

DESAIN PROTOTIPE MESIN PANEN PADI TIPE MINI COMBINE UNTUK LAHAN RAWA PASANG SURUT

Sulha Pangaribuan, Dony Anggit S, dan Anjar Suprpto
Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian
Situgadung, Tromol Pos 2, Serpong 15310, Tangerang, Banten
sulha.pangaribuan@yahoo.com

ABSTRAK

Lahan rawa semakin memegang peranan penting dalam perspektif peningkatan produksi tanaman, khususnya tanaman padi. Penggunaan *combine harvester* di lahan rawa membutuhkan pengembangan khusus karena harus mempertimbangkan kondisi lahan. Karena pengoperasian *combine harvester* ini membutuhkan daya sangga tanah yang cukup terhadap berat alat. Tahun 2012-2014, BBP-Mektan sudah mengembangkan *combine harvester* yang dinamakan dengan *Mini Combine Harvester*, mesin ini memiliki nilai *ground pressure* sebesar 0.13 kg/cm^2 . Mesin ini tidak dapat langsung digunakan pada lahan rawa karena kondisi lahan yang berbeda, sehingga diperlukan modifikasi dan pengembangan lebih lanjut jika akan digunakan untuk lahan rawa. Sebagai tahap awal akan dipelajari karakteristik lahan rawa pasang surut yang memungkinkan untuk penggunaan *combine harvester* tersebut. Tujuan kegiatan ini adalah mendesain *Mini Combine Harvester* untuk padi lahan rawa pasang surut, keluaran yang diharapkan desain lengkap *Combine Harvester* padi lahan rawa pasang surut. Tahap Pelaksanaan kegiatan ini meliputi; Identifikasi karakteristik tanaman padi di lahan rawa, varietas dan sifat fisik karakteristik tanah lahan rawa. Penyusunan konsep dan pengembangan desain mesin serta evaluasi desain, Pembuatan gambar kerja detail. Tahap Pengujian meliputi Evaluasi desain. Hasil dari kegiatan kerekayasaan ini adalah desain mesin panen padi tipe *mini combine* untuk lahan rawa pasang surut dengan kedalaman air rata-rata 25-50 cm.

Kata kunci : Desain, mesin panen padi kombinasi, lahan rawa

ABSTRACT

Swamp land today has an important roles on the perspective of improving rice production. Application of *combine harvester* on swamp land require special development, because there are must consider some factors such us land conditions. On 2012-2014, BBP Mektan have been develop a *combine harvester*, which called *Mini Combine Harvester*. This mechine have ground pressure $0,13 \text{ kg/cm}^2$. However, this mechine cannot directly use on swamp land, because it is have different conditions and characteristics, so this mechine need some modifications and development if want use on swamp land condition. On the first step of modifications, it would be to study the characteristics of tidal swamp land that allows for the use of the *combine harvester*. The purpose of the research is create a disain of paddy *combine harvester* for swamp land. The stage of implementation of process consist of: indentification of the characteristic of rice plant in wetland, indentification of physical characteristic of wetland, consep design, development and evaluation design, detail drawing component. Testing process including of design evaluation. The result of engineering process is prototype of paddy *mini combine harvester* for tidal swamp land with the average of water high is 25-50 cm.

Keywords : Design, Rice Combine Harvester, Tidal Swamp Land

PENDAHULUAN

Lahan rawa semakin memegang peranan penting dalam perspektif peningkatan produksi tanaman, khususnya tanaman padi. Potensi luas lahan rawa di Indonesia sekitar 33,4 juta hektar, terdiri atas lahan pasang surut seluas 20,11 juta hektar dan lahan lebak seluas 13,29 juta hektar. Dari luasan tersebut, sekitar 4,186 juta hektar lahan pasang surut sudah direklamasi dan sekitar 0,73 juta hektar lahan lebak diusahakan sebagai areal pertanian (Nugroho dkk, 1993).

Pengembangan program ekstensifikasi pertanian diarahkan pada pemanfaatan lahan-lahan marginal seperti lahan rawa pasang surut. Diperkirakan dari 33,5 juta hektar lahan rawa pasang surut yang sebagian besar terdapat di Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya, hanya sekitar 0,9 juta ha yang sudah dibuka untuk areal pertanian produktif (Subagyo dan Widjaya-Adhi, 1998).

Saat panen merupakan waktu kritis, karena apabila panen terlambat maka kualitas maupun kuantitas hasil atau produksinya akan turun bahkan dapat rusak sama sekali (Junsiri and Chinsuwan, 2009). Panen padi merupakan satu rangkaian kegiatan budidaya padi yang memegang peranan penting untuk meningkatkan produktivitas lahan dan kualitas hasil melalui penurunan susut saat panen, perontokan, sortasi dan pengangkutan hasil. Kedua tujuan peningkatan produktivitas lahan tanaman padi tersebut dapat dikerjakan ke dalam satu rangkaian kerja pada mesin panen padi *combine harvester* sehingga efektivitas hasil dan waktu kerja dapat meningkat. Kemampuan kerja mesin *combine harvester* adalah menggabungkan 5 tahap panen, yaitu: memotong, pengangkutan, merontok, membersihkan dan mengantongi yang biasanya dilakukan secara manual menjadi 1 tahap gabungan pekerjaan. Kendala yang dihadapi dalam pengembangan mesin *combine harvester* di Indonesia diantaranya adalah: (i) menggeser ketersediaan tenaga kerja panen; (ii) harga mesin relatif mahal; (iii) perlu keterampilan khusus dalam pengoperasian dan pemeliharaan; (iv) belum banyak tersedianya jalan usahatani; (v) rata-rata luasan lahan yang sempit; dan (vi) drainase lahan yang tidak terkendali dengan baik (BBP Mektan, 2012).

