Crump de Gruyter	3
- Orifis tinggi energi tetap	7

4) Kehilangan Air Berdasarkan Faktor Jarak

Kehilangan dipengaruhi oleh panjang saluran, tentunya pada saat kuantitas air terbatas faktor ini perlu diperhitungkan demi untuk pembagian air yang merata.

$$Q_{ks} = [(Q_s + Q_e) \times L] + Q_{op} \quad \dots\dots\dots 23$$

Keterangan:

Q_{ks} = kehilangan air pada saluran sekunder (m^3/dt)

Q_e = kehilangan air karena evaporasi (m^3/dt)

Q_s = kehilangan air karena rembesan (m^3/dt)

Q_{op} = kehilangan air karena operasi (m^3/dt)

L = panjang saluran (m)

5) Kebutuhan Air Memperhitungkan Kehilangan Air Pada Saluran Berdasarkan Panjang Saluran

Kehilangan air di saluran pada perhitungan kebutuhan air pada umumnya dinyatakan dalam efisiensi yang dapat dicari dengan rumus sebagai berikut

$$E = \frac{Q_{dbk} - Q_{ks}}{Q_{dbk}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 24$$

Keterangan:

E = efisiensi (%)

Q_{dbk} = debit yang diberikan (m^3/dt)

Q_{ks} = debit yang hilang (m^3/dt)

Debit pada pintu bangunan bagi sadap, maka kebutuhan air di sawah dapat dihitung dengan:

$$IR = (NFR \times A) + Q_{ks} \dots\dots\dots 25$$

Keterangan:

IR = kebutuhan air irigasi di sawah (m^3/dt)

Q_{renc} = air yang dibutuhkan tanaman (m^3/dt)

Q_{ks} = kehilangan air pada saluran sekunder (m^3/dt)

A = luas area irigasi (ha)

6) Indeks Penggunaan Air

Pehitungan Indeks penggunaan air yaitu Perbandingan antara kebutuhan air dengan ketersediaan air yang ada.

Tabel 6. Klasifikasi Nilai Indeks Penggunaan Air

No.	Nilai IPA	Kelas	Skor
1.	0,5	Baik	1
2.	$\leq 0,5 - 1,0$	Sedang	3
3.	$\geq 1,0$	Jelek	5

7) Hitungan Kebutuhan Air Untuk Padi di Sawah

Tahapan yang dilakukan untuk analisis kebutuhan air untuk padi di sawah adalah:

a) analisis hujan efektif, dan b) analisis kebutuhan air di lahan. Contoh analisis kebutuhan air untuk padi di Lahan adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Kebutuhan Air Untuk Padi Sawah

Setengah Bulan ke	Kebutuhan Air Untuk Padi	
	(mm/hari)	(lt/dt/hektar)
1	8,79	1,02
2	8,54	0,99
3	6,47	0,75
4	5,86	0,68
5	6,99	0,81
6	7,61	0,88
7	6,66	0,77
8	0,00	0,00
9	12,31	1,42
10	12,31	1,42
11	9,55	1,10
12	9,55	1,10
13	9,46	1,09
14	9,46	1,09
15	7,36	0,85
16	0,00	0,00
17	12,31	1,42
18	12,31	1,42
19	9,62	1,11
20	9,62	1,11
21	8,88	1,03
22	7,08	0,82
23	5,66	0,66
24	0,00	0,00

Apabila telah tersedia data (1) evaporasi rerata. setengah bulanan, (2) data jenis tanah, (3) jenis (varitas) padi dan (4) hasil analisis curah hujan efektif, maka analisis kebutuhan air untuk tanaman padi di sawah dapat dilakukan. Apabila diketahui data evaporasi maka hasil analisis hujan efektif dapat diperkirakan, jika jenis tanah adalah lempung berpasir, maka kebutuhan air baku dapat dilakukan dengan prosedur dimana kebutuhan air untuk tanaman padi sawah berumur panjang dapat dilihat pada Tabel 7.

8) Kebutuhan Untuk Tanaman Selain Padi

Tanaman selain padi yang dibudidayakan oleh petani pada umumnya berupa palawija. Yang dimaksudkan dengan palawija adalah berbagai jenis tanaman yang dapat ditanam di sawah pada musim kemarau ataupun pada saat kekurangan air.

Lazimnya tanaman palawija ditanam di lahan tegalan. Dipandang dari jumlah air yang dibutuhkan, palawija dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu:

- a) Palawija yang butuh banyak air, seperti bawang, kacang tanah, ketela.
- b) Palawija yang butuh sedikit air, misalnya cabai, jagung, tembakau dan kedelai.
- c) Palawija yang membutuhkan sangat sedikit air, misalnya ketimun dan lembayung.

Maksud analisis kebutuhan air untuk tanaman palawija terutama untuk mengetahui luas lahan yang direncanakan untuk tanaman padi maupun palawija berkaitan dengan ketersediaan air pada bangunan pengambilan sehingga kegagalan usaha pertanian dapat dihindari. Dengan kata lain hitungan kebutuhan air untuk palawija digunakan sebagai dasar untuk melakukan usaha pertanian sesuai dengan jumlah air yang tersedia. Pemberian air untuk palawija akan ekonomis jika sampai kapasitas lapang, lalu berhenti dan diberikan lagi sampai sebelum mencapai titik layu.

Analisis kebutuhan air untuk tanaman palawija dihitung seperti untuk tanaman padi, namun ada dua hal yang membedakan, yaitu pada tanaman palawija tidak memerlukan genangan serta koefisien tanaman yang digunakan sesuai dengan jenis palawija yang ditanam.

9) Kebutuhan air untuk pengolahan lahan palawija

Masa pra-irigasi diperlukan guna menggarap lahan untuk ditanami dan untuk menciptakan kondisi kelembaban yang memadai untuk persemaian tanaman. Jumlah air yang dibutuhkan tergantung pada kondisi tanah dan pola tanam yang diterapkan. Kriteria Perencanaan Irigasi membutuhkan air untuk pengolahan lahan sejumlah 50-120 mm untuk tanaman ladang dan 100-120 mm untuk tanaman tebu, kecuali jika terdapat kondisi-kondisi khusus misalnya ada tanaman lain yang segera ditanam setelah tanaman padi.

