

PERANCANGAN MESIN BRIKET BATUBARA SISTEM TEKAN TIPE PISTON

Bustami Ibrahim⁽¹⁾, I Wayan Suweca⁽²⁾

⁽¹⁾ Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Jl. Kanayakan 21 Bandung 40135, email: bustami@polman-bandung.ac.id, stamy_sst@yahoo.com

⁽²⁾ KK Perancangan Mesin, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara – ITB, Jl Ganesha 10 Bandung 40132, email: csuweca@edc.ms.itb.ac.id

Abstrak

Indonesia sebagai negara penghasil batubara terbesar kedua di Asia setelah Republik Rakyat China memiliki sumber daya batubara yang melimpah. Tetapi, kualitas batubara yang ada di Indonesia umumnya rendah, sehingga nilai ekonomisnya tidak optimum. Peningkatan kualitas batubara dengan teknologi *upgrading* sedang dikembangkan oleh ITB bekerja sama dengan salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang pertambangan batubara. Mesin pembuat briket batubara sistem *roller press* yang sudah dikembangkan ITB memiliki beberapa kelemahan, khususnya pada proses manufaktur dan perakitannya yang membutuhkan kepresisian yang tinggi. Selain itu, sistem *roller press* memiliki kelemahan lain, yaitu tingkat kepadatan briket batubara yang dihasilkan relatif sukar untuk dikontrol. Kondisi di atas menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini, yaitu untuk mendapatkan rancangan alternatif mesin briket batubara. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan mesin briket batubara sistem tekan piston (*reciprocate*) yang diharapkan mampu meminimumkan kekurangan-kekurangan pada mesin briket yang sudah dikembangkan. Metode perancangan yang digunakan adalah VDI 2222. Tahapan proses merancang dimulai dengan membuat daftar persyaratan mesin, melakukan identifikasi dan pembagian fungsi, membuat alternatif sub sistem, mengembangkan berbagai konsep, melakukan penilaian dan pemilihan variasi konsep, dan akhirnya menentukan konsep yang akan dikembangkan selanjutnya. Tahap berikutnya adalah melakukan proses perancangan detil seperti perhitungan dasar pemilihan sistem penggerak yang dipakai, melakukan analisis kekuatan konstruksi pada beberapa bagian kritis, dan pemilihan komponen-komponen lainnya. Tahap terakhir adalah pembuatan gambar mesin dari konsep rancangan yang dihasilkan. Rancangan mesin briket yang telah dihasilkan menunjukkan kemampuan untuk dimanufaktur dan dirakit yang lebih baik dari mesin briket tipe *roller press* dan dapat dijadikan satu pilihan rancangan alternatif.

Kata kunci: perancangan, VDI 2222, mesin briket, tipe piston (*reciprocate*).

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumber daya batubara yang melimpah, tetapi kualitas batubara yang ada di Indonesia umumnya rendah. Peningkatan kualitas batubara dengan teknologi *upgrading* ini sedang dikembangkan oleh ITB bekerja sama dengan salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang pertambangan batubara. Namun demikian, ternyata mesin pembuat briket yang sudah dikembangkan ITB, menggunakan sistem *roller press*, selain memiliki kelebihan dalam hal produktivitas dan getaran yang ditimbulkan relatif kecil, masih memiliki beberapa kelemahan, yaitu:

- Proses manufaktur & *assembly* mesin cukup sulit dan memerlukan kepresisian yang cukup tinggi.

- Setiap mulai beroperasi selalu terjadi *backlash* di bagian roll, menyebabkan setingan kedua rol cetakan bergeser, sehingga produk yang dihasilkan kurang baik bentuknya.
- Briket yang dihasilkan kurang padat; penekanan yang terjadi sebenarnya relatif kecil dan tidak ada pengatur tekanan.
- Efisiensi pembriketan relatif rendah, masih banyak serbuk batubara yang terbuang.

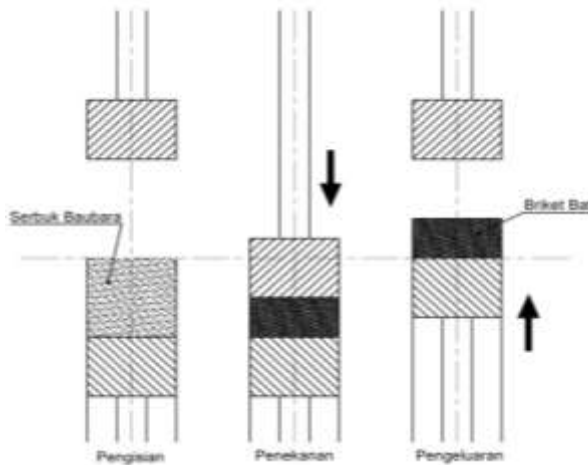
Dari kondisi di atas, pada penelitian ini akan dicoba dicarirancangan alternatif mesin briket batubara yang dapat meminimumkan kekurangan-kekurangan tersebut dengan menerapkan sistem tekan piston (*reciprocate*).

