RANCANG BANGUN INTEGRASI MESIN PENGUPAS BERONDOLAN BUAH SAWIT UNTUK PEMBUATAN BAHAN BAKU ARANG BRIKET DENGAN PENDEKATAN MORPHOLOGI CHART DAN DESAIN EKSPERIMEN

DENNI JIYANTO

Program Studi Teknik Industri, Universitas Tanjungpura.
denni.vengeance21@gmail.com

Abstrak– Kelapa sawit merupakan salah satu hasil perkebunan yang terdapat di Provinsi Kalimantan Barat khususnya di kawasan Rasau Jaya Kabupaten Kubu Raya. Proses pemanenan buah sawit tidak luput dari buah sawit yang gugur atau rontok dari tandannya. Tindakan yang dapat dilakukan adalah rancang bangun mesin pengupas buah kelapa sawit untuk memisahkan serabut buah kelapa sawit dengan biji kelapa sawit agar biji kelapa sawit dapat diolah menjadi bahan baku pembuatan arang briket. Metode morphologichal chart adalah suatu daftar atau ringkasan dari analisis perubahan bentuk secara sistematis untuk mengetahui bagaimana bentuk suatu produk dibuat di dalam chart dari berbagai kemungkinan solusi untuk membentuk produk–produk yang berbeda atau bervariasi. Kombinasi yang berbeda dari sub solusi dapat dipilih dari chart mungkin dapat menuju solusi baru yang belum teridentifikasi sebelumnya. penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Hasil dari analisis morphological chart didapat alternatife ke 3 yang dikehendaki yaitu dengan bentuk desain bentuk desain semi horizontal dan vertikal, bahan desain terbuat dari besi, dimensi body dengan ukuran 120 cm x 120 cm x 120 cm, tenaga pengerak menggunakan bahan bakar minyak, pengoperasian dengan cara semi otomatis, umur teknis mempunyai usia > 7 tahun dan pada percobaan desain eksperimen diperoleh percobaan pada jarak landasan (hopper) 2cm, mengunakan mata pemarut rapat, saringan pemisah dengan jarak kerapatan 10 mm.

Kata Kunci– Desain Eksperimen, Kelapa Sawit, Mesin Pengupas, Morphological Chart, Rancangan Bangun

1. Pendahuluan

Kalimantan Barat menjadi salah satu provinsi dengan produksi tumbuhan kelapa sawit sebagai yang terbanyak dengan luas lahan 955.200 Ha. Kelapa sawit merupakan tumbuhan yang memiliki nilai ekonomis tinggi karena buahnya dapat diolah menjadi CPO. CPO merupakan bahan baku untuk pembuatan minyak goreng, mentega, sabun, kosmetik dll. Permasalahan yang dihadapi pada proses pemanenan buah kelapa sawit yang ditemui yaitu, buah kelapa sawit yang gugur atau rontok dari tandannya pada saat pemanenan tandan buah kelapa sawit, karena buah kelapa sawit tersebut jatuh ke tanah, sehingga ada beberapa buah kelapa sawit yang terlepas atau rontok dari tandannya. Buah kelapa sawit yang terlepas dari tandan buah kelapa sawit biasanya disebut dengan berondolan. Berondolan tersebut biasanya dibiarkan dan tidak digunakan dalam pembuatan CPO, karena pada proses penimbangan brondolan tersebut tidak dapat ikut ditimbang.

