

# REDESAIN MESIN PENGHANCUR BATUBARA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ZERO ONE

Ch. Desi Kusmindari<sup>1</sup>, Yanti Pasmawati<sup>2</sup>

Dosen Universitas Bina Darma

Jalan Jenderal Ahmad Yani No.12 Palembang

Sur-el: desi\_christofora@yahoo.com<sup>1</sup>, yantipasmawati@mail.binadarma.ac.id<sup>2</sup>

**Abstract:** Coal crusher design household scale is an effort to alternatif especially in a coal briquet production process. The design is supported by ergonomic approach which can improve productivity, effectivity, efficiency, and attention to comfort factor, the safety for the user. The results of sample processing obtained from measurement show that the dimensions for coal pulverizer standing elbow height is 16.9 cm, hand length is 74.4 cm, standing elbow height is 102.6 cm and body standing height is 136.6 cm. Based zero-one method be obtained the best design is alternative 2 with weights 51. Rotation speed are ideal is 1000 rpm. The cost of making coal crusher for household scale Rp.7.121.950, -. The results of a prototype design of a coal crusher is expected to support South Sumatra as national energy barns.

**Keywords:** Machine Design, Coal, Ergonomics, and Antropometrics

**Abstrak:** Desain mesin penghancur batubara skala rumah tangga diharapkan dapat membantu masyarakat dalam proses mengganti bahan bakar minyak menjadi batubara. Desain tersebut didukung dengan pendekatan ergonomi dimana dapat meningkatkan produktivitas, efektifitas, efisiensi dan memperhatikan faktor kenyamanan, keselamatan bagi pengguna. Hasil pengukuran data antropometri terhadap sampel diperoleh tinggi siku berdiri (TSB) 102,6 cm, panjang siku (PS) 16,9 cm, panjang jangkauan tangan (PJK) 74,4 cm, tubuh berdiri (TB) 136,6 cm. Berdasarkan metode zero one didapat desain terbaik yaitu alternatif 2 dengan nilai bobot 51. Kecepatan putaran yang ideal sebesar 1000 rpm. Biaya pembuatan mesin penghancur batu bara skala rumah tangga sebesar Rp.7.121.950,-. Hasil prototipe desain mesin penghancur batu bara diharapkan dapat mendukung Sumatera Selatan sebagai lumbung energi nasional.

**Kata kunci:** Desain Mesin, Batu bara, Ergonomi, dan Antropometri

## 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2010, konsumsi bahan bakar total di Indonesia diperkirakan mencapai hampir 2 juta barrel per hari jauh melampaui kapasitas produksi nasional sekitar 1 juta barrel per hari. Sehingga mutlak diperlukan pencarian teknologi yang bisa mendukung terwujudnya ketahanan energy nasional, dengan meminimalkan dampak terhadap lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak. Khususnya karena kebutuhan sektor kelistrikan dan sektor transportasi tumbuh dengan cepat.

Provinsi Sumatera Selatan termasuk provinsi yang memiliki kekayaan sumber daya

alam yang sangat potensial dan bervariasi jenisnya antara lain, potensi pertanian tanaman pangan, perkebunan, kehutanan dan hasil-hasilnya, hasil perikanan sungai, pertambangan (minyak bumi, gas, batubara, dan lain-lain) dan pariwisata.

Salah satu tambang yang memiliki potensi besar di Sumatera Selatan adalah tambang batubara, menurut data tahun 2011, dalam pidatonya Gubernur Sumatera Selatan menyebutkan bahwa cadangan batubara Sumatera Selatan sebesar 47 miliar ton atau 48 % cadangan nasional. Jika di ambil batu bara ini tidak akan habis sampai 4500 tahun lagi. Ketersediaan potensi sumber energi primer dan

sumberdaya mineral di Sumatera Selatan merupakan potensi daerah yang perlu dikembangkan secara optimal menuju Sumatera Selatan sebagai Lumbung Energi Nasional.

Penggunaan bahan bakar minyak yang semakin menipis mendorong masyarakat untuk menggunakan bahan bakar lain sebagai energy alternatif, maka penggunaan batubara sebagai sumber energy lain bisa sebagai alternatif. Permasalahannya adalah bentuk batubara yang diambil di tambang masih dalam bentuk bongkahan yang besar, dan mesin *crusher* yang ada masih berskala pabrikaan dengan harga yang mahal.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain mesin *crusher* ( penghancur batubara) yang skalanya dapat dipakai dalam rumah tangga dan memiliki nilai yang ekonomis.