10) Penggunaan konsumtif tanaman palawija

Untuk menentukan penggunaan konsumtif pada tanaman maka cara yang

digunakan adalah seperti pada tanaman padi dan hanya koefisien tanaman yang berbeda. Nilai koefisien beberapa jenis tanaman yang direkomendasikan oleh Kriteria Perencanaan Irigasi terdapat pada Tabel 8, sedangkan nilai koefisien tanaman tebu diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 8. Koefisien Tanaman Beberapa Tanaman Palawija

Setengah bulan ke	Koefisien Tanaman					
	Kedelai	Jagung	Kac.Tanah	Bawang	Buncis	Kapas
1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
2	0,75	0,59	0,51	0,51	0,64	0,50
3	1,00	0,96	0,66	0,69	0,89	0,58
4	1,00	1,05	0,85	0,90	0,95	0,75
5	0,82	1,02	0,95	0,95	0,88	0,91
6	0,45	0,95	0,95	-	-	1,04
7	-	-	0,55	-	-	1,05
8	-	-	0,55	-	-	1,05
9	-	-	-	-	-	1,05
10	-	-	-	-	-	0,78
11	-	-	-	-	-	0,65
12	-	-	-	-	-	0,65
13	-	-	-	-	-	0,65

Tabel 9. Nilai Koefisien Tanaman Tebu

Umur Tanaman		Tahap Pertumbuhan	RH < 70% min		RH < 20% Min	
12 bulan	24 bulan		Angin kecil s/d sedang	Angin kencang	Angin kecil s/d sedang	Angin kencang
0 - 1	0 - 2,5	saat tanam sd 0,25 rimbun*)	0,35	0,6	0,4	0,45
1 - 2	2,5 - 3,5	0,25 - 0,5 rimbun	0,8	0,85	0,75	0,8
2 - 2,5	3,5 - 4,5	0,5 - 0,75 rimbun	0,9	0,95	0,95	1,0
2,5 - 4	4,5 - 6	0,75 - rimbun	1,0	1,1	1,1	1,2
4 - 10	6 - 17	Penggunaan air puncak	1,05	1,25	1,25	1,3
10 - 11	17 - 22	Awal berbunga	0,8	0,95	0,95	1,05
11 - 12	22 - 24	Menjadi masak	0,6	0,7	0,7	0,75

11) Kebutuhan Air di Bangunan Pengambilan

Kebutuhan air di pintu pengambilan atau bangunan utama tidak terlepas dari kebutuhan air di lahan. Untuk memenuhi jumlah air yang harus tersedia di pintu pengambilan guna mengairi lahan pertanian dinyatakan sebagai berikut:

$$DR = (IR \times A)/Ef \dots\dots\dots 26$$

Keterangan:

DR = Kebutuhan air di pintu pengambilan (1/dt)

IR = Kebutuhan air irigasi (l / det / ha)

A = Luas areal irigasi (ha)

EF = Efisiensi irigasi (%)

Air dikatakan sebagai sumber kehidupan karena tanpa air tidak akan ada makhluk bumi yang dapat bertahan hidup. Oleh karena itu, air sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, tumbuhan, serta hewan. Air sangat berfungsi bagi makhluk hidup untuk melaksanakan berbagai aktivitas di bumi. Keberadaan air tak bisa lepas begitu saja dari kehidupan makhluk hidup di seluruh daerah di bumi. Air menjadi unsur yang sangat penting karena hampir 70% bagian dari permukaan bumi merupakan air. Air penting bagi tumbuhan terutama untuk memproduksi makanan dalam proses fotosintesis. Tanpa adanya air proses fotosintesis tidak akan dapat terlaksana.

Irigasi adalah pemberian air kepada tanah untuk menunjang curah hujan yang tidak cukup agar tersedia lengas bagi pertumbuhan tanaman. Langkah pertama dalam merancang suatu proyek irigasi adalah menetapkan susunan kemampuan lahan dalam menghasilkan tanaman yang dapat memberikan keuntungan cukup bagi pengembalian investasi untuk bangunan-bangunan irigasi. Lahan yang baik untuk pertanian adalah lahan yang bila dipersiapkan dengan baik untuk pertanian, akan memberikan hasil yang cukup untuk menghalalkan pengembangannya. Lahan yang baik untuk irigasi adalah lahan yang baik untuk pertanian dengan persediaan air yang dapat diperoleh baginya.

Agar cocok untuk pertanian beririgasi, tanah haruslah mempunyai kapasitas menahan air yang cukup tinggi dan harus mudah ditembus air. Walaupun demikian, laju peresapannya haruslah cukup rendah untuk menghindari kehilangan air yang berlebihan akibat perkolasi di bawah zona akar.

Setelah menetapkan kesesuaian suatu lahan untuk irigasi, langkah selanjutnya adalah penetapan kebutuhan air. Kebutuhan air keseluruhan meliputi air yang diperlukan oleh tanaman ditambah kehilangan-kehilangan yang berhubungan dengan penyaluran dan pemakaian air itu. Sumber informasi terbaik tentang kebutuhan air keseluruhan seringkali adalah berupa pengalaman dari pengelola irigasi yang baik bekerja pada kondisi serupa dengan kondisi daerah proyek informasi semacam ini haruslah dipilih dengan hati-hati, karena telah merupakan praktik yang umum untuk menggunakan air yang berlebihan jumlahnya bila didapatkan persediaan yang melimpah. Tidak serupanya tanah, iklim atau lapisan geologi dapat juga sangat merubah kebutuhan air keseluruhan.