Panen membutuhkan tenaga kerja sekitar 30 – 50 HOK/ha sedangkan apabila menggunakan mesin *combine harvester* hanya diperlukan 1 orang pengemudi dan 2 orang pembantu sebagai tenaga pengantongan gabah keluaran *combine* dan 1 orang

tenaga pengumpul kantong. Kapasitas kerja mesin combine sekitar 4 – 6 jam/ha dan dalam satu hari rata-rata mampu menyelesaikan pemanenan sekitar 2 – 3 ha (Anonim, 2012; BBP Mektan, 2013). Demikian pula susut panen yang dihasilkan mampu mencapai < 2 % yang apabila dibandingkan dengan dibandingkan sekitar 3 % dari kehilangan gabah saat panen, perontokan dan transportasi dari (BPS, 2007).

Beberapa keunggulan efisiensi kerja dan hasil yang dimiliki oleh mesin *combine harvester* untuk tanaman padi menjadi dasar pertimbangan Badan Litbang Pertanian (melalui BBP Mektan) untuk melakukan pembuatan prototipe spesifik kondisi lahan di Indonesia. Melalui serangkaian proses *re-engineering* dan modifikasi dari mesin combine yang sudah ada di pasaran kemudian dihasilkan Prototipe I Indo *Combine Harvester* pada tahun 2013. Prototipe I Indo *Combine Harvester* mempunyai keunggulan dalam hal gaya tumpu mesin pada tanah (ground pressure) sebesar 0,13 kg/cm² atau lebih kecil dibanding ground pressure rata-rata combine harvester yang ada di Indonesia yaitu sebesar 0,20 kg/cm² (BBP Mektan, 2012). Namun demikian rancangbangun konstruksi yang sudah ada saat ini jelas tidak cocok apabila dioperasikan untuk pemanenan padi yang ditanam pada lahan rawa dengan kedalaman air > 30 cm.

Lahan rawa pasang surut saat ini mencapai sekitar 20 juta hektare (BBP2SLP, 2006). Dari luasan tersebut, sekitar 4 juta lahan pasang surut sudah direklamasi sebagai lahan tanaman pangan (Nugroho, 1993). Lahan tersebut sangat potensial untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian tanaman padi sebagai alternatif pengganti laju konversi lahan pertanian di Pulau Jawa yang mencapai sekitar 100 ha/tahun. Oleh karena itu rekayasa mesin *combine harvester* padi tipe yang dapat beroperasi dilahan rawa sangat penting untuk dilakukan.

Dilihat dari sifat fisiknya lahan rawa pasang surut memiliki tekstur tanah dengan praksi liat yang mendominasi (59,54 % - 73,63 %), praksi debu (25,32 % - 35,7 %), dan praksi pasir (0,48 % - 1,05 %). Tanah rawa pasang surut memiliki sifat kimia dengan akumulasi Pirit. Keadaan pirit pada tanah sulfat akan menjelaskan tingkat perkembangan tanahnya. Kadar belerang paling rendah 0.75% digunakan untuk batasan bahan sulfidik dalam Keys to Soil Taksonomy (Soil Survey Staff, 1990). Tanah lahan rawa memiliki sifat fisik dan kimia yg berbeda dengan lahan sawah pada umumnya sehingga pada pengembangan prototipe mesin panen mini combine harvester ini

diperlukan pemilihan bahan yang tepat agar sesuai dengan kondisi karakteristik lahan rawa pasang surut. Tujuan dari kegiatan ini ialah membuat desain mesin mini *combine harvester* untuk lahan rawa pasang surut.

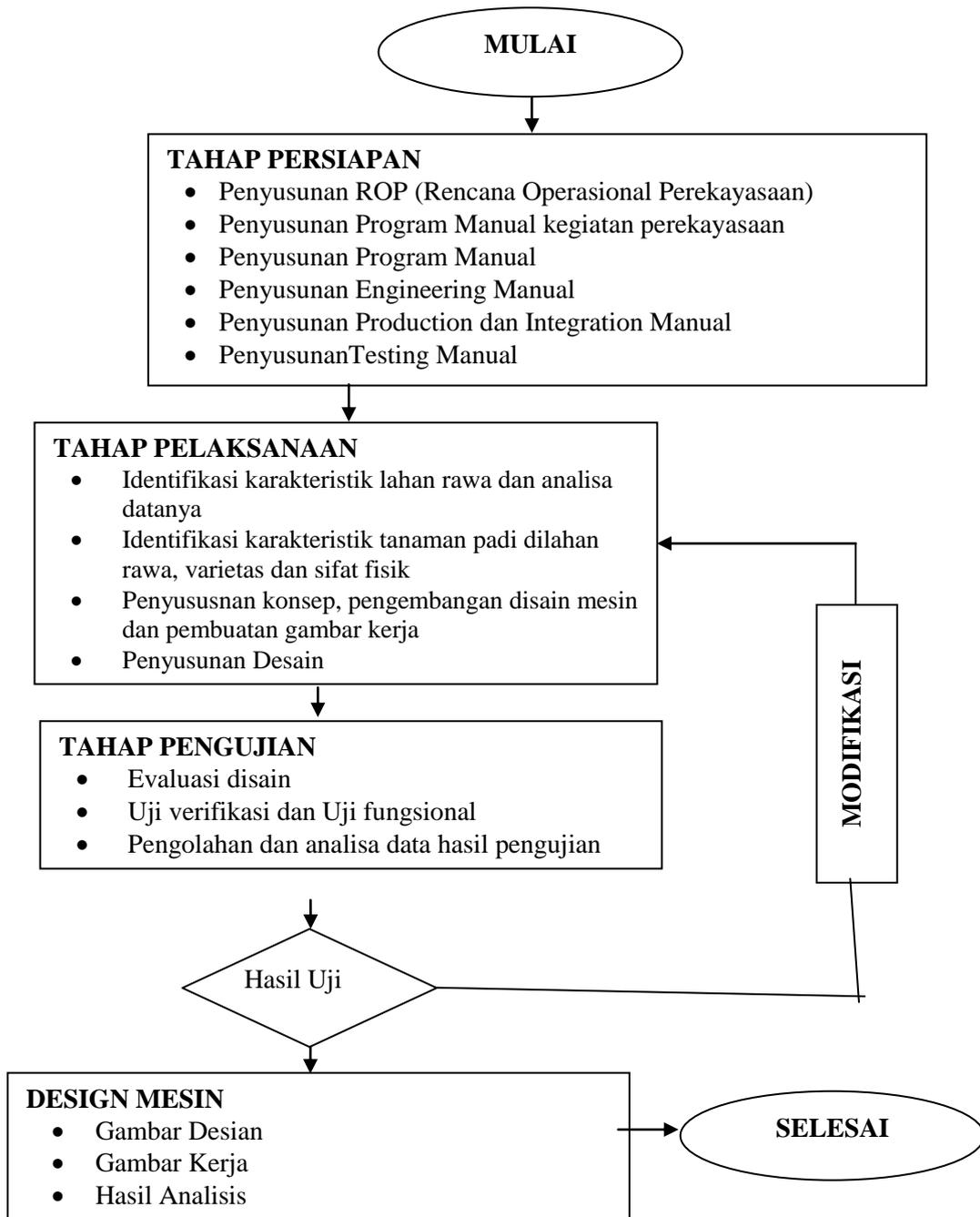
METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan dan metode untuk mendukung pembuatan desain berupa bahan pendukung dan metode standar umum pembuatan sebuah produk *blue print* (kertas, tinta berwarna, alat bantu gambar sketsa, alat ukur perbengkal). Peralatan yang akan digunakan dalam kegiatan ini adalah peralatan dalam melakukan identifikasi lahan seperti soil penetrometer, Komputer dan software pendukung berbasis CAD pada lab disain BBP-Mektan, peralatan bengkel yang ada di Lab Perekayasaan BBP-Mektan.