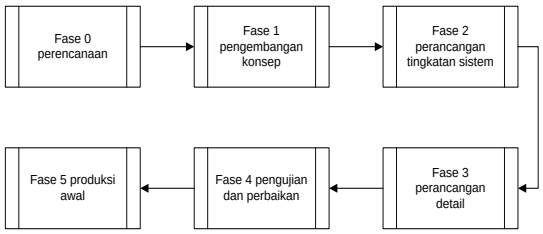


Gambar 1. Buah Kelapa Sawit dan Berondolan Buah Kelapa Sawit

Berdasarkan permasalahan diatas mengenai buah kelapa sawit yang gugur atau berondolan, maka salah satu alternatif yang dapat dilakukan dalam upaya memanfaatkan buah kelapa sawit yang gugur tersebut seperti, pada bagian serabut buah sawit selain diolah menjadi CPO (Crude Palm Oil) dapat juga diolah menjadi bahan bakar alternatif seperti biodiesel, biodiesel merupakan hasil olahan dari minyak sawit sebagai energi alternatif penganti bahan bakar solar. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pada kendaraan yang menggunakan bahan bakar solar seperti, truk, bus, alat berat dan lain – lain. Sedangkan pada bagian inti buah sawit atau kernel selain dapat diolah menjadi PKO (Palm Kernel Oil) kernel dapat diolah menjadi arang briket dengan cara merancang mesin pengupas buah kelapa sawit untuk pembuatan bahan baku arang briket. Hal ini sesuai dengan Kebijakan Energi Nasional yang diterbitkan melalui keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 0983 K/16/MEM/2004 yang telah ditindak lanjuti dengan menyusun Blueprint Pengolahan Energi Nasional (BP-PEN) 2005 – 2025 yang dituangkan dalam Perpers No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Untuk itu penelitian terkait proses produksi kelapa sawit diperlukan.

2. Teori Dasar

Produk merupakan sesuatu yang dijual oleh perusahaan kepada pembeli. Pengembangan produk merupakan serangkaian aktifitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahapan produksi, penjualan, dan pengiriman produk. Perencanaan dan pengembangan produk dilakukan agar produk semula memiliki fungsi tambahan. Proses pengembangan produk terdiri dari berbagai tahapan yang sistematis (Ulrich dan Eppinger, 2001). fase yang dilakukan untuk perencananaan dan pengembangan produk terdapat enam fase dalam proses pengembangan secara umum seperti yang ditunjukan pada gambar.



Gambar 2. Proses Pengembangan Produk
Sumber : (Ulrich dan Eppinger, 2001)

1. Fase 0 (Perencanaan)

Fase ini merupakan fase nol atau zerofase yang mengawali seluruh rangkaian pengembangan produk yang akan dilakukan. Proses ini berkaitan dengan proses persetujuan konsep pengembangan produk yang akan dilakukan.

2. Fase 1 (Pengembangan Konsep)

Fase 1 adalah fase dimana perusahaan mulai mengidentifikasi kebutuhan pasar serta mulai menyusun alternatif - alternatif produk yang akan disusun. Alternatif-alternatif yang ada akan mulai dipilih dan dikembangkan lebih jauh. Di dalam hal ini, konsep didefinisikan sebagaiuraian dari bentuk, fungsi, dan tampilan suatu produk dan biasanya diikuti dengan sekumpulan spesifikasi, analisis produk-produk pesaing serta pertimbangan ekonomis proyek.

3. Fase 2 (Perancangan Tingkatan Sistem)

Fase ini mencakup fase yang menjelaskan tentang definisi arsitektur produk dan uraian produk menjadi subsistem-subsistem serta komponen-komponen. Output yang dihasilkan pada fase ini mencakup tata letak bentuk produk, spesifikasi secara fungsional dari tiap subsistem produk, serta diagram aliran proses pendahuluan untuk proses rakitan akhir.

4. Fase 3 (Perancangan Detail)

Fase ini meliputi fase perancangan mendetail tentang spesifikasi dan karakteristik material yang dibutuhkan pada produk. Pada tahap ini juga mulai dilakukan penyesuaian-penyesuaian terhadap komponen yang bersifat unik terhadap komponen standar yang akan dipesan kepada supplier. Pada tahap ini pula akan ditentukan pula urutan proses fabrikasi hingga perakitan yang akan dilakukan dalam menghasilkan produk.

5. Fase 4 (Pengujian dan Perbaikan)

Fase ini melibatkan konstruksi dan evaluasi dari bermacam-macam versi produksi awal produk. Pada fase ini hal yang menjadi perhatian utama adalah pembuatan prototype alpha yang merupakan prototype uji coba dalam rangka pembuatan produk untuk pemenuhan keinginan konsumen sesuai dengan material yang dibutuhkan. Prototype berikutnya (beta) biasanya dibuat dengan komponen yang dibutuhkan pada produksi namun tidak dirakit dengan menggunakan proses perakitan akhir seperti pada perakitan sesungguhnya. Sasaran dari prototipe beta biasanya adalah untuk menjawab pertanyaan tentang kinerja dan keandalan dalam rangka mengidentifikasi kebutuhan perubahan-perubahan secara teknik untuk produk akhir.