Kebutuhan irigasi tanaman adalah bagian dari penggunaan konsumtif yang harus disediakan oleh irigasi. Jumlah ini adalah berupa penggunaan konsumtif dikurangi presipitasi efektif. Presipitasi musim dingin hanyalah akan efektif sejauh ia tetap berada di atas tanah hingga musim tanam.

Pada saat pengoperasian jaringan irigasi dalam proses pengalirannya cenderung mengalami kehilangan atau penurunan volume air. Kehilangan air di lapangan selama irigasi meliputi antara lain irisan saluran jauh ke dalam dan limpasan ke permukaan. Pada tanah-tanah yang berpasir ringan tanpa lapisan tanah bawah yang kedap air, sejumlah besar air dapat merembes ke bawah keluar dari zona akar dan dengan demikian menjadi tidak bermanfaat bagi tanaman.

Di samping kehilangan di lapangan, sejumlah air juga akan hilang dalam perjalanan ke lapangan (kehilangan di penyaluran). Kehilangan ini terdiri dari penguapan di saluran, transpirasi oleh tanaman di sepanjang tebing, rembesan dari saluran dan pemborosan operasional. Kebutuhan penyadapan dapat ditentukan sebagai jumlah dari kebutuhan lapangan dan perkiraan kehilangan.

Air yang dipakai selama irigasi akan memasuki tanah dan pada gilirannya tanaman akan menghisap air dari tanah untuk pertumbuhannya. Tanah sebenarnya merupakan suatu waduk yang menyimpan air untuk dipergunakan oleh tanaman di antara selang waktu irigasi. Penampungan dan gerakan air tanah ini merupakan faktor-faktor yang penting dalam perencanaan irigasi, tidak semua air cocok untuk dipergunakan bagi irigasi. Misalnya air yang mengandung: (1) bahan-bahan kimia yang beracun bagi tumbuh-tumbuhan atau orang yang memakan tanaman itu, (2) bahan-bahan kimia yang bereaksi dengan tanah untuk menimbulkan ciri lengas tanah yang tidak memuaskan, dan (3) bakteri yang membahayakan orang atau binatang yang memakan tanaman yang diairi dengan air irigasi tersebut.

Pengairan dengan teknik berselang air di areal pertanaman dapat diatur pada kondisi tergenang dan kering secara bergantian dalam periode tertentu. Teknik gilir giring air dapat didistribusikan 4–5 hari sekali kalau debit air irigasi/sungai sekitar 40%, sedangkan gilir gontor air didistribusikan 2–3 hari sekali kalau debit air 40–60 %. Pada saat tanaman padi dalam fase berbunga ketinggian air pada areal persawahan agar dipertahankan sekitar 3–5 cm. Pada penanaman budidaya

padi sawah dengan metode irigasi yang paling penting adalah menjaga aliran air supaya sawah tidak tergenang terus menerus namun lebih pada pengaliran air saja. Oleh karena itu, setiap hari petani biasanya melakukan kontrol dan menutup serta membuka pintu air secara teratur.

Penanaman sistem irigasi pengairan dangkal, tanpa digenangi air, keadaan persawahan dengan percikan air sampai anakan berumur sekitar 10–14 hari. Setelah itu isi air untuk menghambat pertumbuhan rumput dan pemenuhan untuk kebutuhan air irigasi pada pertumbuhan tanaman padi sawah dan melumpurkan tanah, digenangi sampai tanah tidak tersinari matahari. Setelah itu dialiri air saja dengan ketinggian genangan 2 (dua) cm. Sekitar seminggu jika tidak ada pertumbuhan yang signifikan dilakukan pemupukan, ketika pelaksanaan pemupukan lahan dikeringkan dan galengan ditutup. Pemupukan dilakukan pada 20 hari setelah tebar, pupuk yang digunakan adalah kompos siap pakai sekitar 175–200 kg, aliri sawah secara bergilir antara kering dan basah.

Berdasarkan kecukupan pasokan air, ada tiga sistem pembagian air, yaitu (1) sistem serentak, (2) sistem golongan, dan (3) sistem rotasi (giliran). Berdasarkan teknik budidaya dan kecukupan air, maka cara pemberian air irigasi untuk padi sawah terdiri dari tiga cara, yaitu (1) Penggenangan sampai ketinggian tertentu, (2) Pengaliran air terus menerus, dan (3) Pengaliran air terputus-putus.

Cara Pemberian air pada tanaman padi:

- a) Awal tanam, Pada waktu penanaman, air diberikan pada saat sawah setinggi 2–5 cm dari permukaan tanah.
- b) Pembentukan anakan (pertunasan), Dalam masa ini air dipertahankan setinggi 3–5 cm pemberian air lebih dari 5 cm dapat menghambat pembenihan anakan (tunas).
- c) Pembentukan tunas bulir (primordia) atau tanaman padi bunting, air sangat dibutuhkan pada pembentukan calon- calon bulir ini, air dimasukkan setinggi 10 cm. kekurangan air pada saat pembentukan bulir akan mengakibatkan pembentukan anak (tunas) kurang maksimal karena kekurangan air dapat menghambat pembentukan malai, pembuahan dan pembungaan yang dapat berakibat fatal yakni bulir padi yang dihasilkan hampa.

- d) Pembungaan, pada masa ini kebutuhan air mencapai puncaknya. Muka air dijaga setinggi 5–10 cm akibat kekurangan air juga dapat menyebabkan hampanya bulir padi tetapi bila tanaman padi telah mengeluarkan bunga, petakan untuk beberapa saat perlu dikeringkan agar terjadi pembungaan yang serempak. Air yang diberikan dalam jumlah cukup sebenarnya bermanfaat juga untuk mencegah pertumbuhan gulma, menghalau wereng yang bersembunyi di batang padi sehingga lebih mudah disemprot dengan perstisida, serta mengurangi serangan tikus-tikus.
- e) Pada saat tertentu tanaman padi tak perlu diberikan air, untuk itu sawah dikeringkan pada waktu-waktu berikut, sebelum tanaman bunting, untuk mencegah anakan tanaman tidak mengeluarkan bulir, Awal pembungaan, untuk membuat tanaman berbunga serempak.
- f) Awal pemasakan biji. Air perlu dikeringkan untuk menyeragamkan dan mempercepat pematangan padi. Tindakan pengeringan ini juga bermanfaat untuk memperbaiki aerasi tanah, memacu pertumbuhan anakan merangsang pembuangan dan mengurangi terjadinya serangan busuk akar.