1. PROSES PEMADATAN BATUBARA DENGAN PISTON DAN METODOLOGI PENELITIAN

1.1. Penekan jenis piston

Proses pemadatan dengan piston dilakukan dengan cara memasukkan material yang akan dipadatkan kedalam rongga cetak hingga hampir penuh, kemudian sebuah piston atau poros dimasukkan kedalam rongga tersebut dan diberi gaya tekan yang sesuai dengan yang dibutuhkan untuk membentuk briket.

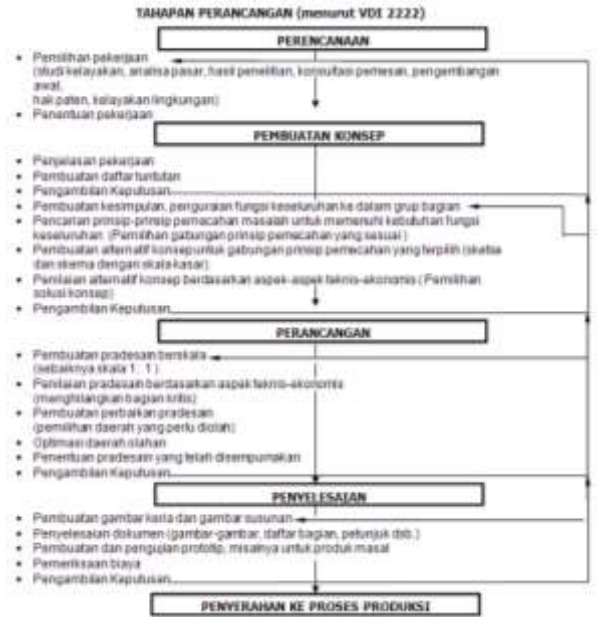
Pemadatan dengan jenis piston tidak cocok untuk produksi dalam jumlah yang banyak, bila briket berukuran kecil. Namun demikian, pemadatan jenis ini dapat menghasilkan briket batubara yang berkualitas tinggi. Dengan metode piston pengaturan tingkat kepadatan briket sangat mudah dilakukan. Kualitas briket batubara yang baik salah satunya berdasarkan jumlah kalori/panas yang dihasilkan yang diukur dengan satuan kalori GCV (*Gross Calorific Value*), semakin padat dan pekat batubara semakin besar pula kadar kalori yang dihasilkan.[7]



Gambar 1 Ilustrasi piston penekan

1.2. Metodologi Penelitian

Metodologi perancangan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada tahapan perancangan berdasarkan Persatuan Insinyur Jerman (*Verein Deutsche Ingenieuer*) namun hanya sampai tahap pembuatan konsep, tahap berikutnya akan dibahas pada penelitian lanjutan.



Gambar 2 Diagram Metodologi Perancangan VDI 2222

2. PEMBAHASAN

2.1. Perencanaan

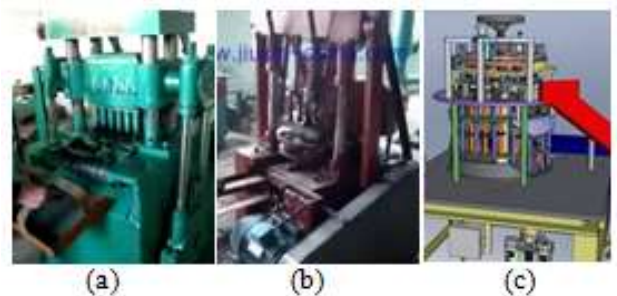
2.1.1. Permohonan pemesan

Pada penelitian ini akan diberikan alternatif rancangan mesin briket batubara yang meminimalkan kekurangan-kekurangan pada mesin tipe *roller press*, khususnya proses manufaktur & assembly yang memerlukan kepresisian yang tinggi.

Selain itu juga untuk menghindari terjadinya *backlash* di bagian roll yang menyebabkan setingan kedua rol cetakan bergeser dan meningkatkan efisiensi proses pembriketan.

2.1.2. Pemilihan sistem mekanisme

Terdapat beberapa tipe mesin pembuat briket batubara sistem tekan piston, diantaranya adalah:



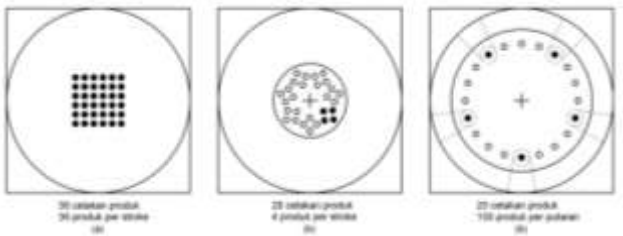
Gambar 3 (a) Mesin I : *Static dies*, (b) Mesin II : *Rotary dies*, (c) Mesin III : *Cam dies*

Dari ketiga jenis mesin dengan sistem yang berbeda seperti dijelaskan di atas, selanjutnya akan dipilih

sistem yang akan dikembangkan dengan cara melakukan simulasi perhitungan untuk mengestimasi banyaknya produk yang dihasilkan masing-masing mesin dalam satuan buah produk per menit. Aspek produktivitas menjadi prioritas utama dalam pemilihan ini, karena untuk mengurangi gap dengan sistem *roll press* yang memiliki produktivitas sangat tinggi. Pengamatan dilakukan dengan mempelajari gambar dari video yang diambil dari beberapa sumber.[8]

Dalam simulasi ini diasumsikan sbb:

- 1) Produk (briket batubara, selanjutnya disingkat bb) berbentuk bulat pipih (koin) dg dimensi $\varnothing 40$ mm x 20 mm, dengan volume hampir serupa dengan briket yang dihasilkan sistem *roll press*.
- 2) Dimensi mesin (panjang x lebar) 1300 mm x 1300 mm, tinggi mesin diabaikan, didapat:
 - o Mesin I (Gambar 5.a) : 36 cetakan
 - o Mesin II (Gambar 5.b) : 28 cetakan
 - o Mesin III (Gambar 5.c) : 20 cetakan
- 3) *Cycle time* disesuaikan seperti pada video, diukur dengan *stop watch* dengan 5 kali pengulangan pengukuran yang dianggap sebagai waktu ideal, didapat:
 - o Mesin I (Gambar 5.a) : 20 stroke per menit
 - o Mesin II (Gambar 5.b) : 40 stroke per menit
 - o Mesin III (Gambar 5.c) : 3 putaran per menit



Gambar 4 Ilustrasi layout (a) mesin I, (b) mesin II, (c) mesin III

Dengan perhitungan sederhana, didapat produktivitas sbb:

1. Mesin I : $20 \times 36 = 720$ produk bb per menit
2. Mesin II : $40 \times 4 = 160$ produk bb per menit
3. Mesin III : $3 \times 100 = 300$ produk bb per menit

Dengan demikian yang akan dikembangkan pada penelitian ini adalah jenis mesin I yang menggunakan sistem *static dies*, karena memiliki produktivitas yang paling tinggi.

2.2. Pembuatan Konsep

2.2.1. Pembuatan daftar persyaratan

Sebelum membuat konsep rancangan, dilakukan pendataan mengenai persyaratan apa saja yang harus

dipenuhi dan yang diinginkan dalam perancangan mesin ini yang dituliskan dalam sebuah tabel daftar persyaratan berikut.

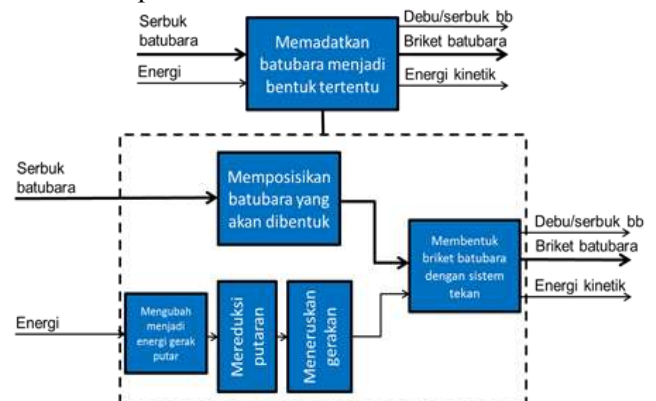
Table 1 Daftar persyaratan

| No | Parameter | Kuantitas/Kualitas | Keterangan |
|---------------------------------|--|--|---|
| 1 | Persyaratan utama | | |
| | a. Dimensi Mesin | Max. 1800x1800x2000 [mm ³] | Sebagai prototyping, sehingga dimensi mesin disesuaikan dengan kemudahan transportasinya. |
| | b. Input berupa butiran serbuk batubara dgn temperatur terjaga | Suhu 200°C | |
| | c. Dimensi Briket | $\varnothing 40$ mm x 20 mm | Ukuran briket serupa dengan briket hasil <i>roll press</i> |
| | d. Kepadatan briket | Adjustable | Default : kompresi 1:2 |
| e. Proses manufaktur & assembly | mudah | Dianalisis dengan metoda DFMA | |
| 2 | Persyaratan kedua | | |
| | a. Jumlah operator | 1 orang | |
| | b. Mudah dalam penggunaan | | |
| c. Aman bagi operator | | | |
| 3 | Keinginan | | |
| | a. Biaya operasional | Relatif murah | |
| b. Mudah dalam perawatan | | | |

2.2.2. Pembagian fungsi

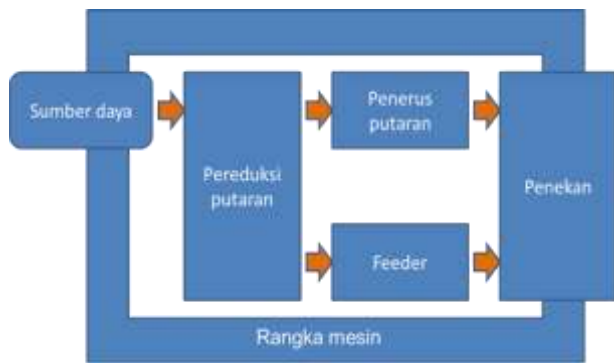
Pada tahapan ini dilakukan pembagian fungsi mesin yang akan dirancang sebagai sarana untuk pencarian alternatif dan pemecahan masalah fungsi tersebut. Fungsi utama mesin ini adalah melakukan pembriketan batubara tanpa bahan perekat dengan sistem tekan (*reciprocate*). Batubara yang dibentuk adalah hasil dari teknologi upgrading dalam bentuk serbuk atau butiran-butiran halus.

Berikut adalah bagan fungsi mesin yang dibuat dalam konsp “Black box”.



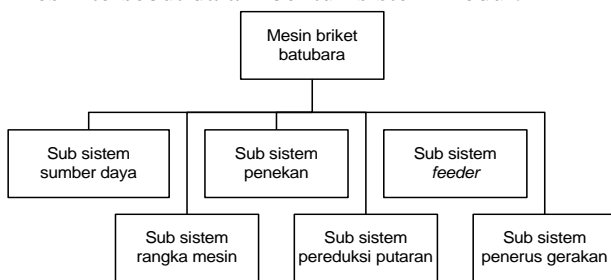
Gambar 5 Konsep “black box”

Setelah dibuat bagan fungsi mesin seperti gambar di atas, kemudian dibuat konsep mekanisme mesin.



Gambar 6 Konsep mekanisme mesin

Selanjutnya dibuat struktur fungsi yang menunjukkan elemen-elemen fungsi yang menyusun mesin tersebut dalam bentuk sistem modul.



Gambar 7 Sistem modul mesin

2.2.3. Pembuatan alternatif sub sistem

Sub sistem sumber daya

Sumber energi merupakan sumber gerakan pada mesin. Beberapa sumber energi yang bisa dijadikan alternatif pilihan adalah motor AC, pneumatik dan hidrolis.

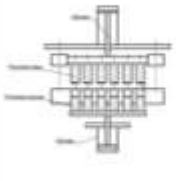
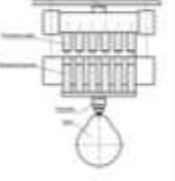
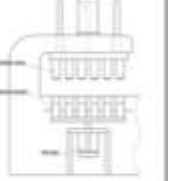
Table 2 Alternatif sub sistem sumber daya

| A1 | Alternatif 1 | A2 | Alternatif 2 | A3 | Alternatif 3 |
|-------------------|---|----|---|----|---|
| | Motor AC | | Pneumatik | | Hidrolis + Motor AC |
| |  | |  | |  |
| Kelebihan | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Mudah instalasi • Relatif murah • Tanpa panel kontrol | | <ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi lebih sederhana | | <ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi lebih sederhana |
| Kekurangan | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi lebih rumit | | <ul style="list-style-type: none"> • Relatif mahal • Memerlukan panel kontrol | | <ul style="list-style-type: none"> • Relatif mahal • Memerlukan panel kontrol |

Sub sistem penekan

Sistem penekan adalah sistem paling utama pada mesin ini, dimana terdiri dari penekan atas (*punch*) dan penekan bawah (*dies*) yang gerakannya seperti piston.


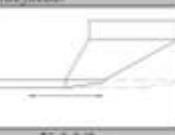
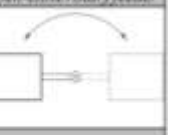
Table 3 Alternatif sub sistem penekan

| B1 | Alternatif 1 | B2 | Alternatif 2 | B3 | Alternatif 3 |
|-------------------|--|----|--|----|---|
| | Penekan tanpa adjuster dengan tiang pengarah | | Penekan dengan adjuster dengan tiang pengarah | | Penekan tanpa adjuster dan tiang pengarah |
| |  | |  | |  |
| Kelebihan | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi lebih sederhana | | <ul style="list-style-type: none"> • Relatif murah • Perawatan mudah | | <ul style="list-style-type: none"> • Sangat kokoh |
| Kekurangan | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Relatif mahal • Perawatan sulit | | <ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi lebih kompleks | | <ul style="list-style-type: none"> • Berat • Relatif mahal |

Sub sistem feeder

Fungsi *feeder* adalah memberikan atau menempatkan serbuk batubara pada sistem pembentukan briket.

Table 4 Alternatif sub sistem feeder

| C1 | Alternatif 1 | C2 | Alternatif 2 | C3 | Alternatif 3 |
|-------------------|--|----|--|----|---|
| | <i>Open-close slide feeder</i> | | <i>Slide feeder</i> | | <i>Open-close rotary feeder</i> |
| |  | |  | |  |
| Kelebihan | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi relatif sederhana | | <ul style="list-style-type: none"> • Relatif murah • Perawatan mudah | | <ul style="list-style-type: none"> • Perawatan mudah |
| Kekurangan | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Relatif mahal • Perawatan sulit | | <ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi lebih kompleks | | <ul style="list-style-type: none"> • Relatif mahal • Perawatan sulit • Butuh space relatif besar |

Sub sistem rangka mesin

Rangka mesin berfungsi sebagai tempat dudukan mesin dan peralatan pendukung serta pondasi pengoperasian mesin.


Table 5 Alternatif sub sistem rangka mesin

| D1 | Alternatif 1 | D2 | Alternatif 2 | D3 | Alternatif 3 |
|-------------------|--|----|---|----|--|
| | Pengcoran | | Sheet metal | | Baja profil pengelasan |
| |  | |  | |  |
| Kelebihan | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Sangat rigid • Bentuk ergonomis | | <ul style="list-style-type: none"> • Bentuk artistik | | <ul style="list-style-type: none"> • Mudah dikonstruksi • Ringan |
| Kekurangan | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Biaya pembuatan mahal • Berat | | <ul style="list-style-type: none"> • Pembuatan relatif rumit • Kurang rigid | | <ul style="list-style-type: none"> • Banyak parts |

Sub sistem pereduksi putaran

Pereduksi putaran berfungsi untuk menurunkan putaran yang berasal dari sumber penggerak sebelum dihubungkan pada fungsi utama mesin.




Table 6 Alternatif sub sistem pereduksi putaran

| E1 | Alternatif 1 | E2 | Alternatif 2 | E3 | Alternatif 3 |
|---|---|---|--------------|------------------|--------------|
| Tanpa pereduksi putaran | | <i>Gearbox</i> | | Rantai & sproket | |
|  | |  | | | |
| Kelebihan | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Lebih sedikit elemen. | <ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi kompak • Dapat memindahkan beban sangat berat | <ul style="list-style-type: none"> • Dapat mengakomodir jarak sumbu panjang • Dapat memindahkan beban cukup berat | | | |
| Kekurangan | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • | <ul style="list-style-type: none"> • Perlu pelumasan | <ul style="list-style-type: none"> • Perlu pelumasan | | | |

Sub sistem penerus gerakan

Penerus gerakan berfungsi untuk meneruskan gerakan dari sumber penggerak menuju aktuatur utama pada mesin ini, yaitu sistem penekan.

Table 7 Alternatif sub sistem penerus gerakan

| F1 | Alternatif 1 | F2 | Alternatif 2 | F3 | Alternatif 3 |
|--|---|---|--------------|--|--------------|
| <i>Rod</i> | | Silinder pneumatik | | Silinder hidrolik | |
|  | |  | |  | |
| Kelebihan | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sederhana • Relatif murah | <ul style="list-style-type: none"> • Dimensi relatif kecil | <ul style="list-style-type: none"> • Dimensi relatif kecil | | | |
| Kekurangan | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Dimensi relatif besar | <ul style="list-style-type: none"> • Relatif mahal • Perlu perawatan khusus | <ul style="list-style-type: none"> • Relatif mahal • Perlu perawatan khusus | | | |

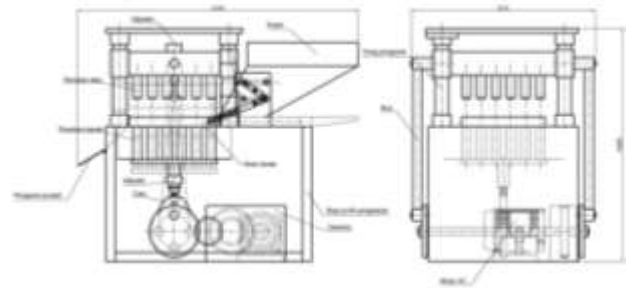
2.2.4. Variasi konsep rancangan

Pada tahap ini dilakukan penggabungan masing-masing elemen fungsi sehingga menghasilkan tiga variasi konsep yang memungkinkan untuk dikembangkan pada tahap selanjutnya.

Table 8 Kotak morfologi

| No. | Struktur modul | Alternatif | | |
|----------------|-------------------|------------|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Sumber daya | A1 | A2 | A3 |
| 2 | Penekan | B1 | B2 | B3 |
| 3 | Feeder | C1 | C2 | C3 |
| 4 | Rangka mesin | D1 | D2 | D3 |
| 5 | Pereduksi putaran | E1 | E2 | E3 |
| 6 | Penerus gerakan | F1 | F2 | F3 |
| Variasi konsep | | VK1 | VK2 | VK3 |

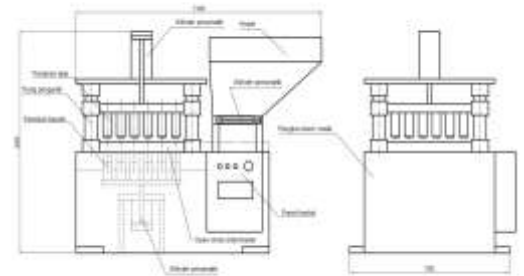
Variasi konsep 1



Gambar 8 Variasi konsep 1

Variasi konsep yang pertama merupakan gabungan dari sumber penggerak motor AC, sistem penekan yang dilengkapi dengan adjuster pada bagian penekan atas dan bawah, *feeder* dengan sistem luncur (*slide feeder*), rangka yang dibangun dari pengelasan baja profil, pereduksi putaran dengan *gearbox* (*worm gear reducer*) dan penerus putaran berupa batang (*rod*).

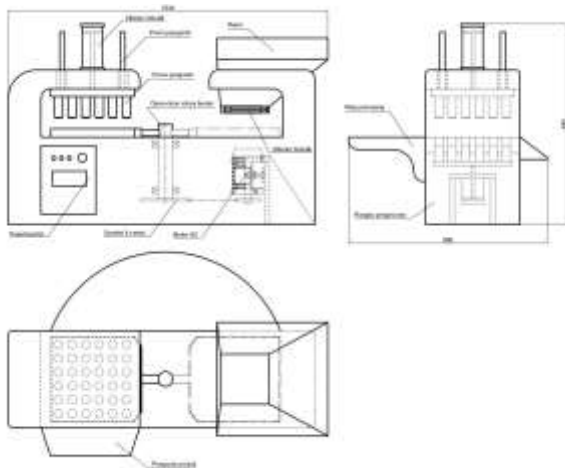
Variasi konsep 2



Gambar 9 Variasi konsep 2

Variasi konsep yang kedua merupakan gabungan dari sumber penggerak dari sistem pneumatik, sistem penekan tanpa adjuster karena langsung dapat diatur pada langkah silinder pneumatiknya, *feeder* dengan sistem luncur dan buka-tutup menggunakan silinder pneumatik (*open-close slide feeder*), rangka yang dibangun dari bentukan pelat-pelat baja (*sheet metal*), tanpa pereduksi putaran dan penerus putaran berupa silinder pneumatik.

Variasi konsep 3



Gambar 10 Variasi konsep 3

Variasi konsep yang ketiga merupakan gabungan dari sumber penggerak dari sistem hidrolis-motor AC, sistem penekan tanpa adjuster karena langsung dapat diatur pada langkah silinder hidrolisnya, feeder dengan sistem putar (*rotary*) dengan penggerak motor AC serta buka-tutup hopper menggunakan silinder hidrolis (*open-close rotary feeder*), rangka yang dibangun baja pengecoran, pereduksi putaran dari rangkaian rantai-sproket dan penerus putaran berupa silinder hidrolis.

2.2.5. Penilaian variasi konsep

Pada tahap ini akan dilakukan penilaian terhadap variasi konsep yang didapatkan. Penilaian ini didasarkan pada beberapa aspek, yaitu aspek keterbuatan (manufaktur), perakitan (*assembly*), penanganan (*handling*), dan estimasi biaya pembuatan dan operasionalnya.

Penilaian pertama dilakukan penulis dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 9 Penilaian variasi konsep menurut penulis

| No | Aspek Penilaian | Bobot (%) | Variasi Konsep | | | Nilai Ideal |
|---|-----------------|-----------|----------------|------|-----|-------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Manufaktur | 30 | 4 | 3 | 3 | 5 |
| 2 | Perakitan | 30 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 3 | Penanganan | 15 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 4 | Perawatan | 15 | 4 | 3 | 2 | 5 |
| 5 | Biaya | 10 | 5 | 2 | 2 | 5 |
| Nilai total setelah pembobotan (Σnilai x bobot/100) | | | 4,25 | 3,35 | 3,2 | 5 |
| Persentase nilai total setelah pembobotan | | | 85% | 67% | 64% | 100% |

Selanjutnya dilakukan penilaian dengan sistem survey terhadap 19 responden dengan kualifikasi sebagai mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bandung sebagai berikut:

1. Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
2. Konsentrasi : Teknik Perancangan Mekanik Umum

3. Semester : 6 (enam)
4. Tanggal survey : 24 Mei 2011

Hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 10 Penilaian variasi konsep menurut survey

| No | Aspek penilaian | Penilai | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Rata-rata |
|----|-----------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
| 1 | Manufaktur | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3,7 |
| | Perakitan | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3,8 |
| | Penanganan | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3,9 |
| | Perawatan | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3,9 |
| | Biaya | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3,6 |
| 2 | Manufaktur | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3,2 |
| | Perakitan | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2,9 |
| | Penanganan | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,3 |
| | Perawatan | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2,7 |
| | Biaya | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,1 |
| 3 | Manufaktur | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3,5 |
| | Perakitan | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3,6 |
| | Penanganan | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3,4 |
| | Perawatan | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3,1 |
| | Biaya | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,4 |

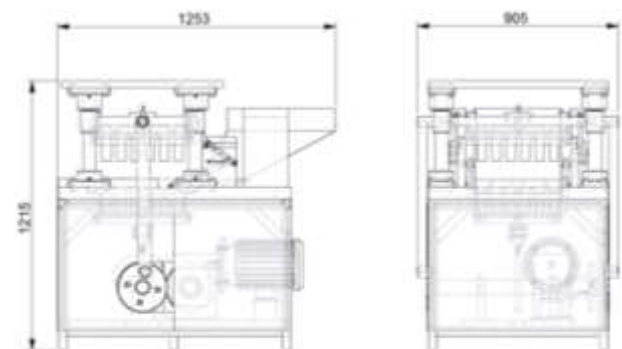
Selanjutnya drangkum menjadi sebagai berikut:

Tabel 11 Rangkuman penilaian variasi konsep menurut survey

| No | Aspek Penilaian | Bobot (%) | Variasi Konsep | | | Nilai Ideal |
|---|-----------------|-----------|----------------|------|------|-------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Manufaktur | 30 | 3,7 | 3,2 | 3,5 | 5 |
| 2 | Perakitan | 30 | 3,6 | 2,9 | 3,6 | 5 |
| 3 | Penanganan | 15 | 3,9 | 3,3 | 3,4 | 5 |
| 4 | Perawatan | 15 | 3,9 | 2,7 | 3,1 | 5 |
| 5 | Biaya | 10 | 3,6 | 3,1 | 2,4 | 5 |
| Nilai total setelah pembobotan (Σnilai x bobot/100) | | | 3,75 | 3,06 | 3,33 | 5 |
| Persentase nilai total setelah pembobotan | | | 75% | 61% | 67% | 100% |

2.2.6. Penentuan konsep pemecahan

Tahap selanjutnya adalah penentuan konsep pemecahan. Dari tahap sebelumnya yakni penilaian variasi konsep, nilai terbesar didapatkan oleh variasi konsep 1. Dengan demikian konsep yang ditentukan untuk selanjutnya dikembangkan adalah variasi konsep 1.



Gambar 11 Konsep yang dikembangkan

2.3. Perhitungan Daya dan Pemilihan Motor

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 n_{cam} &= \text{putaran cam} = 20 \text{ [rpm]} \\
 M_p \text{ total} &= 156.6 \text{ [Nm]} \\
 \text{Dicari : daya motor (P)} \\
 \text{Jawab:} \\
 M_p \text{ total} &= 9550 \cdot P/n \\
 P &= M_p \text{ total} \cdot n \text{ cam} / 9550 \\
 &= 156,6 \text{ Nm} \times 20 \text{ rpm} / 9550
 \end{aligned}$$

$$P = 0.33 \text{ kW}$$

Dari tabel Motor Tatung, dipilih daya motor 2.2 kW, 940 rpm dengan tipe D112MD.

Ratio dari mesin – cam :

$$i = \text{rpm motor} / \text{rpm cam}$$

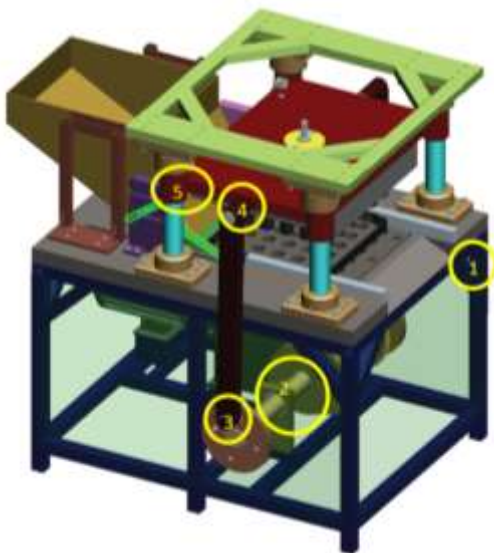
$$= 940 \text{ rpm} / 20 \text{ rpm}$$

$$i = 47$$

Dengan pertimbangan bahwa *ratio* sebesar 47, maka sistem gerak dari konstruksi ini menggunakan *wormgear box*, dan *gearbox* yang digunakan adalah **Chenta Gear** model BSM, size : 100, ratio : 1/40.

2.4. Analisis Kekuatan Konstruksi

Pada tahap ini, analisis kekuatan konstruksi dilakukan dengan menggunakan software *FEA (Finite Element Analysis) Mechanics Pro Engineering Wildfire 5 University Edition*. Bagian mesin yang akan dianalisis kekuatannya hanya pada bagian kritis saja, seperti ditunjukkan gambar berikut.



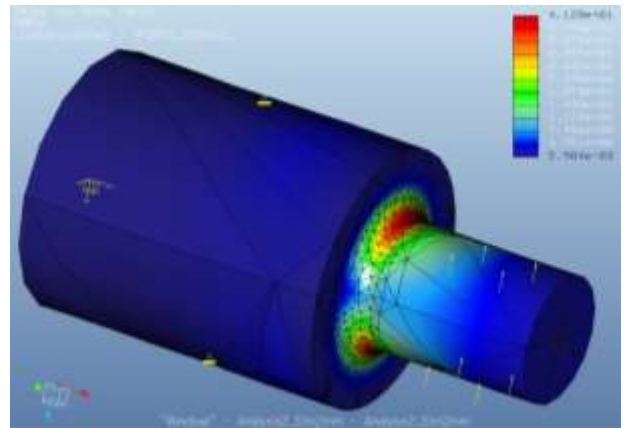
Gambar 12 Daerah kritis pada konstruksi: (1) Rangka, (2) poros transmisi, (3) poros engkol, (4) poros pemutar & (5) landasan.

Contoh Analisis FEA:

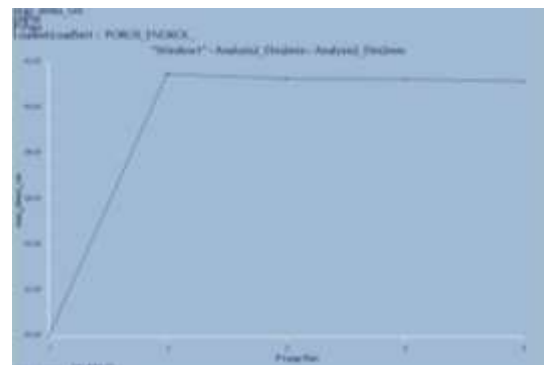
Poros engkol

- o Poros pejal $\varnothing 20/40$ mm
- o Material : DIN 1.6582 / AISI 4340 \rightarrow Yield Strength = 710 [N/mm²] (*Solidworks Materials*)
- o Gaya luar W = 1518 [N]

Analisis metode elemen hingga



Gambar 13 Tegangan yang terjadi pada poros engkol



Gambar 14 Grafik konvergensi tegangan yang terjadi

Tegangan Von Mises maksimum yang terjadi adalah 41.2 MPa, *Yield Strength* AISI 4340 adalah 710 MPa, sehingga *factor of safety* diperoleh sebesar 17, maka disimpulkan **AMAN**.

Tabel 12 Ringkasan analisis kekuatan konstruksi

| No | Nama konstruksi | Yield Strength [MPa] | Teg. Max. [MPa] | FoS | Keterangan |
|----|-----------------|----------------------|-----------------|-----|------------|
| 1 | Rangka | 275 | 19 | 14 | Aman |
| 2 | Poros transmisi | 275 | 11,7 | 23 | Aman |
| 3 | Poros engkol | 710 | 41,2 | 17 | Aman |
| 4 | Poros pemutar | 710 | 30,9 | 23 | Aman |
| 5 | Landasan | 275 | 1,67 | 164 | Aman |

2.5. Hasil Perancangan



Gambar 15 Hasil Perancangan

3. KESIMPULAN

Kesimpulan

Telah dihasilkan rancangan mesin pembuat briket batubara yang memenuhi daftar persyaratan. Rancangan alternatif mesin briket yang dihasilkan memberikan kapasitas 1.6 ton/jam. Metode VDI 2222 ternyata cukup efektif untuk diaplikasikan dalam proses perancangan mesin briket ini.

Saran

Untuk menghasilkan kompresi pembriketan yang optimum, perlu dilakukan pengujian awal dengan mengatur *adjuster* yang terletak pada bagian atas penekan-atas dan atau dengan mengatur kopling pada penekan-bawah.

4. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh civitas akademik Politeknik Manufaktur Negeri Bandung dan Institut Teknologi Bandung yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu, memperkaya pengalaman hidup dan bekerja, sampai menyelesaikan penelitian ini dengan segenap kemampuan yang ada.

5. NOMENKLATUR

n putaran [rpm]
Mp momen puntir [Nm]
P daya [kW]

6. PUSTAKA

1. Kevin N. Otto, Kristin L. Wood (2001), *Product Design Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*, Prentice Hall, Inc.
2. C.E. Capes (1980), *Particles Size Enlargement – Handbook of Powder Technology*, VOL.1, Elsevier-Netherlands.

3. Richard K. Komarek, *Binderless Briquetting of Peat, Lignite, Sub-Bituminous And Bituminous Coal in Roll Press*, KR. Komarek, Inc.
4. Asep Indra Komara (2009), *Aplikasi Metode Optimasi Pada Perancangan Awal Mesin Briet Batubara Jenis Roller Press*, ITB.
5. Website: www.tekmira.esdm.go.id
6. Website: <http://miningborneo.blogspot.com>
7. Dieter Muhs, Herbert Wittel, Manfred Becker (1984), *Roloff/Matek Maschinenelemente*, Vieweg + Teubner.
8. Website: www.jiuxin-china.com
9. Yusri (2008), *Penerapan Design For Assembly (DFA) Untuk Mereduksi Biaya Produksi Suatu Produk*, Jurnal Teknik Mesin, ISSN 1829-8958, vol.5 no.1.