6. Fase 5 (Produksi Awal)

Fase produksi awal adalah fase produksi menggunakan peralatan produksi yang sesungguhnya dengan tujuan melatih tenaga kerja untuk menyesuaikan diri denganberbagai perubahan yang mungkin pada level produksi. Produk-produk yang dihasilkan dari fase ini disesuaikan dengan keinginan pelanggan dan dievaluasi secara berkala untuk mengurangi kelemahan yang terjadi.

Morphological Chart adalah suatu daftar atau ringkasan dari analisis perubahan bentuk secara sistematis untuk mengetahui bagaimana bentuk suatu produk dibuat. Di dalam chart ini dibuat kombinasi dari berbagai kemungkinan solusi untuk membentuk produk–produk yang berbeda atau bervariasi. Kombinasi yang berbeda dari sub solusi dapat dipilih dari chart mungkin dapat menuju solusi baru yang belum teridentifikasi sebelumnya. Morphological Chart berisi elemen-elemen, komponen-komponen atau sub-sub solusi yang lengkap yang dapat dikombinasikan (Ginting, 2010).

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Mendaftar / membuat daftar yang penting bagi sebuah produk. Daftar tersebut haruslah meliputi seluruh fungsi pada tingkat generalisasi yang tepat.

2. Daftar setiap fungsi yang dapat dicapai yang menentukan komponen apa saja untuk mencapai fungsi. Daftar tersebut meliputi gagasan baru sebagaimana komponen - komponen yang ada dari bagian solusi.

3. Menggambar dan membuat sebuah chart untuk mencantumkan semua kemungkinan-kemungkinan hubungan solusi.

4. Identifikasi kelayakan gabungan/kombinasi sub-sub solusi. Jumlah total dari kombinasi tersebut mungkin sangat banyak sehingga pencarian strategi mungkin harus berpedoman pada konstrain atau kriteria.

Menurut Solso dan MacLin (2002), penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Oleh karena itu, penelitian eksperimen erat kaitanya dalam menguji suatu hipotesis dalam rangka mencari pengaruh, hubungan, maupun perbedaan perubahan terhadap kelompok yang dikenakan perlakuan.

Menurut Danim (2002) menyebutkan beberapa karakteristik penelitian eksperimen, yaitu:

1. Variabel-veniabel penelitian dan kondisi eksperimen diatur secara tertib ketat (rigorous management), baik dengan menetapkan kontrol, memanipulasi langsung, maupun random (acak).
2. Adanya kelompok kontrol sebagai data dasar (base line) untuk dibandingkan dengan kelompok eksperimen.
3. Penelitian ini memusatkan diri pada pengontrolan variansi, untuk memaksimalkan variansi variabel yang berkaitan dengan hipotesis penelitian, meminimalkan variansi variabel pengganggu yang mungkin mempengaruhi hasil eksperimen, tetapi tidak menjadi tujuan penelitian. Di samping itu, penelitian ini meminimalkan variansi kekeliruan, termasuk kekeliruan pengukuran. Untuk itu, sebaiknya pemilihan dan penentuan subjek, serta penempatan subjek dalarn kelompok-kelompok dilakukan secara acak.
4. Validitas internal (internal validity) mutlak diperlukan pada rancangan penelitian eksperimen, untuk mengetahui apakah manipulasi eksperimen yang dilakukan pada saat studi ini memang benar-benar menimbulkan perbedaan.
5. Validitas eksternalnya (external validity) berkaitan dengan bagaimana kerepresentatifan penemuan penelitian dan berkaitan pula dengan menggeneralisasikan pada kondisi yang sama.
6. Semua variabel penting diusahakan konstan, kecuali variabel perlakuan yang secara sengaja dimanipulasikan atau dibiarkan bervariasi.

Selain itu, dalam penelitian eksperimen ada tiga unsur penting yang harus diperhatikan dalam melakukan penelitian ini, yaitu kontrol, manipulasi, dan pengamatan. Variabel kontrol disini adalah inti dari metode eksperimental, karena variabel kontrol inilah yang akan menjadi standar dalam melihat apakah ada perubahan, maupun perbedaan yang terjadi akibat perbedaan perlakuan yang diberikan. Sedangkan manipulasi disini adalah operasi yang sengaja dilakukan dalam penelitian eksperimen. Dalam penelitian ini, yang dimanipulasi adalah variabel independent dengan melibatkan kelompok - kelompok perlakuan yang kondisinya berbeda. Setelah peneliti menerapkan perlakuan eksperimen, ia harus mengamati untuk menentukan apakah hipotesis perubahan telah terjadi (Observasi).