3. Rangkuman

- a. Neraca air atau analisis kebutuhan air irigasi merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi.
- b. Pergerakan air atau arus air diperlukan untuk ketersediaannya makanan bagi jasad renik dan oksigen. Selain itu untuk menghindari karang dari proses pengendapan.
- c. Analisis kebutuhan air untuk tanaman padi di sawah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: 1) pengolahan lahan, 2) penggunaan konsumtif, 3) perkolasi, 4) penggantian lapisan air, dan 5) sumbangan hujan efektif.
- d. Kebutuhan air konsumtif ini dipengaruhi oleh jenis dan usia tanaman (tingkat pertumbuhan tanaman). Pada saat tanaman mulai tumbuh, nilai kebutuhan air konsumtif meningkat sesuai pertumbuhannya dan mencapai maksimum pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum. Nilai kebutuhan air konsumtif akan menurun sejalan dengan pematangan biji.

- e. Untuk menentukan besar sumbangan hujan terhadap kebutuhan air oleh tanaman, digunakan beberapa cara, di antaranya secara empirik maupun dan simulasi.

4. Soal Latihan

- a. Jelaskan pengertian neraca air tanah
- b. Sebutkan faktor apa saja yang mempengaruhi kebutuhan air tanaman padi sawah
- c. Apa yang anda ketahui tentang *consumtif use*

5. Kunci Jawaban

- a. Neraca air atau analisis kebutuhan air irigasi merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi.
- b. kebutuhan air untuk tanaman padi di sawah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: 1) pengolahan lahan, 2) penggunaan konsumtif, 3) perkolasi, 4) penggantian lapisan air, dan 5) sumbangan hujan efektif.
- c. *Consumtif Use* dipengaruhi oleh jenis dan usia tanaman (tingkat pertumbuhan tanaman). Pada saat tanaman mulai tumbuh, nilai kebutuhan air konsumtif meningkat sesuai pertumbuhannya dan mencapai maksimum pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum. Nilai kebutuhan air konsumtif akan menurun sejalan dengan pematangan biji.

6. Sumber Informasi dan Referensi

Abujamin A.N dan Sobri E. 1999. Analisis Neraca Air dan Pola Tanam. FMIPA IPB. Bogor.

Arsyad, S, 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor.

Bahrin Samad dan Husainy Azhary. 1980. Iklim dan Pengairan., CV Yasaguna. , Yogyakarta.

BPTP. 2009. Pengelolaan Sumber Daya Terpadu (PTT) Padi Gogo. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Barat.

BPTP. 2008. Petunjuk Teknis Budidaya Padi Hibrida. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo. Gorontalo.

- Chay Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta.
- Davie T., 2008, Fundamentals of Hydrology, London and New York, Routledge.
- De Gee, J. C. 1950. Preliminary oxidation potential determination in a "sawah" profile near Bogor (Java). Contr. Gen. Agr. Res. Sta. Bogor. No. 106.
- Hadisusanto, N. 2011. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.
- Handoko. 1994. Dasar Penyusunan dan Aplikasi Model Simulasi Komputer untuk Pertanian. Jurusan Geografi dan Meteorologi FMIPA-IPB. Bogor.
- Hardiyatmo, H. C. 2006. Penanganan Tanah Longsor dan Erosi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S. 1993. Tanah Sawah. Proqram Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. 155 hml. Bogor.
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Akademi Pressindo. Jakarta.
- Husin M Toha. 2002. Produksi Padi Gogo Sebagai Tanaman Tumpangsari Hutan Jati Muda. <http://ntb.litbang.deptan.go.id> (Agustus 2018)
- International Institute for land Reclamation and Improvement. 1974. Drainage Principles and Applications: Survey and investigations (vol.III). Wageningen. Netherlands.
- International Rice Research Institute, 1985. Rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines.
- Kartasapoetra, A. G., Sutedjo M, M dan E. Pollein. 2010. Teknologi Pengairan Pertanian (Irigasi), Bumi Aksara. Jakarta.
- Keerrsbilck, N.C. and S. . 1985. Physical Measurement In Lowland Soil Techniques and Standarization. P. 99-111. In IRRI (1985). Soil physics and Rice. International Rice Research Institute. Los banos, Laguna, Philippines.
- Linsley et al., 1975, Applied Hydrology, London
- Muchtar, A dan Abdullah, N. 2007. Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa. Jurnal hutan dan masyarakat. Makasar.
- Notohadiprawiryo, 1992. Ceramah Ilmiah Sehari bertema Pencetakan Lahan Sawah

- Sebagai Salah Satu Alternatif Kebijakan Dalam Pengembangan Tata Guna Lahan. Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah, Senat Mahasiswa Fakultas Pertanian UPN. Yogyakarta.
- Robiyanto H.S. dan Rahmad H.P. 1998. Hidrologi dan Pengendalian Jumlah Air. Terjemahan dari: Hydrology and Water Quantity Control (Martin P.W). Pusat Penelitian Manajemen Air dan Lahan. Unsri. Palembang.
- Seyhan E., 1977, Fundamentals of Hydrology, Nederland, Geografisch Institut der Rijksuniversiteit te Utrecht, Universiteitscentrum "De Uithof" Transitorium II Heidelberglaan.
- Sharma, P.K. and S.K. De Data. 1985. Effects of Puddling on Soil Physical Properties and Processes. p. 217-234. In IRRI (1985).
- Suhendar, D. 2010. Pengaruh Frekuensi Irigasi terhadap Pertumbuhan produksi Lima Galur Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). Skripsi Sarjana Fakultas Pertanian. IPB Bogor.
- Suyono, Adji T.N., Widyastuti M., 2011, Geografi Fisik (Hidrologi), Yogyakarta, Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi UGM.
- Suyono Sosrosudarsono dan Kensaku Takeda. 1999. Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sys, C. 1985. Evaluation of the Physical Environment for Rice Cultivation. P. 31-44. In IRRI (1985). Soil physics and Rice. International Rice Research Institute. Los banos, Laguna, Philippines.
- Takeda, Kensaku. 2005. *Hidrologi Pertanian*. PT. Pradya Utama, Bogor.
- Todd D.K., 1980, Groundwater Hydrology, New York, John Wiley & Sons.
- Uphoff, Norman., 2004. "SRI - The System of Rice Intensification: An Opportunity For Raising Productivity In The 21st Century", Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development, Paper for the International Year of Rice Conference, FAO, Rome.