Metode

Seluruh kegiatan desain dilakukan di Laboratorium Desain Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong, yang meliputi (a) identifikasi masalah dan penetapan parameter desain, (b) pembuatan sketsa desain gambar teknik, (c) proses desain.



Gambar 1. Tahapan kegiatan perekayasaan desain combine rawa Persamaan yang digunakan dalam perhitungan desain mesin panen padi tipe mini combine harvester untuk lahan pasang surut adalah :

Beberapa rumus yang dipakai dalam perhitungan desain mesin panen padi tipe mini combine harvester untuk lahan pasang surut adalah :

Rumus untuk merancang komponen *reel* adalah sebagai berikut (Oduori, et al., 2012):

$$n = \frac{2\pi}{\alpha} \quad \alpha = \omega t_m - \pi - \sin^{-1}\left(\frac{Z_r}{R}\right) \quad \omega t_m = \cos^{-1}\left(\frac{R_0}{R} \cos \phi_m\right) + \pi + \phi_m$$

Keterangan :

n = jumlah batang reel, α = sudut antara dua jari-jari reel ($^\circ$), ωt_m = sudut yang terbentuk antara garis vertikal R_0 terhadap jari-jari reel R ($^\circ$), R = jari-jari reel (m), R_0 = jarak vertical reel (m), Z_r = jarak reel stagger (m), ϕ_m = sudut yang terbentuk oleh garis khayal yang menyentuh lengkung batang padi terhadap garis verikal jari-jari reel ($^\circ$).

1. Daya untuk melenturkan tanaman

$$P_r^b = \left(\frac{5 \times 10^3 \pi^2 E I r^2}{3 \rho (h - h_c) h^3 Z^2 \lambda \sin \theta} \right) F \quad (\text{Baruah and Panesar, 2005})$$

P_r^b = daya untuk melenturkan batang padi (kW) ; E = modulus elastisitas batang padi (kPa); I = momen inersia batang padi (m^4); h = tinggi batang padi (m); h_c = tinggi potongan (m); r = jari-jari reel bat (m); ρ = densitas batang padi (g/m); Z = jumlah reel bat; λ = indek kecepatan reel (perbandingan antara kecepatan peripheral reel terhadap kecepatan maju combine harvester; θ = sudut yang terbentuk oleh reel bat antara bidang horisontal yang melewati pusat reel ; F = laju pengumpanan tanaman (g/jam).

2. Daya untuk mengatasi gesekan udara

$$P_r^w = k_r^w (u_r)^3 \quad (\text{Baruah and Panesar, 2005})$$

P_r^w = daya untuk mengatasi gesekan udara (kW); u_r = kecepatan peripheral reel (m/det); k_r^w = koefisien untuk memperkirakan kebutuhan daya karena tahanan udara.

3. Total daya yang diperlukan oleh reel untuk beroperasi

$$P_r = k_r^w (u_r)^3 + k_r^b F \quad (\text{Baruah and Panesar, 2005})$$

Dimana koefisien energy k_r^b adalah sebagai berikut :

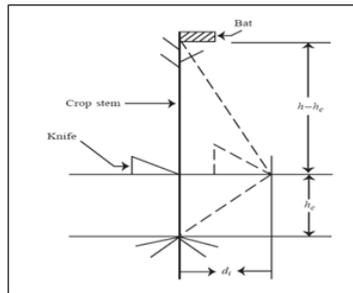
$$k_r^b = \left(\frac{5 \times 10^3 \pi^2 E I r^2}{3 \rho (h - h_c) h^3 Z^2 \lambda \sin \theta} \right) \quad (\text{Baruah and Panesar, 2005})$$

4. Unit pemotong (*cutting platform*)

Daya yang diperlukan oleh *cutter bar* merupakan daya yang diperlukan dari beberapa proses, yaitu : daya untuk membelokkan tangkai padi, daya untuk memotong tangkai dan daya untuk mengatasi gesekan pada permukaan lancar.

a. Daya untuk membelokkan tangkai padi :

$$P_{cb}^d = \frac{5 \times 10^3 E I h^3 s^2}{6 \rho (4h - h_c)(h - h_c)^3 h_c^3} F \quad (\text{Baruah and Panesar, 2005})$$



Gambar 2. Pengaruh pergerakan pisau potong terhadap kelengkungan tanaman (Baruah and Panesar, 2005)

b. Daya untuk memotong tangkai :

$$P_{cb}^s = \frac{5\pi \times 10^3}{36\rho(h - h_c)} \tau_s A_c r_c F \quad (\text{Baruah and Panesar, 2005})$$

Keterangan :

A_c = luas potongan batang padi (m^2); r_c = jari-jari pisau yang digerakkan oleh engkol (m); τ_s = tegangan geser batang padi (kN/m^2).