Dari beberapa penjelasan diatas secara garis besar dapat kita simpulkan karakteristik penelitian eksperimen adalah antara lain :

1. Menggunakan kelompok kontrol sebagai garis dasar untuk dibandingkan dengan kelompok yang dikenai perlakuan eksperimental.
2. Menggunakan sedikitnya dua kelompok
3. Harus mempertimbangkan kesahihan ke dalam (internal validity).
4. Harus mempertimbangkan kesahihan keluar (external validity).

Menurut Sukardi (2003) pada umumnya, penelitian eksperirnental dilakukan dengan menempuh langkah-langkah seperti beriku :

1. Melakukan kajian secara induktif yang berkait erat dengan permasalahan yang hendak dipecahkan.
2. Mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah.
3. Melakukan studi literatur dan beberapa sumber yang relevan, memformulasikan hipotesis penelitian, menentukan variabel, dan merumuskan definisi operasional dan definisi istilah.
4. Membuat rencana penelitian yang didalamnya mencakup kegiatan:
   a. Mengidentifikasi variabel luar yang tidak diperlukan, tetapi memungkinkan terjadinya kontaminasi proses eksperimen.
   b. Menentukan cara mengontrol.
   c. Memilih rancangan penelitian yang tepat.
   d. Menentukan populasi, memilih sampel (contoh) yang mewakili serta memilih sejumlah subjek penelitian.
   e. Membagi subjek dalam kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen.
   f. Membuat instrumen, memvalidasi instrumen dan melakukan studi pendahuluan agar diperoleh instrumen yang memenuhi persyaratan untuk mengambil data yang diperlukan.
   g. Mengidentifikasi prosedur pengumpulan data. Dan menentukan hipotesis.
5. Melaksanakan eksperimen.
6. Mengumpulkan data kasar dan proses eksperimen.
7. Mengorganisasikan dan mendeskripsikan data sesuai dengan variabel yang telah ditentukan.
8. Menganalisis data dan melakukan tes signifikansi dengan teknik statistika yang relevan untuk menentukan tahap signifikasi hasilnya.
9. Menginterpretasikan basil, perumusan kesimpulan, pembahasan, dan pembuatan laporan.

3. Hasil

Membuat Morphological Chart yang memperlihatkan solusi rancangan mesin pengupas serabut buah kelapa sawit dengan biji kelapa sawit atau kernel yang mungkin diterapkan yang terdiri dari beberapa kriteria pembentuk mesin pengupas serabut buah sawit dan kernel dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Desain Mesin Pengupas Buah Kelapa Sawit

No.	Kriteria	Uraian
1.	Bentuk Desain	Dasar pertimbangan ini adalah dengan bentuk desain yang sesuai maka akan memudahkan dalam proses penggunaannya.
2.	Bahan Desain	Dasar pertimbangan ini adalah desain terbuat dari bahan yang baik untuk mesin dan mudah didapat serta kuat dan awet.
3.	Dimensi	Dasar pertimbangan ini adalah dimensi yang sesuai dengan pengguna mesin tersebut, dimana mesin tersebut tidak terlalu banyak memakan ruang.
4.	Tenaga Penggerak	Dasar pertimbangan ini adalah tenaga penggerak yang sesuai dengan mesin pengupas kelapa sawit karena dalam hal ini mesin tersebut digunakan untuk menerima beban yang berat.
5.	Pengoperasian	Dasar pertimbangan ini adalah pengopresian yang mudah dan tidak memerlukan tenaga manusia yang berlebihan.
6.	Umur Teknis	Dasar pertimbangan ini adalah dengan umur teknis yang lama akan memberikan keuntungan bagi pengguna.