C. Penilaian

1. Sikap

**LEMBAR PENGAMATAN PENILAIAN SIKAP
PENILAIAN OBSERVASI**

Rubrik:

Indikator sikap aktif dalam pembelajaran:

1. Kurang baik *jika* menunjukkan sama sekali tidak ambil bagian dalam pembelajaran
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha ambil bagian dalam pembelajaran tetapi belum ajeg/konsisten
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ambil bagian dalam menyelesaikan tugas kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten

Indikator sikap bekerjasama dalam kegiatan kelompok.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak berusaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok.
2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan adanya usaha bekerjasama dalam kegiatan kelompok secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

Indikator sikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.

1. Kurang baik *jika* sama sekali tidak bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.

2. Cukup *jika* menunjukkan ada sedikit usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten
3. Baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif tetapi masuih belum ajeg/konsisten.
4. Sangat baik *jika* menunjukkan sudah ada usaha untuk bersikap toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif secara terus menerus dan ajeg/konsisten.

Bubuhkan tanda ✓ pada kolom-kolom sesuai hasil pengamatan.

No	Nama Mahasiswa	Sikap																			
		Tanggung Jawab				Jujur				Peduli				Kerjasama				Santun			
		K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB	K	C	B	SB
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
...																					

K : Kurang C: Cukup B: Baik SB : Sangat Baik

Rekapitulasi Penilaian Sikap – Observasi

NO	Nama Mahasiswa	SIKAP							Skor Rata-rata
		Tanggung Jawab	Jujur	Pedul	Kerja Sama	Santun	Percaya Diri	Disiplin	
1									
2									
...									

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Praktikum

Mata Kuliah :

Semester/Kelas :

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku ilmiah disiplin, tanggung jawab, jujur, teliti dalam melakukan percobaan
.....

No	Nama Mahasiswa	Disiplin	Tanggung Jawab	Kerjasama	Teliti	Kreatif	Peduli Lingkungan	Keterangan
1								
2								
....								

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

Lembar Penilaian Sikap - Observasi pada Kegiatan Diskusi

Mata Kuliah :

Semester/Kelas :

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku kerja sama, santun, toleran, responsif dan proaktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

No	Nama Mahasiswa	Kerja sama	Rasa Ingin Tahu	Santun	Komunikatif	Keterangan
1						
2						
....						

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

LEMBAR PENILAIAN SIKAP-JURNAL

Nama Mahasiswa :

Semester/Kelas :

No.	Hari/Tanggal	Sikap/Perilaku		Keterangan
		Positif	Negatif	

Kesimpulan :

.....

2. Pengetahuan

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN TERTULIS

(Bentuk Uraian)

Soal Tes Uraian

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Kunci Jawaban Soal Uraian dan Pedoman Penskoran

Alternatif jawaban	Penyelesaian	Skor
1		2
2		2
3		2
4		2
5		2
	Jumlah	10

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{5} \times 10$$

Penilaian Pengetahuan - Tes Tulis Uraian	
Topik	:
Indikator	:
Soal	:
	a.
	b.
Jawaban	:
a.	.....
b.	.....

Pedoman Penskoran

No	Jawaban	Skor
a.		
b.		
Skor maksimal		

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN (ANALISIS)- TES TERTULIS

NO	NAMA MAHASISWA	ESSAY					SKOR		NILAI
		01	02	03	04	05	PG	E	
1									
2									
3									
4									
5									
...									

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN

Observasi terhadap Diskusi Tanya Jawab dan Percakapan

Semester/Kelas:

No	Nama Mahasiswa	Pernyataan							
		Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran Konsep		Ketepatan penggunaan istilah		Dan lain sebagainya	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1									
2									
3									

No	Nama Mahasiswa	Pernyataan							
		Pengungkapan gagasan yang orisinil		Kebenaran Konsep		Ketepatan penggunaan istilah		Dan lain sebagainya	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
...									

Penilaian pengetahuan - Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Per- cakapan								
Nama Mahasiswa	Pernyataan						Jumlah	
	Pengungkapan ga- gasan yang orisinil		Kebenaran kon- sep		Ketepatan penggunaan istilah			
	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK
....								
....								
....								

LEMBAR PENILAIAN PENGETAHUAN PENILAIAN PENUGASAN

Penilaian Pengetahuan – Penugasan
Mengidentifikasi Tugas : Menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja .....secara tertulis dengan berbagai media. Indikator : membuat laporan hasil percobaan cara kerja Langkah Tugas : 1. Lakukan observasi ke atau tempat lainnya untuk mendapatkan informasi mengenai 2. Datalah yang kamu dapatkan dalam bentuk tabel yang berisi , 3. Diskusikan hasil observasi yang kamu lakukan bersama teman-temanmu untuk menjawab pertanyaan berikut: a. Jenis .....apa yang paling banyak kamu temukan di ? b. Bagaimana yang terjadi? c. Keuntungan apa yang diperoleh dalam kehidupan? 4. Tuliskan hasil kegiatanmu dalam bentuk laporan dan dikumpulkan serta dipresentasikan pada kegiatan pembelajaran berikutnya

Rubrik Penilaian

No.	Kriteria	Kelompok								
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Kesesuaian dengan konsep dan prinsip mata kuliah									
2	Ketepatan memilih bahan									
3	Kreativitas									
4	Ketepatan waktu pengumpulan tugas									
5	Kerapihan hasil									
	Jumlah skor									

Keterangan: 4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = cukup baik, 1 = kurang baik

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{JumlahSkor}}{20}$$

3. Keterampilan

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - UNJUK KERJA

Pekerjaan :

-
-
-
-

Tabel : Rubrik Penilaian Unjuk Kerja

Tingkat	Kriteria
4	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar, sesuai dengan prosedur operasi dan penerapan konsep yang berhubungan dengan tugas ini

Tingkat	Kriteria
3	Jawaban menunjukkan penerapan konsep mendasar yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Semua jawaban benar tetapi ada cara yang tidak sesuai atau ada satu jawaban salah. Sedikit kesalahan perhitungan dapat diterima
2	Jawaban menunjukkan keterbatasan atau kurang memahami masalah yang berhubungan dengan tugas ini. Ciri-ciri: Ada jawaban yang benar dan sesuai dengan prosedur, dan ada jawaban tidak sesuai dengan permasalahan yang ditanyakan.
1	Jawaban hanya menunjukkan sedikit atau sama sekali tidak ada pengetahuan bahasa Inggris yang berhubungan dengan masalah ini. Ciri-ciri: Semua jawaban salah, atau Jawaban benar tetapi tidak diperoleh melalui prosedur yang benar.
0	Tidak ada jawaban atau lembar kerja kosong

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN- UNJUK KERJA

Semester/Kelas:

No	Nama Mahasiswa	Tingkat				Nilai	Ket.
		4	3	2	1		
1.							
2.							
3.							
...							

Lembar Pengamatan	
Penilaian Keterampilan - Unjuk Kerja/Kinerja/Praktik	
Topik	:
KI	:
KD	:
Indikator	:

No	Nama Mahasiswa	Persiapan Praktik	Pelaksanaan Praktik	Kegiatan Akhir Praktik	Jumlah Skor
1					
2					
....					
....					

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Persiapan Praktik (Menyiapkan alat Bahan)	30	- Alat-alat tertata rapih sesuai dengan keperluannya - Bahan-bahan yang digunakan tersusun dengan benar dan tepat - Kerapihan dan penggunaan Bahan-bahan tersedia di tempat yang sudah ditentukan.
		20	Ada 2 aspek yang tersedia
		10	Ada 1 aspek yang tersedia
2	Pelaksanaan Percobaan	30	- Menggunakan alat dengan tepat - Membuat barang yang diperlukan dengan tepat - Menuangkan / menambahkan bahan yang tepat - Mengamati hasil praktek dengan tepat
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia
3	Kegiatan akhir praktikum	30	- Membuang barang tak terpakai atau sampah ketempatnya - Membersihkan alat dengan baik - Membersihkan meja - Mengembalikan barang kelas ke tempat semula
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN - PROYEK

Proyek :

-
-
-
-

Orientasi Masalah:

Bentuklah tim kelompokmu, kemudian pergilah ke yang ada dimu. Ambil bahan amatan yang digunakan untuk terhadap antara terhadapyang berada di, lakukan pengamatan berulang-ulang sehingga kamu menemukanyang antara dengan tersebut!

Langkah-langkah Pengerjaan:

1. Kerjakan tugas ini secara kelompok. Anggota tiap kelompok paling banyak 4 orang.
2. Selesaikan masalah terkait
3. Cari data dengan tersebut
4. Bandingkan untuk mencari umum jumlahpertahun
5. Lakukan prediksi dengan tersebut
6. Hasil pemecahan masalah dibuat dalam laporan tertulis tentang kegiatan yang dilakukan yang meliputi perencanaan, pelaksanaan pemecahan masalah, dan pelaporan hasil pemecahan masalah
7. Laporan bagian perencanaan meliputi: (a) tujuan kegiatan, (b) persiapan/strategi untuk pemecahan masalah
8. Laporan bagian pelaksanaan meliputi: (a) pengumpulan data, (b) proses pemecahan masalah, dan (c) penyajian data hasil

9. Laporan bagian pelaporan hasil meliputi: (a) kesimpulan akhir, (b) pengembangan hasil pada masalah lain (jika memungkinkan)
10. Laporan dikumpulkan paling lambat minggu setelah tugas ini diberikan

Rubrik Penilaian Proyek:

Kriteria	Skor
• Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah • Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan • Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat • Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti • Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, terdapat pengembangan hasil pada masalah lain • Kerjasama kelompok sangat baik	4
• Jawaban benar sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah • Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan • Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang benar dan tepat • Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang baik, pemecahan masalah yang masuk akal (nalar) dan penyajian data berbasis bukti • Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain • Kerjasama kelompok sangat baik	3

Kriteria	Skor
- Jawaban benar tetapi kurang sesuai dengan kerangka berpikir ilmiah - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang kurang jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data kurang berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang kurang sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok baik	2
- Jawaban tidak benar - Laporan memuat perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan - Bagian perencanaan memuat tujuan kegiatan yang tidak jelas dan persiapan/strategi pemecahan masalah yang kurang benar dan tepat - Bagian pelaksanaan memuat proses pengumpulan data yang kurang baik, pemecahan masalah yang kurang masuk akal (nalar) dan penyajian data tidak berbasis bukti - Bagian pelaporan memuat kesimpulan akhir yang tidak sesuai dengan data, tidak terdapat pengembangan hasil pada masalah lain - Kerjasama kelompok kurang baik	1
Tidak melakukan tugas proyek	0

Penilaian Keterampilan – Proyek		
Mata Kuliah	:	Dosen Pembimbing :
Nama Proyek	:	Nama :
Alokasi Waktu	:	Kelas :
No	Aspek	Skor (1 – 5)
1	PERENCANAAN : a. Rancangan Alat - Alat dan bahan - Gambar rancangan/desain b. Uraian cara menggunakan alat dan prosedur penggunaan	
2	PELAKSANAAN : a. Keakuratan Sumber Data / Informasi b. Kuantitas dan kualitas Sumber Data c. Analisis Data d. Penarikan Kesimpulan	
3	LAPORAN PROYEK : a. Sistematika Laporan b. Performans c. Presentasi	
Total Skor		

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN

PENILAIAN PRODUK

Nama Produk :

Nama Mahasiswa :

No	Aspek	Skor			
		1	2	3	4
1	Perencanaan Bahan				
2	Proses Pembuatan a. Persiapan Alat dan Bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keamanan, Keselamatan, dan Kebersihan) d. Menggunakan 3M (murah, Mudah, Modifikasi)				
3	Hasil Produk a. Bentuk Fisik b. Bahan c. Warna d.				
Total Skor					

- Aspek yang dinilai disesuaikan dengan jenis produk yang dibuat
- Skor diberikan tergantung dari ketepatan dan kelengkapan jawaban yang diberikan. Semakin lengkap dan tepat jawaban, semakin tinggi perolehan skor.

LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN PENILAIAN PORTOFOLIO

Tugas

-
-
-
-

Rubrik Penilaian

Nama mahasiswa :

Kelas :

No	Kategori	Skor	Alasan
1	Apakah portofolio lengkap dan sesuai dengan rencana?		
2	Apakah lembar isian dan lembar kuesioner yang dibuat sesuai?		
3	Apakah terdapat uraian tentang prosedur pengukuran/pengamatan yang dilakukan?		
4	Apakah isian hasil pengukuran/pengamatan dilakukan secara benar?		
5.	Apakah data dan fakta yang disajikan akurat?		
6.	Apakah interpretasi dan kesimpulan yang dibuat logis?		
7.	Apakah tulisan dan diagram disajikan secara menarik?		
8.	Apakah bahasa yang digunakan untuk menginterpretasikan lugas, sederhana, runtut dan sesuai dengan kaidah EYD?		
Jumlah			

Kriteria: 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = cukup, 2 = kurang, dan 1 = sangat kurang

Penilaian Keterampilan – Produk		
Mata Pelajaran	:	Nama Mahasiswa :
Nama Produk	:	Kelas :
Alokasi Waktu	:	
No	Aspek	Skor (1 – 5)
1	Tahap Perencanaan Bahan	
2	Tahap Proses Pembuatan : a. Persiapan alat dan bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan)	
3	Tahap Akhir (Hasil Produk) a. Bentuk fisik b. Inovasi(3 M)	
Total Skor		

Penilaian Keterampilan – Portofolio							
Mata Kuliah :							
Semester/Kelas :							
Tahun Ajaran :							
Judul portofolio : Pelaporan merancang /perakitan alat praktik dan Penyusunan laporan praktik							
Tujuan : Peserta didik dapat merancang/merakit alat dan menyusun laporan praktik matakuliah sebagai tulisan ilmiah							
Ruang lingkup : Karya portofolio yang dikumpulkan adalah laporan seluruh hasil rancangan/ rakitan alat dan laporan praktikum bidang studi semester							
Uraian tugas portofolio							
1. Buatlah laporan kegiatan merancang/merakit alat, laporan praktikum matakuliah sebagai tulisan ilmiah							
2. Setiap laporan dikumpulkan selambat-lambatnya seminggu setelah mahasiswa melaksanakan tugas							
Penilaian Portofolio Penyusunan Laporan Perancangan Percobaan dan Laporan Praktik							
Mata Kuliah :							
Alokasi Waktu :							
Sampel yang dikumpulkan : Laporan							
Nama Mahasiswa :							
Semester/Kelas :							
No	Indikator	Periode	Aspek yang dinilai				Catatan / Nilai
			Kebenaran Konsep	Kelengkapan gagasan	Siste- matika	Tata Bahasa	
1	....	....					
2	Menyusun laporan perancangan per- cobaan						
3	Menyusun laporan praktik						
4	....	....					

Rubrik Penilaian portofolio Laporan Praktikum		
No	Komponen	Skor
1	Kebenaran Konsep	Skor 25 jika seluruh konsep bidang studi pada laporan benar Skor 15 jika sebagian konsep bidang studi pada laporan benar Skor 5 jika semua konsep bidang studi pada laporan salah
2	Kelengkapan gagasan	Skor 25 jika kelengkapan gagasan sesuai konsep Skor 15 jika kelengkapan gagasan kurang sesuai konsep Skor 5 jika kelengkapan gagasan tidak sesuai konsep
3	Sistematika	Skor 25 jika sistematika laporan sesuai aturan yang disepakati Skor 15 jika sistematika laporan kurang sesuai aturan yang disepakati Skor 5 jika sistematika laporan tidak sesuai aturan yang disepakati
4	Tatabahasa	Skor 25 jika tatabahasa laporan sesuai aturan Skor 15 jika tatabahasa laporan kurang sesuai aturan Skor 5 jika tatabahasa laporan tidak sesuai aturan
Keterangan: Skor maksimal = jumlah komponen yang dinilai x 25 = 4 x 25 = 100 Nilai portofolio = $\text{Nilai} = \frac{\text{Skor}}{25} \times 4$		

**Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan,
menulis laporan karya ilmiah.)**

Penilaian Keterampilan – Tertulis (menulis karangan, menulis laporan dan menulis surat.)
JUDUL

BAB III.

PENUTUP

Air merupakan sumberdaya yang paling mendasar di muka bumi ini, karena berkaitan dengan peranannya sebagai sumber kehidupan bagi manusia, hewan, dan tumbuhan. Berdasarkan data perkiraan kuantitas air, total air di muka bumi ini mencapai 1.385.984.610 km³, dan 96,5 % dari total air ini adalah air laut yang mencapai 1.338.000.000 km³. Sedangkan air tawar hanya sekitar 2,5 % (35.029.210).

Minimnya jumlah air tawar ini membutuhkan pengelolaan agar air ini dapat secara maksimal memberikan manfaat, terutama bagi makhluk hidup yang bermukim di daratan. Efisiensi penggunaan air sangat diperlukan khususnya untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman, baik di saluran irigasi maupun di lahan pertanian. Beberapa model/sistem pemberian air telah banyak dilakukan seperti irigasi tetes dan pemberian air secara *intermittent* dengan tujuan agar tanaman dapat memanfaatkan air sesuai dengan kebutuhan sesuai dengan fase pertumbuhannya.

Salah satu fenomena saat ini adalah seringnya terjadi defisit air, terutama pada musim kemarau, dan banjir pada musim hujan, hal ini membuktikan bahwa sudah terjadi kerusakan pada suatu ekosistem DAS, yang berdampak langsung terhadap pertumbuhan tanaman/kegiatan budidaya pertanian, sehingga inovasi-inovasi dalam memanfaatkan salah satu bagian dari siklus hidrologi ini (irigasi) sangat dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abujamin A.N dan Sobri E. 1999. Analisis Neraca Air dan Pola Tanam. FMIPA IPB. Bogor.
- Anonimos. <http://wong168.files.wordpress.com/2018/07/gambar-siklus-hidrologi-15-juli-2018.png>. Gambar siklus hidrologi (15 Juli 2018).
- Arsyad, S, 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press Bogor.
- Bahrin Samad dan Husainy Azhary. 1980. Iklim dan Pengairan., CV Yasaguna. , Yogyakarta.
- BPTP. 2009. Pengelolaan Sumber Daya Terpadu (PTT) Padi Gogo. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Barat.
- BPTP. 2008. Petunjuk Teknis Budidaya Padi Hibrida. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo. Gorontalo.
- Chay Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta.
- Davie T., 2008, Fundamentals of Hydrology, London and New York, Routledge.
- De Gee, J. C. 1950. Preliminary oxidation potential determination in a “sawah” profile near Bogor (Java). Contr. Gen. Agr. Res. Sta. Bogor. No. 106.
- Hadisusanto, N. 2011. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.
- Handoko. 1994. Dasar Penyusunan dan Aplikasi Model Simulasi Komputer untuk Pertanian. Jurusan Geografi dan Meteorologi FMIPA-IPB. Bogor.
- Hardiyatmo, H. C. 2006. Penanganan Tanah Longsor dan Erosi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S. 1993. Tanah Sawah. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. 155 hml. Bogor.
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Akademi Pressindo. Jakarta.
- Husin M Toha. 2002. Produksi Padi Gogo Sebagai Tanaman Tumpang Sari Hutan Jati Muda. <http://ntb.litbang.deptan.go.id> (Agustus 2018)

- Indarto, 2014. Hidrologi, Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. Bumi Aksara, Jakarta.
- International Institute for land Reclamation and Improvement. 1974. Drainage Principles and Applications: Survey and investigations (vol.III). Wageningen. Netherlands.
- International Rice Research Institute, 1985. Rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines.
- Kartasapoetra, A. G., Sutedjo M, M dan E. Pollein. 2010. Teknologi Pengairan Pertanian (Irigasi), Bumi Aksara. Jakarta.
- Keerrsbilck, N.C. and S. . 1985. Physical Measurement In Lowland Soil Techniques and Standarization. P. 99-111. In IRRI (1985). Soil physics and Rice. International Rice Research Institute. Los banos, Laguna, Philippines.
- Linsley et al., 1975, Applied Hydrology, London
- Muchtar, A dan Abdullah, N. 2007. Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa. Jurnal hutan dan masyarakat. Makasar.
- Notohadiprawiryo, 1992. Ceramah Ilmiah Sehari bertema Pencetakan Lahan Sawah Sebagai Salah Satu Alternatif Kebijakan Dalam Pengembangan Tata Guna Lahan. Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah, Senat Mahasiswa Fakultas Pertanian UPN. Yogyakarta.
- Nuhung, I.A., 2014. Strategi & Kebijakan Pertanian, dalam Perspektif Daya Saing. Rineka Cipta, Jakarta.
- Robiyanto H.S. dan Rahmad H.P. 1998. Hidrologi dan Pengendalian Jumlah Air. Terjemahan dari: Hydrology and Water Quantity Control (Martin P.W). Pusat Penelitian Manajemen Air dan Lahan. Unsri. Palembang.
- Seyhan E., 1977, Fundamentals of Hydrology, Nederland, Geografisch Institut der Rijksuniversiteit te Utrecht, Universiteitscentrum "De Uithof" Transitorium II Heidelberglaan.
- Sharma, P.K. and S.K. De Data. 1985. Effects of Puddling on Soil Physical Properties and Processes. p. 217-234. In IRRI (1985).

- Suhendar, D. 2010. Pengaruh Frekuensi Irigasi terhadap Pertumbuhan produksi Lima Galur Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). Skripsi Sarjana Fakultas Pertanian. IPB Bogor.
- Suyono, Adji T.N., Widyastuti M., 2011, Geografi Fisik (Hidrologi), Yogyakarta, Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi UGM.
- Suyono Sosrosudarsono dan Kensaku Takeda. 1999. Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sys, C. 1985. Evaluation of the Physical Environment for Rice Cultivation. P. 31-44. In IRRI (1985). Soil physics and Rice. International Rice Research Institute. Los banos, Laguna, Philippines.
- Takeda, Kensaku. 2005. *Hidrologi Pertanian*. PT. Pradya Utama, Bogor.
- Todd D.K., 1980, Groundwater Hydrology, New York, John Wiley & Sons.
- Uphoff, Norman., 2004. "SRI - The System of Rice Intensification: An Opportunity For Raising Productivity In The 21st Century", Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development, Paper for the International Year of Rice Conference, FAO, Rome.