Menurut Sritomo Wignjosoebroto (2008:54) *ergonomic* atau *ergonomics* sebenarnya berasal dari bahasa Yunani *ergos* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum. Dengan demikian ergonomi merupakan suatu studi ilmiah yang meneliti tentang manusia dengan lingkungan kerjanya. Yang dimaksud dengan lingkungan kerja disini adalah interaksi manusia terhadap keseluruhan alat dan bahan yang dihadapi, lingkungan dimana ia bekerja dan metode kerja. Jadi dapat kita simpulkan bahwa sasaran ergonomi yaitu agar tenaga kerja mendapatkan prestasi kerja yang tinggi dengan aman dan nyaman.

Dalam suatu rancangan maupun pengembangan produk permasalahan yang ada menciptakan suatu produk berupa alat kerja agar dapat memberikan rasa kenyamanan dan keamanan saat melakukan aktivitas kerja bagi

pemakai sehingga hasil yang dicapai sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Untuk itu perlu memperhatikan aspek-aspek manusia dalam merancang peralatan kerja.

Dalam merancang mesin penghancur batubara berskala rumah tangga nantinya diarahkan dengan kaidah-kaidah ergonomi. Mesin penghancur batubara ini diharapkan dapat membantu masyarakat yang akan mengganti bahan bakar minyak menjadi batubara.

Rancangan ini dibuat untuk skala rumah tangga, sehingga jika akan dikembangkan lebih besar kapasitasnya maka tinggal menyesuaikan ukuran yang ada. Mesin penghancur batubara ini juga berguna bagi perusahaan seperti halnya perusahaan yang bergerak di bidang produksi karet olahan yang mana dalam proses pemasakan menggunakan uap panas berasal dari Boiler. Yang mana Boiler untuk menghasilkan panas tersebut diperlukan bahan bakar solar.

Seiring dengan semakin mahalnya solar produksi dan terkadang mengalami keterlambatan sehingga hal ini menjadi bahan pemikiran untuk mengganti bahan bakar Boiler yang lebih murah dan mudah didapatkan yaitu batubara. Akan tetapi batubara dalam ukuran yang besar sulit untuk dibakar sehingga perlu dijadikan dalam bentuk ukuran kecil agar mudah terbakar. Berdasarkan kebutuhan tersebut maka perlu dirancang suatu mesin penghancur batubara dengan mempertimbangkan kaidah ergonomi.

Dari latar belakang diatas, permasalahan yang akan dibahas disini adalah bagaimana desain mesin penghancur batubara yang dapat dipakai dalam skala rumah tangga dan memenuhi kaidah ergonomi dan bernilai ekonomis.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas dan batasan-batasan yang ada, maka dapat dirumuskan masalahnya sebagai berikut “Bagaimana Mendesain Mesin Penghancur Batubara Yang Ergonomis Untuk Mendukung Sumatera Selatan Sebagai Lumbung Energi Nasional”.

Agar tidak menyimpang dari pokok permasalahan serta rencana penelitian yang akan dilakukan maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut (1) Mesin yang dirancang digunakan untuk menghancurkan batubara berskala rumah tangga dengan kapasitas maksimum 20-50 kg/jam, (2) Sampel yang diambil untuk anthropometri adalah orang dewasa di lakukan di Laboratorium Teknik Industri dan (3) Bahan rangka yang digunakan adalah besi siku.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Menentukan ukuran dari mesin penghancur batubara yang ergonomis, (2) Menentukan desain yang terbaik berdasarkan pemilihan metode *zero one*, (3) Menghitung kecepatan putaran yang ideal berdasarkan analitik dan (4) Menghitung biaya pembuatan mesin penghancur batubara berskala rumah tangga.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada masyarakat , industri kecil dan menengah maupun pemerintah sebagai awal untuk mendapatkan mesin sebagai alat bantu penghancur batubara yang dijadikan sebagai bahan bakar pengganti minyak.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 **Tipe Penelitian**

Tipe penelitian ini bersifat redesain dari mesin penghancur batu bara yang sudah di buat sebagai penelitian pendahuluan. (Chandra, 2011) Perbaikan dilakukan pada analisis data anthropometri dan penyempurnaan pada desain pisau penghancur dan penggunaan metode *zero one* untuk penentuan alternatif terbaik.

### 2.2 **Desain Produk**

Desain biasanya berhubungan dengan kemampuan menghasilkan karya cipta teknologi yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Proses desain merupakan rangkuman kegiatan yang dimulai dari observasi lapangan dan studi pasar, kegiatan penelitian dan pengembangan, studi banding produk, dan tahapan-tahapan desain.

Dari pengertian proses desain tersebut, dapat dilihat bahwa pada dasarnya setiap kegiatan desain akan berusaha untuk menciptakan sistem (barang atau produk, proses, dan lain sebagainya) yang lebih baik dari yang telah ada dengan memanfaatkan semua informasi yang telah diperoleh. Pada dasarnya dari pengertian diatas dapat dilihat aplikasi ergonomi karena dalam setiap proses desain yang dilakukan terdapat usaha-usaha untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapi oleh manusia.

Kreativitas merupakan suatu aktifitas yang tiada hentinya dan selalu muncul dalam mencari ide-ide baru, kemudian dituangkan dalam bentuk desain. Suatu kreativitas biasanya berkaitan langsung dengan kegiatan inovasi dan ide-ide desain yang akan terus bergerak maju sesuai dengan permasalahan yang timbul, kemudian dicarikan pemecahan sebagai penemuan gagasan baru. Hal ini diperlukan mengingat bahwa sistem yang ada sebelumnya masih memerlukan pengembangan ke arah yang lebih baik tanpa mengurangi fungsi dan kegunaannya.

### 2.3 Teknik Analisis Data

Teknik Analisis yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini meliputi tiga tahap yaitu :

#### 1) Tahap *Front –End Analysis*

Pada proses perancangan langkah pertama yang harus dilakukan adalah *front–end analysis*. Pada tahapan ini dilakukan penelitian pendahuluan terhadap produk yang akan dirancang, sehingga akan diperoleh informasi yang lengkap tentang produk tersebut.

#### 2) Tahap Konseptual desain

Pada tahap *conceptual design* ini dikumpulkan semua informasi teknis tentang produk yang akan dirancang dikumpulkan. Bentuk hubungan antara manusia dengan produk (*man-machine system*) yang diinginkan juga harus ditentukan. Analisis Data Antropometri untuk menentukan dimensi desain mesin yang memenuhi kaidah ergonomis.

#### 3) Tahap Pengulangan Desain dan Pengujian

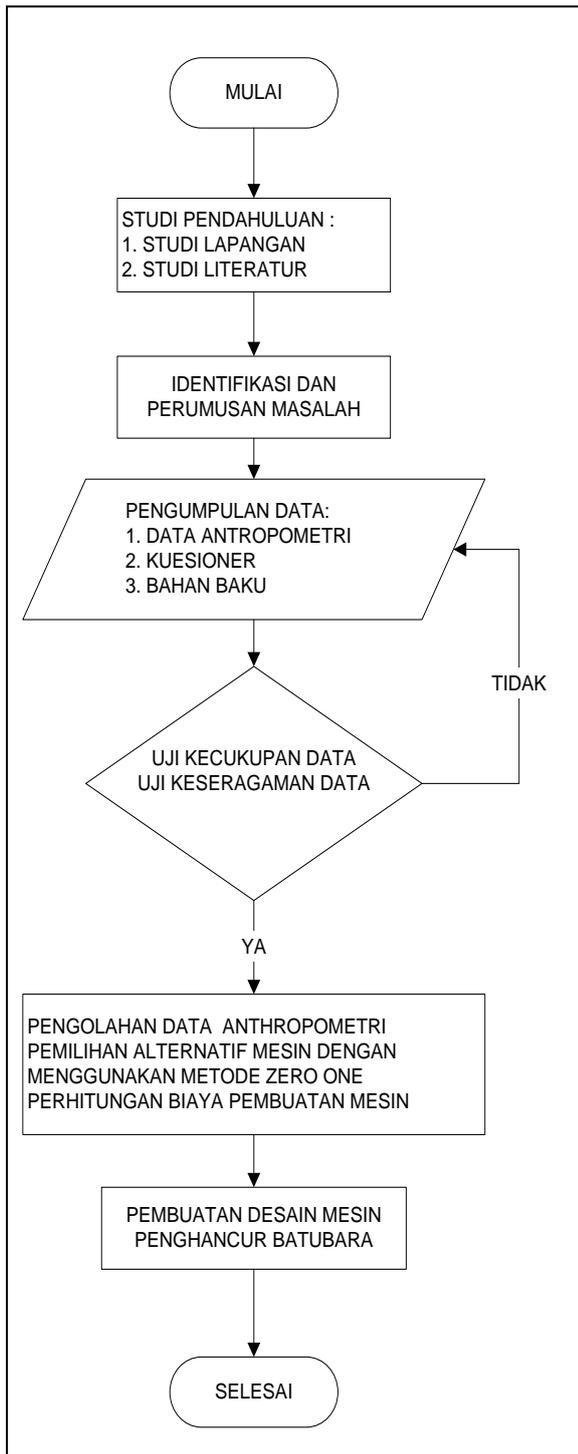
Tahapan ini merupakan tahap inti dalam sebuah perancangan, karena pada tahap ini dilakukan proses perancangan dan proses pengujian terhadap hasil rancangan. Metode *zero one* digunakan untuk memilih alternatif yang terbaik.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data-data antropometri meliputi tinggi rangka, tinggi jangkauan, dan data yang berhubungan dengan komponen pembentuk dari mesin penghancur batubara. Data di kumpulkan berdasarkan data antropometri orang Indonesia.

Data yang dikumpulkan akan di olah dengan uji kecukupan data, uji kenormalan data dan uji keseragaman data. Desain mesin yang akan dirancang akan didasarkan dari hasil pengolahan data antropometri tersebut (Ulrich, 2003).

### 2.4 Diagram Alir Perancangan

Dalam melakukan perancangan mesin penghancur batubara yang direncanakan mengikuti prosedur seperti tampak pada gambar 1 di bawah ini:



**Gambar 1. Diagram Alir Perancangan**

## 2.5 Ergonomi

Ergonomi disebut juga *human factor* dan penerapan ergonomi ini pada umumnya adalah untuk aktivitas rancang bangun (*design*) ataupun rancang ulang (*re-design*) menurut Sritomo (2008:55). Adapun tujuan dari ergonomi ini adalah untuk menambah efektifitas penggunaan objek fisik dan fasilitas yang digunakan oleh manusia dan merawat atau menambah nilai tertentu. Ergonomi dapat berperan sebagai desain pekerjaan pada suatu organisasi, misalnya: penentuan jumlah jam istirahat, pemilihan jadwal pergantian waktu kerja, meningkatkan variasi kerja dan lain sebagainya. Ergonomi dapat pula berfungsi sebagai desain perangkat lunak, karena semakin banyaknya pekerjaan yang berkaitan dengan komputer. Penyampaian informasi dari suatu sistem komputer harus pula diusahakan sesuai dengan kemampuan pemrosesan informasi oleh manusia.

Di samping fungsi-fungsi yang telah diuraikan di atas, ergonomi juga berfungsi dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya: desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual, dan lain sebagainya. Dan penerapan ergonomi ini juga dilakukan pada proses desain dan evaluasi produk. Dimana produk-produk ini haruslah dapat dengan mudah diterapkan (dimengerti dan digunakan) pada sejumlah populasi masyarakat tertentu tanpa mengakibatkan bahaya atau resiko dalam penggunaannya.

## 2.6 Anthropometri

Antropometri menurut Nurmianto (1991:11) adalah suatu kumpulan data numerik yang menunjukkan karakteristik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan, serta penerapannya dalam perancangan peralatan kerja. Antropometri berasal dari bahasa Yunani, yaitu *anthropos* (manusia) dan *metricos* (pengukuran). Jadi, antropometri juga bisa dikatakan sebagai pengetahuan tentang pengukuran dimensi tubuh manusia.

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Ada dua tipe dari pengukuran tubuh yaitu statis dan dinamis.

Apa yang disebut *engineering anthropometri* berhubungan dengan aplikasi dari data-data tipe tubuh terhadap perancangan peralatan yang digunakan.

#### 1) Anthropometri statis

Yaitu pengukuran manusia yang dilakukan pada posisi diam dan secara linear pada permukaan tubuh.

#### 2) Anthropometri dinamis

Yaitu pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan bergerak, memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja tersebut melakukan kegiatannya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi dimensi tubuh manusia adalah: (Nurmianto, 2004)

#### 1) Keacakan / Random

Meskipun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun masih akan ada

perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai masyarakat.

#### 2) Jenis Kelamin

Secara distribusi statistik, ada perbedaan yang cukup signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita. Pria pada umumnya memiliki dimensi tubuh yang lebih besar dari wanita kecuali di bagian pinggul dan dada.

#### 3) Suku Bangsa

Variasi diantara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya, karena dengan meningkatnya jumlah migrasi kelompok suku bangsa dari suatu negara ke negara lain akan mempengaruhi antropometri secara nasional.

#### 4) Usia

Digolongkan ke dalam beberapa kelompok usia yaitu balita, anak-anak, remaja, dewasa dan lanjut usia. Hal ini akan jelas akan berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak-anak. Antropometri cenderung akan terus meningkat sampai batas usia dewasa. Ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir sampai sekitar usia 20 tahun untuk pria dan 17 untuk wanita dan cenderung menurun setelah berumur 60 tahun. Namun, setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan untuk menurun antar lain disebabkan oleh berkurangnya elastisitas tulang belakang (*intervertebral disc*) dan berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

#### 5) Jenis Pekerjaan

Perbedaan ukuran tubuh antar orang yang pekerjaannya berbeda sering ditemukan, misalnya seorang pengemudi truk biasanya lebih tinggi dan lebih berat dari populasi manusia rata-rata.

#### 6) Pakaian

Pakaian berhubungan dengan iklim yang berbeda antara satu tempat dengan tempat lain.

#### 7) Faktor Kehamilan pada Wanita

Faktor ini sudah jelas terlihat jika dibandingkan antara wanita hamil dengan wanita yang tidak hamil. Karena bentuk tubuh wanita hamil pasti lebih besar terutama pada bagian perut dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil.

#### 8) Cacat Tubuh Secara Fisik

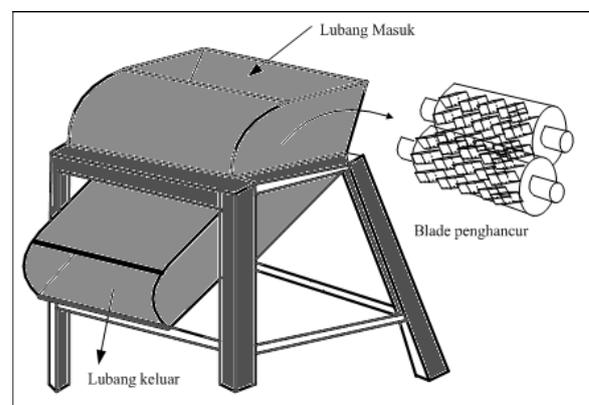
Saat ini sudah banyak ditemukan peralatan yang sangat membantu para penyandang cacat sehingga mereka bisa nyaman dalam melakukan aktivitasnya dan merasakan kesamaan dalam penggunaan peralatan kerja tanpa merasa terganggu dengan cacat tubuh yang mereka miliki.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Desain Awal Mesin Penghancur Batu Bara

Desain awal mesin penghancur batu bara merupakan desain yang dilakukan oleh penelitian terdahulu. Desain tersebut masih perlu untuk dilakukan penelitian lanjutan untuk lebih sempurna agar dapat dilakukan produksi dalam

jumlah yang banyak dimana sesuai dengan pendapat dan keinginan para ahli, pengguna, maupun industri. Adapun desain mesin penghancur batu bara yang dijadikan perbandingan yaitu terdiri dari 3 (alternatif) desain. Alternatif tersebut digunakan untuk merancang mesin dan juga berdasarkan ukuran antropometri indonesia. Adapun desain awal dari mesin penghancur batubara dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini:



**Gambar 2. Desain Awal Mesin Penghancur Batubara**

#### 3.2 Data Antropometri

Data penelitian yang dibutuhkan dalam merancang mesin penghancur batubara adalah data antropometri. Data antropometri didapat dari pengambilan data sebanyak 30 orang. Adapun pengukuran data-data antropometri yang diambil dari Tinggi Siku Berdiri (TSB), Panjang Siku (PS), Jangkauan Tangan (JKT) dan Tinggi Bahu (TB).

Dari keempat dimensi tubuh tersebut di uji kecukupan dan keseragaman datannya. Hasil dari uji Kecukupan dan keseragaman data dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 berikut :

$$\begin{aligned}
&= \bar{X} + 1.645\sigma_x \\
&= 102,57 + 1,645 \times 6,26 \\
&= 112,87 \text{ cm}
\end{aligned}$$

**Tabel 1. Rekapitulasi Uji Kecukupan Data**

No.	Dimensi Tubuh	N	N'	Keterangan
1	TSB	30	1,44	Cukup
2	PS	30	0,80	Cukup
3	JKT	30	3,40	Cukup
4	TB	30	1,08	Cukup

Sumber: pengolahan data

Karena  $N' < N$  yaitu  $1,44 < 30$ , maka data yang diambil telah mencukupi untuk mewakili populasi.

**Tabel 2. Rekapitulasi Uji Keseragaman Data**

No	Dimensi Tubuh	BAK	BKB	$\bar{X}$	Ket.
1	TSB	110,97	94,16	102,56	Seragam
2	PS	57,76	21,04	39,76	Seragam
3	JKT	79,39	77,30	75,209	Seragam
4	TB	142,167	136,566	130,965	Seragam

Sumber: pengolahan data

### 3.3 Persentil

Persentil merupakan sekumpulan data yang dibagi 100 bagian yang sama besar, setelah data itu disusun mulai dari yang terendah sampai tertinggi. Perhitungan persentil menggunakan persentil 5%, 50% dan 95%. Adapun perhitungan persentil dimensi tinggi siku berdiri sebagai berikut:

- 1) Persentil 5%

$$\begin{aligned}
&= \bar{X} - 1.645\sigma_x = 102,57 - 1,645 \times 6,26 \\
&= 92,27 \text{ cm}
\end{aligned}$$

- 2) Persentil 50%  $= \bar{X}$

$$= 102,57 \text{ cm}$$

- 3) Persentil 95%

Dengan cara dan perhitungan yang sama dilakukan perhitungan persentil. Adapun rekapitulasi persentil ukuran dimensi tubuh manusia dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Persentil**

No	Dimensi Tubuh	$\bar{X}$	$\sigma_{\bar{X}}$	5%-ile cm	50 %-ile cm	95 %-ile cm
	TSB			92,6	102,6	112,9
	PS			16,9	39,4	61,9
	JKT			74,4	77,2	80,02
4	TB	136,6	4,2	129,7	136,6	143,43

Sumber: hasil pengolahan data

Berdasarkan hasil nilai persentil yang didapat diatas, maka ukuran persentil yang digunakan untuk dimensi tinggi siku berdiri sebesar 102,6 cm, dimensi panjang siku sebesar 16,9 cm, dimensi jangkauan tangan sebesar 74,4 cm, dan dimensi tinggi berdiri sebesar 136,6 cm.

Ukuran persentil tersebut digunakan untuk rancangan ukuran mesin penghancur batubara berdasarkan pendekatan antropometri untuk menambah efektifitas, efisiensi dan kenyamanan dalam penggunaan objek fisik dan fasilitas yang digunakan oleh manusia dan merawat atau menambah nilai tertentu.

### 3.4 Pemilihan Desain Pisau dengan Metode Zero One

Data ini diperoleh dengan menyebarkan kuesioner kepada para ahli untuk mendapatkan

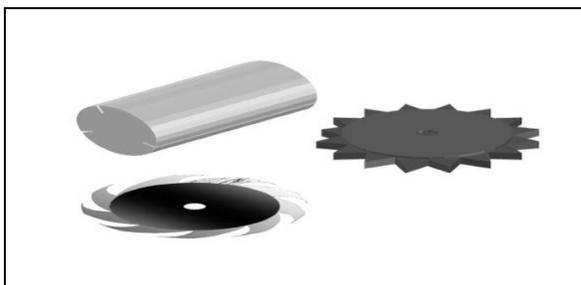
kriteria desain mesin yang baik. Kuesioner disebarakan kepada 10 orang, adapun hasil dari kuesioner tersebut adalah:

**Tabel 4. Data *Adjective* Desain Mesin Penghancur Batubara**

No	<i>Adjective</i> (Kriteria)	Description (Uraian)
1	Desain	Dasar pertimbangan atribut ini adalah ditentukan oleh model desainnya. Model desain yang bentuknya proporsional sehingga akan menghasilkan hancuran yang relatif sama
2	Dimensi	Dasar pertimbangan atribut ini adalah faktor kesesuaian antara mesin dan pengguna dalam hal ini jika pengguna menggunakan mesin dalam posisi berdiri
3	Jenis pisau penghancur	Dasar pertimbangan atribut ini adalah penggunaan model mata pisau kemampuan menghancurkan batu bara
4	Mudah pengoperasian	Dasar pertimbangan atribut ini adalah operator tidak kesulitan dalam menjalankan mesin
5	Awet/Umur teknis	Dasar pertimbangan terhadap atribut ini adalah ketahanan terhadap mesin setelah dioperasikan sebelum akhirnya rusak?
6	Keamanan	Dasar pertimbangan atribut ini adalah model desain yang digunakan tidak terlalu besar dan tertutup sehingga tidak akan mengakibatkan luka atau cedera terhadap oprator.

Sumber: Kuesioner

Dari hasil pendapat para ahli di buatlah 3 (tiga) alternatif desain mesin penghancur batu bara dengan alternatif jenis pisaunya. Ketiga alternatif itu adalah:



**Gambar 3. Alternatif Pemilihan Desain Pisau**

Evaluasi matrik adalah tahap dimana dilakukan penilaian terhadap alternatif-alternatif yang ditampilkan dan penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan *kriteria-kriteria*

yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya (*zero-one*). Berikut ini akan dijelaskan hasil evaluasi matriks pada desain mesin penghancur batubara:

**Tabel 5. Hasil Analisa Evaluasi Matriks**

No	Alter-natif	<i>Adjective</i> (Kriteria)						Jumlah	
		1	2	3	4	5	6		
1	1	Bobot	9.52	28.57	23.81	14.29	23.81	4.76	22
			0.33	0.33	0	0.33	0.17	0.33	
2	2		3.14	9.42	0.00	4.76	3.97	1.59	51
			0.33	0.50	0.67	0.50	0.50	0.33	
3	3		3.14	14.29	12.70	7.14	11.90	1.57	26
			0.33	0.17	0.33	0.17	0.33	0.33	
			3.14	4.76	6.35	2.38	7.94	1.57	

### 3.5 Perhitungan Kecepatan Mesin

Dalam perencanaan alat penghancur batubara menggunakan motor listrik AC jenis *Single Phase* sebagai penggerak utama dengan daya sebesar 1 HP atau 0,735 KW. Untuk itu dapat dihitung daya rencana yaitu:

Perhitungan daya rencana (Pd) sebesar :

$$Pd = P \cdot f_c \dots(1)$$

$$Pd = 0,735 \times 2 = 1,47 \text{ KW}$$

Dari hasil perhitungan daya rencana tersebut maka selanjutnya untuk motor penggerak disesuaikan yang ada di lapangan dan diambil dengan spesifikasi dari motor digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Tipe : JY .1 A\_4
- 2) Putaran : 1600 rpm
- 3) Daya : 2 HP
- 4) Tegangan : 110/220 Volt
- 5) Kuat Arus : 8,4 / 4,2 Ampere
- 6) Frekuensi : 50 Hz

Bahan puli yang digunakan untuk alat penghancur batubara adalah besi cor dengan berat jenis  $7,32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$ . Dan data-data puli yang digunakan adalah sebagai berikut:

- $n_1$  (putaran motor) = 1600 rpm
  - $n_2$  (putaran puli yang digunakan) = 1000 rpm
  - Dp (diameter puli besar) = 4 cm
  - dp (diameter puli kecil) = 2 cm
  - Cs (tinggi kepala) = 0,8cm
- (Sularso ; 2008: 173)

Dalam perencanaan sabuk dan puli yang digunakan dalam alat penghancur batubara tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Daya motor = 1,47 KW
- 2) Putaran motor = 1600 rpm
- 3) Putaran poros = 1000 rpm

Dalam perencanaan pasak menggunakan bahan dari SC 40, yang memiliki kekuatan tarik sebesar 58 kg/mm<sup>2</sup> (Sularso;2008;335).

Dan dari hasil perhitungan sebelumnya diameter poros (ds) diketahui 13 mm sehingga dalam merencanakan pasak akan mengikuti langkah-langkah seperti dibawah ini:

- 1) Gaya Tangensial Pada Permukaan (F)

$$F = \frac{T}{ds / 2}$$

$$F = \frac{0,01 \cdot 10^5}{15/2} = 133,3kg$$

- 2) Tegangan Geser Yang Diijinkan ( $\sigma_{ka}$ )

$$\tau_{ka} \geq \frac{F}{b \cdot L_1}$$

$$\tau_{ka} \geq \frac{\sigma b}{Sf_{k1} \cdot x Sf_{k2}}$$

$$\tau_{ka} = \frac{133,3}{6 \cdot 1,5} = 14,8kg/mm^2$$

- 3) Tegangan Geser Yang Terjadi ( $\sigma_k$ )

$$\sigma_k = \frac{\tau b}{b \cdot l}$$

$$\sigma_k = \frac{14,8}{5 \cdot 5} = 0,59kg/mm^2$$

Karena tegangan geser yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan tegangan yang diijinkan  $\sigma_k < \sigma_{ka} = 0,59 < 14,8$  jadi perencanaan pasak tersebut dinyatakan aman digunakan.

Pada poros ini menggunakan 2 bantalan dengan melihat tabel bantalan bola (Sularso;2008;143) maka pemilihan bentuk bantalan yang direncanakan dengan beban radial dan aksial yaitu bantalan bola radial alur dalam tunggal.

Untuk mendapatkan bantalan yang aman dipakai, maka dipilih bantalan yang memiliki beban ijin lebih besar dari beban dinamis yang telah dihitung.

Bantalan yang dipilih harus sama dengan poros yang direncanakan. Jadi diameter dalam bantalan gelinding harus sama dengan 13 mm, karena diameter poros 13 mm, dari uraian diatas data-data untuk bantalan dengan diameter 12 mm

### 3.6 Perhitungan Biaya Produksi

Perhitungan biaya produksi harga pokok mesin penghancur batubara. Perkiraan biaya dilihat dari kondisi nyata saat pembuatan dan bahan yang digunakan secara terinci seperti terlihat pada tabel 6 berikut ini:

**Tabel 6. Biaya Pokok Produksi**

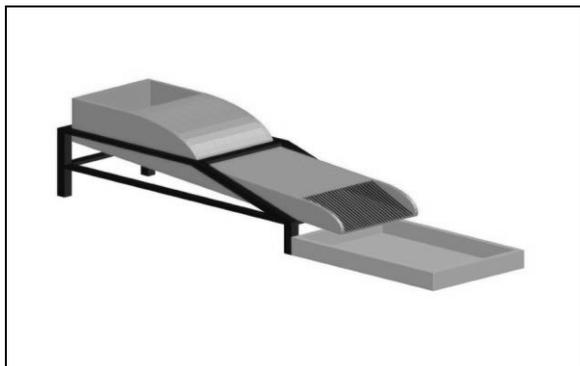
No	Alat-Alat	Biaya (Rp.)
1	Besi siku 3/4 i btg	200.000
2	Plat UMP 5 cm	210.000
3	Pisau 12 bh	1.200.000
4	Bearing 4 bh	560.000
5	Poros 2 buah	180.000
6	Pulley 3 inci 2 buah	150.000
7	V-belt A 30, 2 buah	180.000
8	Dinamo Motor 2 hp	2.000.000

9	Ring 2 buah	16.000
10	Baut pengunci 2 buah	17.000
<b>No</b>	<b>Alat-Alat</b>	<b>Biaya (Rp.)</b>
11	Plat besi 2-3 mm	680.000
12	Kawat las listrik	75.000
13	Batu gerinda 10 buah	120.000
14	Cat+ Tiner	85.000
15	Kuas + Amplas	20.000
16	Upah /unit	500.000
<b>TOTAL BIAYA LANGSUNG</b>		<b>6.193.000</b>
<b>BIAYA TAK LANGSUNG</b>		<b>928.950</b>
<b>TOTAL BIAYA POKOK PRODUKSI</b>		<b>7.121.950</b>

Biaya pokok produksi mesin penghancur batu bara sebesar Rp.7.121.950. Biaya pokok produksi tersebut cukup tinggi, hal ini dikarenakan jumlah produksi yang dilakukan hanya berjumlah 1 (satu) unit dan merupakan langkah awal proses pembuatan.

Biaya pokok produksi mesin penghancur batu bara dapat diminimalisasi apabila dilakukan produksi secara banyak atau masal, yang dimana biaya akan dibebankan pada jumlah unit yang diproduksi.

Desain mesin berdasarkan redesain adalah sebagai berikut :



**Gambar 4. Redesain Mesin Penghancur Batubara**

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari semua proses penelitian yang telah dilakukan, hasil yang dapat disimpulkan dari penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Ukuran dari mesin penghancur batubara sebagai berikut:
  - a) Tinggi siku berdiri 102,6 cm : tinggi dudukan mesin
  - b) Panjang siku 16,9 cm = lebar rangka mesin
  - c) Panjang Jangkauan Tangan 74,4 cm : panjang rangka mesin
  - d) Tubuh berdiri 136,6 cm = tinggi mesin
- 2) Berdasarkan perhitungan metode *zero one* diperoleh desain mesin terbaik adalah mesin alternatif 2 dengan nilai bobot 51.
- 3) Kecepatan putaran yang ideal untuk mesin penghancur batubara adalah 1000 rpm.
- 4) Biaya pembuatan mesin penghancur batubara untuk skala rumah tangga dibutuhkan biaya sebesar Rp.7.121.950,-

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diajukan bagi pelaksanaan penelitian selanjutnya adalah dengan melanjutkan penelitian pada tahap pembuatan, tahap *business plan* dan uji kelayakan untuk produksi. Penelitian ini akan lebih sempurna jika dikaji mengenai aspek pasar sehingga mesin tersebut dapat untuk diproduksi.

## DAFTAR RUJUKAN

- Chandra, 2011, *Rancang Bangun Prototipe Mesin Penghancur Batu Bara Dengan Mempertimbangkan Kaidah Ergonomi*. Skripsi Teknik Industri, Universitas Bina Darma. Palembang.
- Nurmianto, Eko. 2004. *Ergonomi Konsep Dasar Aplikasinya, Edisi II, Cetakan Pertama*. Guna Widya. Surabaya.
- Sularso, Kiyokatsu Suga. 2008. *Elemen Mesin*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Ulrich karl. T and Eppinger S.O. 2003. *Product Design: Fundamentals and Methods*. John Wiley and Sons, Mc. Graw – Hill Co. Chicester : London.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2008. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Institut Teknogi Sepuluh September. Surabaya.