Tabel 2. Morphological Chart Mesin Pengupas Serabut Buah Sawit Dengan Kernel

No	Kriteria	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Bentuk Desain	Horizontal	Semi Horizontal Vertikal	Vertikal
2.	Bahan Desain	Baja	Aluminium	Besi
3.	Dimensi	80 cm x 80 cm x 80 cm	100 cm x 100 cm x 100 cm	120 cm x 120 cm x 120 cm
4.	Tenaga Pengerak	Tenaga manusia	Bahan bakar minyak	Listrik
5.	Pengoperasian	Manual	Otomatis	Semi otomatis
6.	Umur Teknis	< 4 tahun	4 - 7 tahun	> 7 tahun

Langkah ini mengidentifikasi kombinasi dari seluruh solusi rancangan mesin pengupas serabut buah sawit dengan kernel yang mungkin diterapkan dari Morphological Chart. Kombinasi dari solusi rancangan untuk mesin pengupas serabut buah sawit dengan kernel dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kombinasi Solusi Rancangan Untuk Mesin Pengupas

No	Kriteria	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Bentuk Desain	Horizontal	Semi Horizontal Vertikal	Vertikal
2.	Bahan Desain	Baja	Aluminium	Besi
3.	Dimensi	80 cm x 80 cm x 80 cm	100 cm x 100 cm x 100 cm	120 cm x 120 cm x 120 cm
4.	Tenaga Pengerak	Tenaga manusia	Bahan bakar minyak	Listrik
5.	Pengoperasian	Manual	Otomatis	Semi otomatis
6.	Umur Teknis	< 4 tahun	4 - 7 tahun	> 7 tahun

Alternatif 1 Alternatif 2 Alternatif 3

Mengidentifikasi kombinasi solusi rancangan yang dapat diterapkan.

Alternatif 1 :
1. Bentuk Desain Vertikal
2. Bahan desain terbuat dari Aluminium
3. Dimensi dengan ukuran 80 cm x 80 cm x 80 cm
4. Tenaga pengerak menggunakan listrik
5. Pengoperasian dengan cara manual
6. Umur teknis mempunyai usia < 4 tahun

Alternatif 2 :
1. Bentuk desain Horizontal
2. Bahan desain terbuat dari Baja
3. Dimensi body dengan ukuran 100 cm x 100 cm x 100 cm
4. Tenaga pengerak menggunakan tenaga manusia
5. Pengoperasian dengan cara otomatis
6. Umur teknis mempunyai usia 4 - 7 tahun

Alternatif 3 :
1. Bentuk desain Semi Horizontal dan Vertikal
2. Bahan desain terbuat dari Besi
3. Dimensi body dengan ukuran 120 cm x 120 cm x 120 cm
4. Tenaga pengerak menggunakan bahan bakar minyak
5. Pengoperasian dengan cara semi otomatis
6. Umur teknis mempunyai usia > 7 tahun



Gambar 2. Konsep Desain Yang Terpilih

Pembuatan alat pengupas serabut buah kelapa sawit dengan biji kelapa sawit berdasarkan dengan alternatif terpilih. Alat pengupas serabut buah kelapa sawit dengan biji kelapa sawit dibuat sesuai dengan karakteristik alternatif - alternatif tersebut. Alat pengupas serabut buah kelapa sawit dengan biji kelapa sawit menggunakan alat dan bahan. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

No	Nama Bahan	Jumlah
1.	Motor Bensin	1 Buah
2.	Alat Penghancur	1 Buah
3.	Mata Pemarut	1 Buah
4.	Besi Siku	3 Batang
5.	Plat Aluminium	1 Lembar
6.	Pillow Block	2 Buah
7.	Pulley	2 Buah
8.	Belt	4 Buah
9.	Besi As	1 Buah
10.	Besi Plat	1 Lembar
11.	Elektroda Las	1 Kotak
12.	Mata Gerinda Potong	10 Buah
13.	Mata Gerinda Asah	1 Buah
14.	Bensin	3 Liter
15.	Cat Warna Merah	1 Kaleng
16.	Cat Warna Kuning	1 Kaleng
17.	Cat Warna Biru	1 Kaleng
18.	Cat Warna Hitam	1 Kaleng
19.	Kuas Ukuran 2”	3 Buah
20.	Thinner	1 Kaleng

4. Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan penelitian tentang rancang bangun mesin pengupas buah kelapa sawit dengan biji kelapa sawit untuk pembuatan bahan baku arang briket dengan metode morphological chart dan desain eksperimen ini adalah sebagai berikut :

1. Buah sawit yang gugur dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan arang briket dengan cara mengolah buah sawit menggunakan mesin hasil rancangan, mesin ini berfungsi untuk mengupas serabut kelapa sawit untuk memisahkan antara serabut buah sawit atau daging buah sawit dengan biji sawit atau kernel dan menghancurkan biji buah sawit dengan mesin penghancur. Biji buah sawit tersebut dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan arang briket.
2. Anasis hasil dari seluruh kombinasi solusi rancangan mesin pengupas serabut buah sawit dengan kernel yang dapat diterapkan dari Morphological Chart. Dapat dianalisis bahwa dari ke-tiga alternatif yang ada, alternatif yang dikehendaki adalah alternatif 3 yaitu :