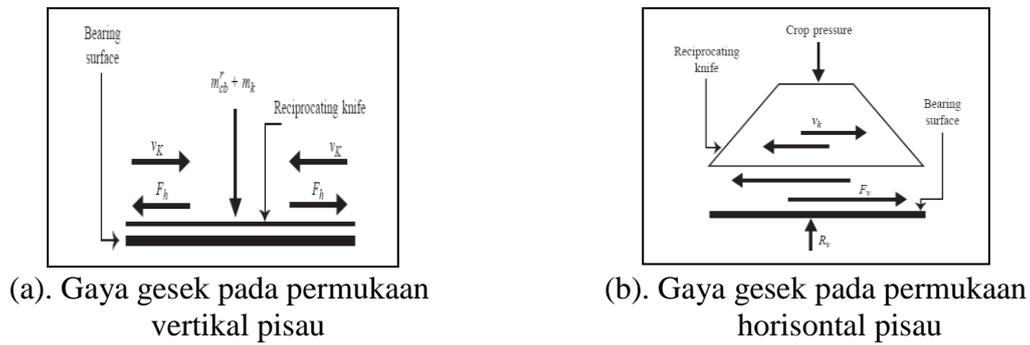
c. Daya untuk mengatasi gesekan pada permukaan lancar :

$$P_{cb}^f = \frac{2}{\pi} \mu_h^d m_k g u_{cb} + \frac{2 \times 10^{-3} \mu_h^d A_r l_k g}{\pi A_t} \frac{u_{cb} F}{v_f} \quad (\text{Baruah and Panesar, 2005})$$

$$+ \frac{10^4}{3} \frac{\pi E I r^2 \mu_v^d}{h^3 (h - h_c) Z^2 \rho \lambda} \frac{u_{cb} F}{u_r}$$

Keterangan :

μ_h^d = koefisien dinamik antara pisau dengan permukaan bearing horisontal; m_k = bobot pisau (kg); g = percepatan gravitasi (m/det^2); u_{cb} = kecepatan putar pisau yang digerakkan oleh pulley (m/det); A_r = luas proyeksi bagian yang berputar dari pisau (m^2); l_k = panjang cutter bar (m); μ_v^d = koefisien dinamik antara pisau dengan permukaan bearing vertikal; u_r = kecepatan peripheral reel (m/det).



(a). Gaya gesek pada permukaan vertikal pisau

(b). Gaya gesek pada permukaan horisontal pisau

Gambar 3. Gaya gesek pada permukaan vertikal dan horisontal pisau potong (Baruah and Panesar, 2005)

d. Total daya yang dibutuhkan oleh cutter bar :

$$P_{cb} = (k_{cb}^d + k_{cb}^s + k_{cb}^{f3})F + k_{cb}^{f2} \frac{u_{cb}F}{v_f} + k_{cb}^{f1} u_{cb}$$

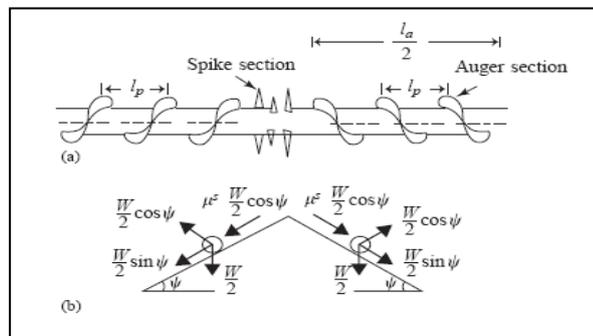
$$k_{cb}^d = \frac{5 \times 10^3 E I h^3 s^2}{6 \rho (4h - h_c)(h - h_c)^3 h_c^3} \quad k_{cb}^s = \frac{5\pi \times 10^3}{36\rho(h - h_c)} \tau_s A_c r_c$$

$$k_{cb}^{f1} = \frac{2}{\pi} \mu_h^d m_k g \quad k_{cb}^{f2} = \frac{2 \times 10^{-3} \mu_h^d A_r l_k g}{\pi A_t}$$

$$k_{cb}^{f3} = \frac{10^4}{3} \frac{\mu_v^d \pi E I r^2}{h^3 (h - h_c) Z^2 \rho \lambda} \frac{u_{cb}}{u_r}$$

5. Unit pembawa bahan (platform conveyor)

Platform conveyor merupakan komponen combine harvester yang berfungsi mengarahkan batang padi yang telah terpotong sehingga terkumpul dan menuju lubang pengumpan. Platform conveyor terdiri dari dua sisi auger, yaitu auger sisi kanan dan auger sisi kiri.



Gambar 4. Platform conveyor : (a) auger conveyor dan (b) gaya-gaya yang bekerja pada auger conveyor

Analisis *platform conveyor* diperlukan untuk mengetahui parameter desain pada combine harvester dari segi perhitungan laju combine, dimensi *conveyor* dan jarak tanam. Pendekatan teoritis *platform conveyor* adalah sebagai berikut:

Teoritis

$$RPM = \frac{10m / K.Sproket}{Waktu * 60} * 60$$

Daya yang dibutuhkan oleh *platform conveyor* terdiri dari daya untuk menghantarkan batang tanaman ke pusat auger dan daya untuk mengangkat batang padi oleh garpu (*spike*).

- a. Daya untuk menghantarkan batang tanaman ke pusat auger :

$$P_{pc}^c = \left(\frac{g(l_a)^2 \mu^s}{7200w} \cos \psi \right) F$$

- b. Daya untuk mengangkat batang padi oleh garpu (*spike*) :

$$P_{pc}^l = \frac{gh_{al}}{3600} F$$

- c. Total daya yang dibutuhkan oleh platform conveyor :

$$P_{pc} = (k_{pc}^c + k_{pc}^l) F$$

$$k_{pc}^c = \left(\frac{g(l_a)^2 \mu^s}{7200w} \cos \psi \right) \quad k_{pc}^l = \frac{gh_{al}}{3600}$$

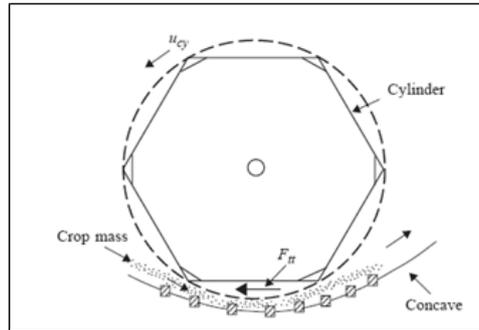
6. Unit perontokan (*threshing unit*)

Unit perontokan (*threshing unit*) adalah bagian dari combine harvester yang berfungsi untuk merontokan bulir padi dari malainya dan memisahkan biji padi dan kotorannya. Kinerja dari sistem perontokan sangat dipengaruhi oleh kinerja komponen-komponennya, yaitu: *drum*, *concave*, *blower* dan saringan pemisahannya.

Berdasarkan arah pengumpanannya, perontokan dikelompokkan menjadi: (1) perontokan tipe tangensial (*tangensial threshing unit*), dan (2) perontokan tipe rotari (*rotary threshing unit*).

Kebutuhan daya dalam melakukan perontokan padi ditentukan oleh daya untuk merontokkan padi dari malainya dan daya untuk mengatasi gesekan udara.

a. Daya untuk merontokkan padi:



Gambar 5. Diagram mekanisme perontokan

$$P_{cy}^t = F_{tt}u_{cy} \quad F_{tt} = f_{t1} + f_{t2} + f_{t3}$$

$$f_{t1} = \frac{5}{18}(u_2 - u_1)F \quad f_{t1} = \frac{25}{324w_c\rho_o} \left(\frac{1}{c_c} - \frac{1}{t_c} \right) F^2$$

$$f_{t2} = Kc_cw_c \frac{\Delta\rho}{\rho_i} \quad f_{t3} = \left(K \frac{\Delta\rho}{\rho_i} + g\rho_i c_c \right) A_{cc}\mu_c$$

$$P_{cy}^t = \frac{25\Delta t}{324w_c\rho_o c_c t_c} F^2 u_{cy} + \left(K \frac{\Delta\rho}{\rho_i} c_c w_c + K \frac{\Delta\rho}{\rho_i} A_{cc}\mu_c + g\rho_i c_c A_{cc}\mu_c \right) u_{cy}$$

b. Daya untuk mengatasi gesekan udara:

$$P_{cy}^w = k_{cy}^w (u_{cy})^3$$

c. Total daya yang dibutuhkan oleh unit perontokan:

$$P_{cy} = k_{cy}^{t1} u_{cy} F^2 + k_{cy}^{t2} u_{cy} + k_{cy}^w (u_{cy})^3$$

7. Unit pembersih (*cleaning unit*)

Unit pembersih melakukan tugas setelah dilakukan perontokan padi oleh unit perontok. Tahapan pekerjaan pembersihan meliputi: membawa jerami, membersihkan gabah dari kotoran dengan hembusan blower dan pengayakan. Oleh karena itu kebutuhan daya pada unit pembersih mencakup kebutuhan daya pada tiga komponennya, yaitu: a) daya pada pembawa jerami (*straw walker*), b) daya pada penghembus (*blower*), dan c) daya pada pengayak (*sieves*).

a. Daya pada pembawa jerami (*straw walker*)

Daya yang diperlukan oleh *straw walker* dipengaruhi oleh beberapa parameter disain, yaitu: panjang rak, dimensi poros, bobot potongan batang padi dan kecepatan pengoperasian.

$$P_{sw} = e_{sw} f_{sw} \quad e_{sw} = \frac{s_f l_{sw} h_{sw} g F}{3600 v_{sw}}$$

$$P_{sw} = \frac{s_f l_{sw} h_{sw} g}{3600 d_{sw}} F \quad P_{sw} = k_{sw}^a F \quad k_{sw}^a = \frac{s_f l_{sw} h_{sw} g}{3600 d_{sw}}$$

b. Daya pada penghembus (*blower*)

Daya yang dibutuhkan oleh penghembus (*blower*) tergantung pada kecepatan peripheral kipas dan parameter disain dari kipas.

$$P_b = k_b^w (u_b)^3$$

c. Daya pada pengayak (*sieves*)

$$P_s = k_s^a F \quad k_s^a = \frac{c_f l_s h_s g}{3600 d_s}$$

2.5.6. Unit pembawa gabah (*grain conveying unit*)

Secara umum, unit pembawa gabah pada combine harvester terdiri dari tiga komponen, yaitu: a). conveyor bagian bawah, b). elevator gabah, dan c). conveyor bagian atas. *Conveyor* bagian bawah dan atas berupa *auger* tipe ulir (*screw auger type*) yang berfungsi mengirim gabah ke *elevator* dan tempat penampungan gabah. *Elevator* berupa sabuk yang digerakkan oleh rantai (*chain and pad type*) yang berfungsi mengangkat gabah dari *conveyor* bagian bawah menuju ke *conveyor* bagian atas.

a. Daya pada *conveyor* bagian bawah dan atas:

$$W_{gc} = \frac{gF}{3600(1 + S_g)} \quad P_{gc}^a = \frac{g l_{gc} \mu_g^s}{3600(1 + S_g)} \cos \psi_1 F$$

$$P_{gc}^a = k_{gc}^a F \quad k_{gc}^a = \frac{g l_{gc} \mu_g^s}{3600(1 + S_g)} \cos \psi_1$$

b. Daya pada *elevator*:

$$P_{gc}^e = \frac{g h_{gc}}{3600(1 + S_g)} F \quad P_{gc}^e = k_{gc}^e F \quad k_{gc}^e = \frac{g h_{gc}}{3600(1 + S_g)}$$

- c. Daya total yang dibutuhkan oleh unit pembawa gabah:

$$P_{gc} = (k_{gc}^a + k_{gc}^e)F$$

Evaluasi Desain

Penyusunan konsep dan pengembangan disain mesin serta evaluasi disain.

Data yang dihasilkan tentang karakteristik tanaman, kondisi lahan rawa serta hasil uji performen dari mesinpanen padi mini combine yang ada, kemudian dikembangkan kedalam konsep parameter rancangan. konsep parameter rancangan didiskusikan dalam team dan dengan pihak terkait sebagai narasumber.

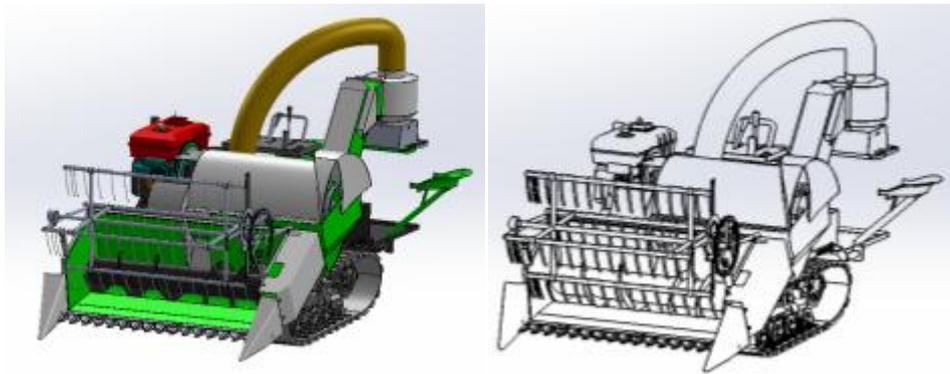
Konsep parameter rancangan yang sudah dikembangkan dilanjutkan dengan analisa teknis, selanjutnya dikembangkan rancangan dalam bentuk pembuatan gambar 3D dengan menggunakan CAD, disain yang sudah dikembangkan dianalisa dengan menggunakan software SolidWork untuk melakukan analisa kinematik dan simulasi disainya.

Pembuatan gambar kerja detail, pembuatan komponen dasar dan pengujiannya. Setelah didisain dilakukan analisa, simulasi dan evaluasi, maka dilanjutkan dengan pembuatan gambar kerja (workshop drawing). gambar kerja akan di evaluasi setiap bagian dan komponennya, termasuk penggunaan jenis bahan atau materialnya. pemilihan material yang tepat akan sangat menentukan keberhasilan rancangan ini karena kan mempengaruhi bobot total dari alat, berat total dari alat ini akan berpengaruh pada daya tekan alat pada tanah atau lahan. pada rancangan ini akan digunakan bahan yang lebih ringan sehingga dihasilkan gaya tekan yang sangat rendah sehingga alat dapat beroperasi secara optimal dilahan rawa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum karakteristik lahan pasang surut yang menjadi parameter desain mesin panen padi combine adalah lahan pasang surut tipe B-C, C, dan D. setelah dilakukan pengukuran didapatkan informasi bahwa kedalaman sinkage lahan pasang surut tipe B-C, C, dan D adalah 5– 30 cm, sedangkan hasil hari pengukuran daya sangga tanah dengan menggunakan penetrometer adalah 0,2 kg/cm², Pengukuran dilakukan pada kondisi lahan habis panen dan waktu pengolahan tanah.

Dilihat dari sifat fisiknya lahan rawa pasang surut yang memiliki tekstur tanah dengan komposisi liat yang lebih dominan dan sifat kimia dengan akumulasi Pirit maka jelas bahwa tanah lahan rawa memiliki sifat fisik dan kimia yg berbeda dengan lahan sawah pada umumnya, sehingga pada pengembangan prototipe mesin panen mini combine harvester ini diperlukan pemilihan bahan yang tepat agar sesuai dengan kondisi karakteristik lahan rawa pasang surut yaitu berupa bahan yang tahan terhadap pirit juga ringan sehingga saat beroperasi dilahan rawa pasang surut mesin panen padi tidak terperosok atau terjebak kedalam sawah. Dengan pertimbangan ukuran yang kecil, bobot ringan dan nilai ground pressure lebih kecil merupakan pertimbangan mesin panen padi tipe mini combine ini dapat dioperasikan pada lahan rawa pasang surut.



Gambar 6. Pendekatan desain awal mesin panen padi tipe mini combine untuk lahan rawa pasang surut

Uji performen mesin panen padi tipe mini combine dilakukan di lahan rawa pasang surut yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut dengan ketinggian lumpur $\pm 25\text{cm}$, yang terdapat di kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Setelah dilakukan uji performen didapatkan beberapa informasi berupa kendala-kendala yang dihadapi mesin panen padi tipe mini combine ini, antara lain : Dari hasil uji fungsi ini didapatkan informasi bahwa mesin panen padi tipe mini combine belum optimal dioperasikan pada lahan rawa, sehingga perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut. Pada saat dilakukan uji fungsi ditemukan beberapa kendala, diantaranya : 1) terjadi slippada roda saat mesin sedang beroperasi; 2) Roda terendam mencapai ketinggian 25cm; 3) Sisa potongan tanaman menyangkut pada gear box.

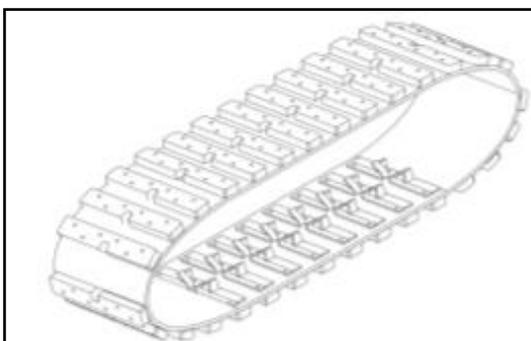


Gambar 7. Kondisi dimana terjadi slip, terperosok dan sisa tanaman tertarik gear box

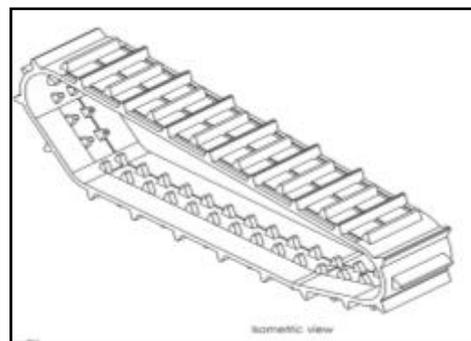
Dari Hasil Uji fungsi yang dilakukan maka akan dikembangkan parameter desain pada mesin panen padi tipe mini combine, sebagai berikut :

1. Pengembangan Pada *Rubber Track*

Pengembangan pada unit transportasi berfokus pada *rubber track* (roda karet), pengembangan pada unit ini dilakukan dengan merubah desain *track shoes (crawler)* dari *flat rubber partial* menjadi *track shoes* tipe *rubber casting*. *Track shoe* tipe *rubber casting* memiliki profil *tracky* yang bergelombang sehingga saat mesin beroperasi tidak terjadi slip (mesin tidak bergerak meluncur) .



(a)



(b)

Gambar 8. Perbedaan *Rubber Track*, (a) *Flat rubberPartial*; (b) *Rubber casting*

2. Pengembangan Pada Dimensi Rangka *Rubber Track*

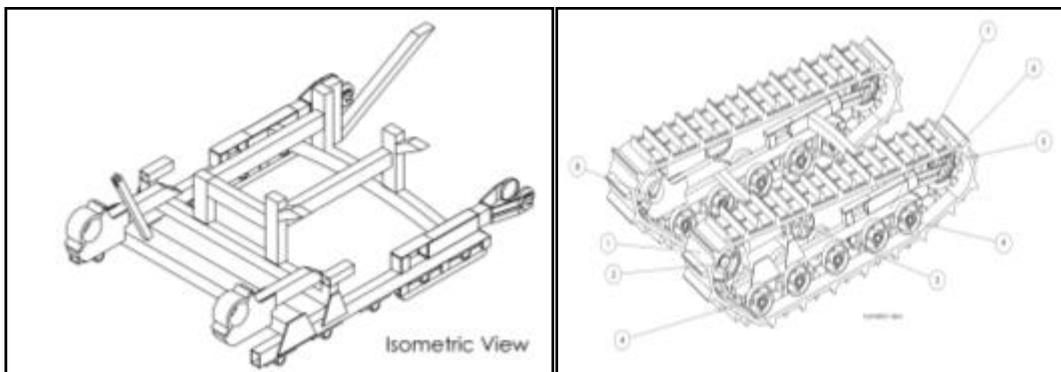
Pengembangan pada dimensi rangka *rubber track* ini adalah dengan menambahkan dimensi tinggi dari tinggi rangka *rubber track* sebelumnya 350mm menjadi 505mm, sehingga diharapkan pada saat beroperasi pada lahan rawa pasang surut yang memiliki ketinggian lumpur rata-rata 300mm roda ridak tenggelam seluruhnya.

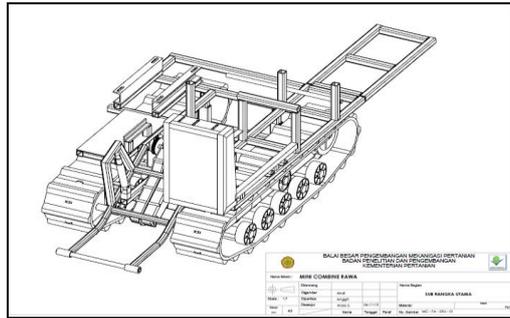
3. Pengembangan Pada Dimensi Rangka (*Casis*)

Pengembangan pada dimensi rangka ini dilakukan dengan menambahkan tinggi pada bagian rangka (*casis*), rangka utama ditinggikan dari ukuran sebelumnya 450mm menjadi 550mm. Penambahan tinggi rangka utama bertujuan agar sisa potongan tanaman padi tidak tersangkut atau tertarik gear box.

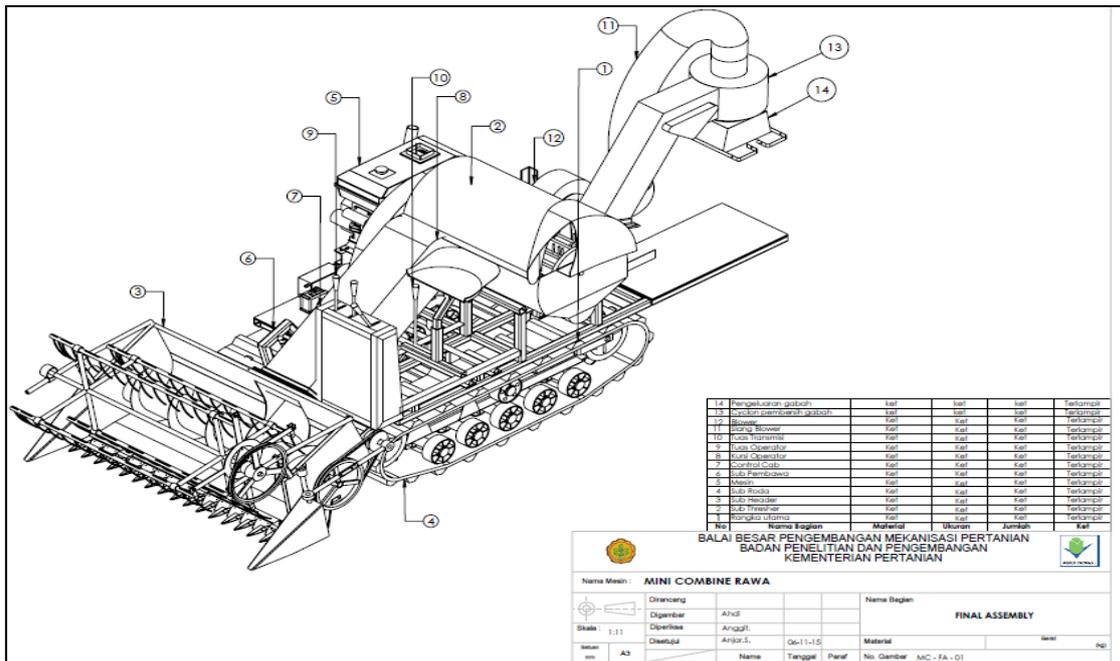
Selain dilakukan pengembangan pada bagian *Rubber track*, juga dilakukan pengembangan pada bagian transmisi, dimana pada mesin panen padi tipe mini combine sebelumnya yang digunakan sebagai pendekatan parameter desain awal menggunakan sistem penggerak roda belakang, sedangkan pada mesin panen padi tipe mini combine yang akan digunakan pada lahan rawa pasang surut ini menggunakan sistem penggerak roda depan dengan mengaplikasikan gear box TR2 dengan PTO.

Perubahan ini dilakukan karena berdasarkan hasil uji fungsi dilapang dengan sistem penggerak roda belakang mesin panen padi tipe mini combine mengalami kesulitan saat bermanuver dilahan rawa yang memiliki traksi besar, sehingga dilakukan pengembangan dengan merubah sistem penggerak roda depan dengan asumsi tranfer daya dari engine ke gear box lebih efisien dan mengaplikasikan gear box TR2 dengan PTO ini memiliki kelebihan lebih kuat untuk beroperasi pada lahan yang memiliki traksi besar seperti lahan rawa pasang surut.





Gambar 9. Rangka Unit Transportasi yang dikembangkan untuk mesin combine pasang surut



Gambar 10. Desain mesin panen padi tipe mini combine untuk lahan rawa pasang surut

KESIMPULAN

1. Hasil identifikasi lahan rawa untuk desain mesin panen padi ini dilakukan pada lahan rawa pasang surut tipe C, C-D, dan D .
2. Pendekatan parameter desain mesin panen padi tipe mini combine dilakukan dengan target nilai gaya tekan ke tanah (ground preassure) sebesar 0.11kg/cm2 dengan pengembangan parameter desain untuk mesin combine lahan rawa dilakukan pada unit transportasi dan transmisi.
3. Hasil uji dari laboratorium desain menunjukkan fungsi pada bagian-bagian mesin berkerja sesuai dengan rancangan yaitu dapat berkerja pada daya sangga tanah 0,11 kg/cm2.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T. 2004. Potensi dan Pendayagunaan Lahan Rawa untuk Peningkatan Produksi Padi. Ekonomi Padi dan beras Indonesia. *Dalam* Faisal Kasrino, Effendi Pasandaran dan A.M. Fagi (Penyunting). Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Anonim, 2012. Pengembangan Desain Mesin Panen Padi Tipe Mini Combine Kapasitas 14 jam/ha Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja. Laporan Akhir Kegiatan Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Serpong.
- Anonim, 2013. Pengembangan Desain Mesin Panen Padi Tipe Mini Combine Kapasitas 14 jam/ha Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja. Laporan Akhir Kegiatan Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Serpong.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Edisi pertama tahun 2006. *"Karakteristik dan Pengelolaan lahan rawa"*, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Baruah, D.C. and B.S. Panesar, 2005. Energy Requirement Model for a Combine Harvester, Part I: Development of Component Models. *Biosystems Engineering* (2005) 90 (1), 9–25.
- Chinsuwan, W., Chuan-udom, S., and Phayom, W. 2002. Rice Harvest Losses Assessment. *TSAE Journal*. 9(1), 14-19.
- Chinsuwan, W., Pongjan, N., Chuan-udom, S. and Phayom, W. 2004. Effect of Reel Index on Gathering Loss of Rice Combine Harvester. *TSAE Journal*. 11(1), 7-9.
- Junsiri, C. and Winit Chinsuwan, 2009. Prediction equations for header losses of combine harvesters when harvesting Thai Hom Mali rice. *Songklanakarin J. Sci. Technol*. 31 (6), 613-620, Nov. - Dec. 2009.
- Nugraha, Sigit. 2007. *Keragaan Kehilangan Hasil Pasca Panen Pada 3 (tiga) Agroekosistem*. Buletin Teknologi Pasca Panen Pertanian Vol.3
- Nugroho, K., Alkushima, Paidi, W. Wahdini, Abdurachman, A., H Suhardjo dan I. P. G. Widjaya-Adhi, 1992. *Peta Areal Potensial untuk Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut, Rawa dan Pantai*. Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Oduori, M.F., Thomas O. Mbuya, Jun Sakai, and Eiji Inoue. 2012. Modeling of crop stem deflection in the context of combine harvester reel design and operation. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 14 (2): Manuscript No.1575.
- Siebenmorgen, T.J., Andrews, S.B. and Counce, P.A. 1994. Relationship of the Height Rice is Cut to Harvesting Test Parameters. *Transactions of the ASAE* 37(1), 67-69.
- Soil Survey Staff. 1990. *Keys to Soil Taxonomy*. USDA. Soil Conservation Service. Washington, D.C
- Subagyo, H. dan IP. G. Widjaya-Adhi. 1998. Peluang dan kendala penggunaan lahan rawa untuk pengembangan pertanian di Indonesia, kasus : Sumatera Selatan dan Kalimantan Tengah. Makalah Utama Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Sudana Wayan, 2005, Potensi dan Prospek Lahan Rawa Sebagai Sumber Produksi Pertanian, Analisis Kebijakan Pertanian. Volume 3 No. 2, Juni 2005 : 141-151.