   Alternatif 3 :
   1. Bentuk desain semi horizontal dan vertikal
   2. Bahan desain terbuat dari besi
   3. Dimensi body dengan ukuran 120 cm x 120 cm x 120 cm
   4. Tenaga pengerak menggunakan bahan bakar minyak
   5. Pengoperasian dengan cara semi otomatis
   6. Umur teknis mempunyai usia > 7 tahun

Dari hasil beberapa percobaan desain eksperimen yang dilakukan pada jarak hopper atau landasan yang di setting dengan jarak 2cm. Pada mata pemarut, menggunakan mata pemarut yang rapat serta saringan atau filter yang digunakan yang jarak kerapatannya 10mm, membuat pemisahan hasil pengupasan serabut buah kelapa sawit dengan biji kelapa sawit dapat bekerja dengan optimal.

Saran yang diberikan dalam penelitian rancang bangun mesin pengupas buah kelapa sawit dengan biji kelapa sawit untuk pembuatan bahan baku arang briket ini adalah sebagai berikut:

1. Petani buah kelapa sawit di Rasau Jaya dapat menggunakan mesin pengupas buah kelapa sawit. Sehingga berondolan atau buah kelapa sawit yang gugur dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi bahan baku arang briket sehingga dapat menambah nilai ekonomis dari pemanfaatan buah kelapa sawit yang gugur.
2. Penelitian selanjutnya perlu diperhatikan pada penggunaan motor pengerak yang tidak berisik dan efesien dalam penggunaannya.
3. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengembangan pada kapasitas mesin agar penggolahan buah kelapa sawit dapat dilakukan dalam jumlah yang lebih banyak sehingga dapat memaksimalkan hasil dan waktu dalam proses pengolahannya.
4. Pengembangan alat selanjutnya perlu memperhatikan aspek biaya dalam pengoperasian alat dan penggunaan mata pengupas yang lebih berkualitas, tajam, kuat dan awet dalam penggunaannya agar pengupasan serabut buah kelapa sawit dapat lebih optimal. Pada penelitian ini mengguakan mata pemarut berbahan stainless stell grade 304 yang memiliki ketahanan yang kuat terhadap korosi, awet dan mudah di bersihkan, akan tetapi mata pemarut tersebut memiliki ketahanan yang kurang dan mudah tumpul.
5. Pengembangan alat selanjutnya tidak hanya dapat mengupas, menyaring dan menghancurkan buah kelapa sawit, namun dapat dikembangkan untuk dapat langsung menghasilkan arang briket yang dapat langsung digunakan.

Referensi

[1] Ulrich, K. T. (2001). Perncangan Dan Pengembangan Produk. Jakarta: Jointly Published by McGraw-Hill Book Co Singapore : Penerbit Salemba Teknika.M. Parnichkun and C. Ngaecharoenkul. "Hybrid of Fuzzy and PID in Kinematics Control of a Pneumatic System", *2000 International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation*, vol.5, no.6, pp. 1485-1490, 2000.

[2] Ginting, R. (2010). Perancangan Produk. Yogyakarta: Graha Ilmu.

[3] Solso, R. L., & MacLin, M. K. (2005). Cognitive Psychologi. New York: Pearson.

[4] Danim, S. (2002). Menjadi Peneliti Kualitatif. Bandung: Pustaka Setia.

[5] Sukardi. (2003). Metodologi Penelitian Pendidikan. Jakarta: Bumi Aksara.

Biografi

Denni Jiyanto lahir di Pontianak, pada tanggal 21 Juni 1994, anak pertama dari lima bersaudara dari pasangan Ibu Kastina Yuniarti dan Bapak Dedi Masrudi. Penulis memulai pendidikan di SDN 35 Pontianak Selatan dan lulus pada tahun 2005, kemudian melanjutkan ke SMP 19 Pontianak dan lulus pada tahun 2008, melanjutkan lagi di SMTI Pontianak mengambil jurusan Teknik Pemesinan dan lulus pada tahun 2011. Penulis melanjutkan perguruan tinggi pada tahun 2011 dan diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak.