

# RANCANG BANGUN ALAT PENCETAK BATAKO DENGAN SISTEM PEDAL PEGAS SEBAGAI PENEKAN BERKAPASITAS 40 BUAH / JAM

Oleh:

Fransisco Hararatan <sup>1)</sup>

Bayu Rahmat Saparudin <sup>2)</sup>

Enzo W.B Siahaan <sup>3)</sup>

Hotmiantua Sitanggang <sup>4)</sup>

Universitas Darma Agung Medan <sup>1,2,3,4)</sup>

E-mail:

[fransiscohararatan95@gmail.com](mailto:fransiscohararatan95@gmail.com) <sup>1)</sup>

[bayu.rahmat.saparudin@gmail.com](mailto:bayu.rahmat.saparudin@gmail.com) <sup>2)</sup>

[enzobattra24434@gmail.com](mailto:enzobattra24434@gmail.com) <sup>3)</sup>

[hodmiantuasitanggang@gmail.com](mailto:hodmiantuasitanggang@gmail.com) <sup>4)</sup>

## ABSTRACT

*One of the problems in the field that must be answered immediately is the problem of the need for bricks as a residential wall material and the environmental damage they cause. As is known, the community's need for housing never subsides and even always increases from year to year. This can be seen from the fact that the housing that is built always sells out quickly. The purpose of this research is to know the design of a brick press machine with a spring pedal that is easy to use and to find out how much pressure is needed to make bricks with a spring pedal. The method used is to design a brick making machine using mechanical power, namely stamping on the feet. The results of the study are that the maximum loading that occurs when the presser is working is 30,155.675 N, while the welded joint is able to withstand a maximum load of up to 102,367.12 N. Welding on mold rods uses an E6013 type electrode with  $\sigma_t = 63,000$  Psi. If converted into units, then  $\sigma_t = 434.37$  N/mm<sup>2</sup>. Welding uses a safety number ( $sf$ ) = 2.7, so the allowable tensile stress of the welding material is  $\bar{\sigma}_t = 160.88$  N/mm<sup>2</sup>. The tensile stress that occurs in the bolts is 7.554 N/mm<sup>2</sup>, while the allowable tensile stress for the bolt material is 65.625 N/mm<sup>2</sup>. The total cost of making "Rectangular Brick Mold Design With a Capacity of 40 Bricks/Hour" is Rp. 4,893,300.00*

**Keywords:** Design, Bricks, Style, Pedal

## ABSTRAK

Salah satu masalah di lapangan yang saat ini harus segera dijawab adalah masalah kebutuhan batu bata sebagai bahan dinding perumahan dan efek kerusakan lingkungan yang ditimbulkan. Sebagaimana diketahui, kebutuhan masyarakat akan perumahan tidak pernah surut bahkan selalu meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini dapat terlihat dari kenyataan bahwa perumahan yang dibuat selalu laku terjual dengan cepat. Tujuan penelitian yaitu mengetahui rancangan mesin pres batako dengan pedal pegas yang mudah di gunakan dan mengetahui berapa gaya tekan yang di butuhkan untuk membuat Batako dengan pedal pegas. Metode yang dilakukan yaitu dengan melakukan perncangan mesin pencetak batako dengan menggunakan tenaga mekanis yaitu injakan kaki. Hasil penelitian yaitu Pembebanan maksimal yang terjadi saat penekan sedang bekerja adalah sebesar 30.155,675 N, sedangkan sambungan las mampu menahan beban maksimal hingga 102.367,12 N. Pengelasan pada batang cetakan menggunakan elektroda tipe E6013 dengan  $\sigma_t = 63,000$  Psi. Jika dikonversikan kedalam satuan ,maka  $\sigma_t = 434,37$  N/mm<sup>2</sup> Pengelasan menggunakan angka keamanan ( $sf$ ) = 2,7 maka tegangan tarik ijin bahan las tersebut  $\bar{\sigma}_t = 160,88$  N/mm<sup>2</sup>. Tegangan tarik yang terjadi pada baut adalah sebesar 7,554 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan tarik

ijin bahan baut adalah  $65,625 \text{ N/mm}^2$  biaya total pembuatan “Rancang Cetakan Batako Segi Empat Dengan Kapasitas 40 Batako /Jam“ adalah sebesar : Rp 4.893.300,00

**Kata Kunci: Perancangan, Batako, Gaya, Pedal**

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Akan tetapi cara ini tidak efisien dikarenakan dalam pembuatan satu buah batako di perlukan tenaga atau energi yang cukup besar dan memerlukan waktu yang agak lama dalam proses penumbuhkannya Selain dengan cara tradisional proses pemadatan batako bisa dengan proses pengepresan . dalam hal ini diperlukan sedikit tenaga atau energi dan membutuhkan waktu yang relatif singkat, tetapi di butuhkan alat atau mesin khusus pres batako.

Dalam hal ini saya dalam tugas akhir ini akan mendesain dan merancang bangun mesin pencetak batako dengan sistem pedal pegas. Dan diharapkan hasil tugas akhir ini bisa di praktikkan dan di aplikasikan di lapangan oleh pengrajin batako.

### Rumusan Masalah

Dari beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam latar belakang di atas

dapat di peroleh rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana rancangan mesin pres batako dengan pedal pegas
2. Bagaimana menentukan gaya tekan atau pres yang di butuhkan untuk membuat batako dengan pedal pegas

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan mesin pencetak batako dengan pedal pegas adalah untuk mempermudah proses pembuatan agar lebih mudah dan cepat. Adapun tujuan yang ingin

dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui rancangan mesin pres batako dengan pedal pegas yang mudah di gunakan
2. Untuk mengetahui berapa gaya tekan yang di butuhkan untuk

membuat Batako dengan pedal pegas

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Batako

Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara pasir, semen Portland dan air dengan perbandingan 1 semen : 7 pasir. Batako adalah bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis ditambah dengan agregat halus dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya dan mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25 % penampang batanya dan isi lubang lebih dari 25 % isi batanya (PUBI, 1982). Sementara PUBI (dalam Darmono,2006) mendefinisikan batako adalah bata cetak yang dibuat dengan memelihara dalam suasana lembab dengan campuran tras, kapur dan air, dengan atau tanpa bahan tambah lainnya.

Lebih lanjut Sunaryo Suratman (1995) menambahkan bahwa batako atau batu cetak beton adalah elemen bahan bangunan yang terbuat dari campuran SP atau sejenisnya, pasir, air dengan atau tanpa bahan tambah lainnya (additive), dicetak sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding.

### Teori Perancangan

Perancangan adalah suatu kreasi untuk mendapatkan suatu hasil akhir dengan mengambil suatu tindakan yang jelas, atau suatu kreasi atas sesuatu yang mempunyai kenyataan fisik. Dalam bidang teknik, hal ini masih menyangkut suatu proses dimana prinsip-prinsip ilmiah dan alat-alat teknik seperti matamatisan komputer dan bahasa dipakai, dalam menghasilkan suatu rancangan yang

kalau dilaksanakan akan memenuhi kebutuhan manusia. (Zainun, 1999)

Pada sebuah perancangan sebuah alat/mesin/system akan didapatkan sebuah metode perancangan, dimana metode ini dinamakan metode perancangan teknik. Metode perancangan teknik pada dasarnya adalah metode pemecahan suatu masalah teknik yang menggunakan langkah pengerjaan secara berkelanjutan baik secara analisis maupun sintesis. Pengertian analisis disini adalah penguraian suatu sistem yang kompleks menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana. Dengan demikian dapat dipelajari karakteristik masing-masing komponen tersebut beserta korelasinya. Sedangkan pengertian sintesis disini adalah proses penggabungan komponen-komponen yang telah diketahui karakteristiknya agar dapat tercipta suatu sistem yang baru.

### **Komponen Utama**

Komponen utama adalah bagian mesin yang sangat mempengaruhi kerja mesin. Tanpa komponen utama, maka mesin tidak akan dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Komponen utama terdiri dari poros, plat penekan, pegas, kerangka mesin, ruang pencampur, saluran masuk, saluran keluar.

- 1) Poros
- 2) Plat Penekan
- 3) Pegas
- 4) Pedal
- 5) Kerangka Mesin
- 6) Ruang Pencampur
- 7) Saluran Masuk
- 8) Saluran Keluar
- 9) Komponen Pendukung
- 10) Bantalan

### **Teori Pembuatan Komponen**

Pembuatan komponen adalah kegiatan setelah dari perancangan dimana pembuatan hasil kerja yang akan direalisasikan. Dalam proses pembuatan pada alat pencetak batak dengan sistem pedal pegas agar dapat mendapat hasil yang maksimal maka perlu adanya proses pembuatan dan perencanaan lanjut. Serta mengenal alat dan mesin yang akan

digunakan untuk mempermudah budidaya serta peningkatan kualitas dan kuantitas hasil rancang bangun.

### **Proses Penyambungan**

Proses penyambungan (joining process) adalah proses menggabungkan dua atau lebih benda kerja yang menjadi satu kesatuan. Proses penyambungan antara lain: pengelasan, brasing, solder/patri, pengeleman, dan penyambungan mekanik. Merupakan satu aspek yang perlu dan penting dari suatu proses produksi dengan berbagai pertimbangan.

### **Proses perakitan**

Perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Pekerjaan perakitan dimulai obyek sudah siap untuk dipasang dan berakhir bila obyek tersebut telah bergabung secara sempurna. Perakitan juga dapat diartikan sebagai penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya.

Pada prinsipnya perakitan dalam proses manufaktur terdiri dari pemasangan semua bagian-bagian komponen menjadi suatu produk, proses pengencangan, proses inspeksi dan pengujian fungsional, pemberian nama atau label, pebibasaan asal perakitan yang baik dan hasil perakitan yang buruk, serta pengepakan dan penyiapan untuk pemakaian akhir. Perakitan merupakan proses khusus bila dibandingkan dengan proses manufaktur lainnya, misalnya proses permesinan (frais, bubut, bor dan gerinda) dan pengelasan yang sebagian pelaksanaannya hanya meliputi satu proses saja. Sementara dalam perakitan bias meliputi berbagai proses manufaktur.

### **Proses Finishing**

Proses finishing adalah pekerjaan tahap akhir dari suatu proses pembuatan produk. Pada saat ini proses finishing lebih dikenal sebagai proses de aplicación de pintura. Hal yang sangat wajar karena saat

ini sebagian besar proses finishing dilakukan dan dikerjakan dengan menggunakan cat (coating) sebagai bahan finishing. Sebenarnya furniture finishing mempunyai cakupan yang lebih luas. Ada banyak proses finishing untuk mebel yang dikerjakan dengan menggunakan bahan-bahan que la pintura, dan ada banyak proses-proses pekerjaan lain yang bukan merupakan pengecatan tetapi juga merupakan proses finishing. Proses finishing untuk mebel bisa berupa: pengemplasan, pengecatan, pemolesan, pengosokan, dan pengerjaan –pengerjaan yang lain yang di perlukan.

### **Mesin Yang Digunakan**

#### **Mesin gerinda**

Mengerinda merupakan salah satu pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi. Penggerindaan dapat menghasilkan permukaan akhir sesuai dengan yang dikehendaki, dari yang kasar hingga yang halus.

Pada umumnya yang digerinda adalah permukaan benda kerja. Salah satu keuntungan penggerindaan adalah dapat meratakan benda kerja yang telah dikeraskan, karena apabila hal ini dikerjakan oleh mesin-mesin yang lainnya maka sulit untuk mendapatkan hasil yang maksimal, dengan kata lain bahwa mesin gerinda adalah alat yang ekonomis untuk menghasilkan permukaan yang rata dan halus yang dapat mencapai ketelitian yang tinggi.

#### **Mesin Las**

##### **Mesin las (pengelasan)**

Las adalah suatu cara untuk menyambung benda pahat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Agar penyambungan dapat berhasil ada beberapa syarat yang harus dipenuhi, yaitu :

1. Benda padat tersebut dapat cair oleh panas

Secara umum semua elektroda diklasifikasikan menjadilima kelompok utama yaitu :

1. mild steel (*baja lunak*)

2. high carbon steel
3. special alloy steel
4. cast iron, dan
5. non ferrous.

Rentangan terbesar dari pengelasan busur nyala dilakukan dengan elektroda dalam kelompok mild steel (*baja lunak*).

Namun demikian yang akan dibahas berikut ini adalah untuk jenis pengelasan busur listrik dengan jenis elektroda mild steel (*baja lunak*), karena mesin inilah yang digunakan untuk pembuatan alat ini.

Pada umumnya suatu busur nyala terjadi karena arus listrik yang mengalir melalui udara dari elektroda ke benda kerja yang disebabkan adanya selisih tegangan antara elektroda dengan massa benda kerja yang disebut dengan tegangan busur nyala. Tegangan busur nyala untuk mesin las arus searah sekitar 40 s.d 50 volt, dan mesin las bolak balik sekitar 50 s.d 60 volt. Dan tegangan busur nyala ini akan turun apabila busur nyala telah terjadi, dimana busur nyala akan tetap stabil sekitar 15 s.d 30 volt setelah memulai pengelasan benda kerja.

#### **Mesin Gurdi**

Fungsi Mesin gurdi yaitu mesin yang digunakan untuk membuat lubang dalam sebuah objek dengan menekan sebuah gurdi berputar kepalanya. cara kerja mesin gurdi pahat pemotong yang ujungnya berputar dan memiliki dua atau beberapa tepi potong dan galur yang berhubungan disepanjang badan gurdi. Jalur ini dapat berupa lurus atau heliks yang disediakan untuk memungkinkan lewatnya serpihan pemotongan dan fluida pemotongan.

Pada mesin gurdi ada dua macam gerakan yang terjadi pada saat proses penggurdian, yaitu :

1. Gerakan utama : gerakan berputarnya mata gurdi
2. Gerakan laju : pergerakan turunnya mata gurdi.

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **Tempat Dan Waktu**

- a. Tempat pembuatan peralatan/mesin serta kegiatan uji coba direncanakan atau dilaksanakan di Bengkel dan Lab. Jurusan Teknik Mesin UDA.
- b. Waktu pelaksanaan rancang bangun dan kegiatan uji coba direncanakan dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelolah Program Studi Teknik Mesin sampai dinyatakan selesai, diperkirakan selama Tiga bulan

### Bahan komponen mesin

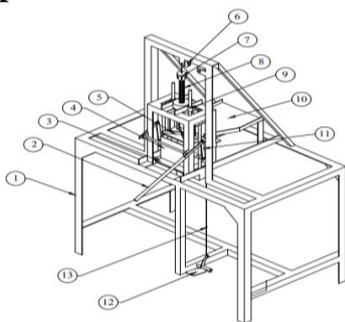
Dalam Rancang bangun alat pencetak batako terdiri dari bagian-bagian dan komponen mesin dimana bahan-bahan yang akan digunakan pada proses rancang bangun adalah:

#### 3.2.1 Bahan

Bahan yang akan digunakan:

- a. Bahan saluran masuk terbuat dari besi pelat baja
- b. Bahan ruang pencampur terbuat dari besi pelat baja
- c. Bahan pencetak batako terbuat dari besi pelat baja
- d. Bahan rangka mesin terbuat dari baja profil "L" S 45 C

### Diagram alir rancang bangun Alat pencetak batako



Gambar 3.1 kontruksi Alat pencetak batako

### Komponen part alat pencetak batako

1. Rangka, berfungsi sebagai struktur mesin dalam menunjukkan serta menjalankan fungsinya.
2. Tuas, berfungsi sebagai pembantu mengangkat cetakan batako saat hasil akan diambil.

3. Plat Penampung, berfungsi sebagai alat pengepresan batako sekaligus landasan batako
4. Cetakan Batako, berfungsi sebagai bangun ruang yang akan membentuk batako
5. Penekan Batako, plat segi empat yang berfusngi sebagai bagian penutup sekaligus penekan terusan poros
6. Catrol, berfungsi sebagai penraik dan pendorong tuas sekaligus penekan cetakan.
7. Penyambung Pegas, berfungsi sebagai penghubung antara tuas terhadap kabel sling yang digunakan
8. Pegas, berfungsi sebagai pemberi tolakan saat saat penekan dilepaskan
9. Bos, berfungsi sebagai pengatur kedudukan cetakan
10. Saluran Masuk, berfungsi sebagai saluran masuknya adonan bahan batako
11. Plat Strip, berfungsi sebagai penghubung dan pengatur kinerja tuas
12. Pedal, berfungsi sebagai pemberi tekanan maupun tolakan dalam pengepresan batako
13. Sling, berfungsi sebagai alat yang dihubungkn dengan pedal dalam rangka pengepresan batako

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Luas dan Volume Batako

Spesifikasi *Batako block* yang akan dibuat yaitu panjang = 150 mm, lebar = 100 mm, dan tinggi = 50 mm.

Segi Empat

$$\text{Luas} = P \times L$$

$$L = 150 \times 100 = 15000 \text{ mm}^2$$

Jadi luas bidang tekan untuk masing-masing cetakan segi empat adalah 15000 m

Volume Batako Segi Empat

Volume = panjang  $\times$  lebar  $\times$  tinggi

$$V = p \times l \times t$$

$$v = 150 \times 100 \times 50$$

$$v = 150 \times 100 \times 50$$

$$v = 750.000 \text{ mm}^3$$

Jadi volume adonan Batako untuk setiap pencetakan adalah 750.000 mm<sup>3</sup>

## Perhitungan Gaya Tekan

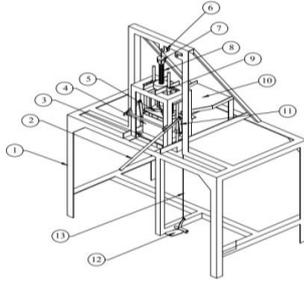
Diketahui :

$$P_{\max} = 22 \text{ Kg}$$

Maka ,

$$\begin{aligned} F_{\text{Penekan Max}} &= P_{\max} \times g \\ F_{\text{Penekan Max}} &= P_{\max} \times g \\ F_{\text{Penekan Max}} &= 22 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ F_{\text{Penekan Max}} &= 215,82 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}^2 \\ F_{\text{Penekan Max}} &= 215,82 \text{ N} \end{aligned}$$

## Perhitungan Kekuatan Rangka

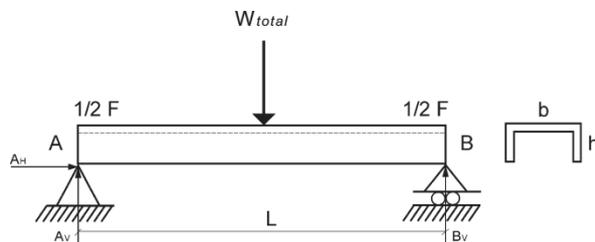


**Gambar** Komponen Mesin

**Keterangan :**

1. Rangka
2. Tuas
3. Plat Penampung
4. Cetakan Batako
5. Penekan Batako
6. Catrol
7. Penyambung Pegas
8. Pegas
9. Bos
10. Saluran Masuk
11. Plat Strip
12. Pedal
13. Sling

## Perhitungan Pembebanan pada Rangka Saat penekan Tidak Bekerja



**Gambar** Diagram benda bebas rangka saat penekan tidak bekerja

**Keterangan :**

$$\begin{aligned} W &= \text{Massa (Kg)} \\ F &= \text{Gaya (N)} \\ F_1 &= \text{Gaya pada Bidang Kiri (N)} \\ F_2 &= \text{Gaya pada Bidang Kanan (N)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Silinder} &= m_{\text{silinder}} \times g \\ &= 12 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ \text{Berat Silinder} &= 117,72 \text{ Kg m/s}^2 \\ \text{Berat Silinder} &= 117,72 \text{ N} \\ \text{Berat Penekan Atas} &= m_{\text{Plat segi empat}} \times g \\ &= 10 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 98,1 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{cetakan Bawah}} &= 2 \times (p \times l \times t) + 2 (p \times l \times t) \\ &= 2 \times (0,15 \times 0,1 \times 0,005) \\ &= 0,00015 \text{ m}^3 + 0,00005 \text{ m}^3 \\ &= 0,0002 \text{ m}^3 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$W_{\text{Cetakan Bawah}} = \rho \times g \times V_{\text{cetakan Bawah}}$$

$$\begin{aligned} \text{Bawah} &= 7,874 \text{ Kg m}^3 \times 9,81 \times 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\ &= 15,45 \text{ Kg m/s}^2 = 15,45 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{penekan}} &= L \text{ segi empat} \times t \\ &= 0,15 \times 0,1 \times 0,03 \text{ m} = 0,00045 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{Penekan}} &= \rho \times g \times V_{\text{Penekan}} \\ &= 7,874 \text{ Kg m}^3 \times 9,81 \times 4,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$= 5,79 \text{ Kg m/s}^2 = 34,76 \text{ N}$$

Batang cetakan atas direncanakan akan dibuat dari besi padat berbentuk silinder dengan ukuran Panjang 30 cm, diameter 2 cm serta ditambahkan pengikat baja strip 2 buah sepanjang 17 cm.

$$\begin{aligned} V_{\text{Batang Cetakan}} &= V_{\text{tabung}} + V_{\text{pengikat}} \\ &= (\pi r^2 \cdot t) + 2 (p \times l \times t) \\ &= (3,14 \times 1 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}) + 2 \\ &= (3,14 \times 0,01 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \\ &+ 2 (0,17 \text{ m} \times 0,01 \text{ m} \times 0,005) \\ &= 0,000094 + 0,000017 \\ &= 0,000111 \text{ m}^3 = 1,111 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

$$W_{\text{Batang Cetakan}} = \rho \times g \times V_{\text{Batang Cetakan}}$$

$$\begin{aligned} &= 7,874 \text{ Kg m}^3 \times 9,81 \times 1,111 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\ &= 8,57 \text{ Kg m/s}^2 = 8,57 \text{ N} \end{aligned}$$

$$W_{\text{Cetakan atas}} = W_{\text{Penekan}} + W_{\text{Batang Cetakan}}$$

$$W_{\text{Cetakan atas}} = 34,76 \text{ N} + 8,57 \text{ N}$$

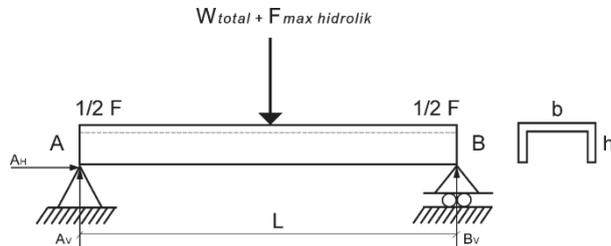
$$W_{\text{Cetakan atas}} = 43,33 \text{ N}$$

$$W_{\text{total}} = \text{Berat Silinder} + W_{\text{Cetakan Bawah}} + W_{\text{Cetakan atas}}$$

$$\begin{aligned} &= 117,72 \text{ N} + 15,45 \text{ N} + 43,33 \text{ N} \\ &= 176,50 \text{ N} \end{aligned}$$

Beban yang diterima rangka saat penekanan tidak bekerja adalah sebesar 137,26 N

**Perhitungan Kekuatan Rangka Saat penekan Bekerja**



**Gambar** Diagram benda bebas rangka saat penekan bekerja

$$\begin{aligned}
 F_{\text{Penekan Max}} &= 215,82 \text{ N} \\
 W_{\text{total}} &= 137,26 \text{ N} \\
 F_{\text{Total}} &= W_{\text{total}} + F_{\text{Penekan Max}} \\
 F_{\text{Total}} &= 137,26 \text{ N} + 215,82 \text{ N} \\
 F_{\text{Total}} &= 353,08 \text{ N}
 \end{aligned}$$

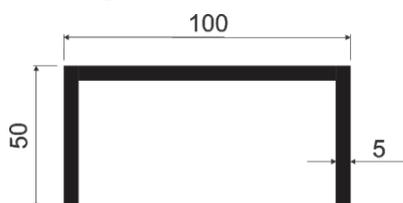
Pengelasan pada rangka menggunakan elektroda tipe E6013 dengan  $\sigma_t = 63,000 \text{ Psi}$ . Jika dikonversikan kedalam satuan  $\text{N/mm}^2$  maka  $\sigma_t = 434,37 \text{ N/mm}^2$  (AWS A5.1-69). Dengan angka keamanan ( $sf$ ) = 2,7 (Khurmi & Gupta, 2005:354) maka tegangan tarik ijin bahan las tersebut:

$$\begin{aligned}
 \bar{\sigma}_t &= \frac{\sigma_{t \text{ max}}}{sf} \\
 \bar{\sigma}_t &= \frac{434,37 \text{ [N/mm}^2\text{]}}{2,7}
 \end{aligned}$$

dan tegangan geser bahan las tersebut:

$$\begin{aligned}
 \bar{\tau}_g &= 0,8 \times \bar{\sigma}_t \\
 \bar{\tau}_g &= 0,8 \times 160,88 \text{ [N/mm}^2\text{]} \\
 \bar{\tau}_g &= 128,7 \text{ [N/mm}^2\text{]}
 \end{aligned}$$

Pada rangka utama, bagian yang dilas adalah ujung batang kanal U ukuran 50x100x5 mm. Maka kekuatam sambungan las batang rangka tersebut adalah sebagai berikut :



**Gambar** Penampang kanal U

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \sin 45 \cdot s \cdot l_1 \cdot \sigma_t \\
 F_1 &= 0,707 \times 5 \text{ [mm]} \times 100 \text{ [mm]} \\
 &\quad \times 160,88 \text{ [N/mm}^2\text{]} \\
 F_1 &= 56.871,67 \text{ [N]} \\
 F_2 &= 2 \cdot \sin 45 \cdot s \cdot l_2 \cdot \tau_g \\
 F_2 &= 2 \times 0,707 \times 5 \text{ [mm]} \times 50 \text{ [mm]} \\
 &\quad \times 128,7 \text{ [N/mm}^2\text{]} \\
 F_2 &= 45.495,45 \text{ [N]} \\
 F &= F_1 + F_2 \\
 F &= 56.871,67 \text{ [N]} + 45.495,45 \text{ [N]}
 \end{aligned}$$

$$F = 102.367,12 \text{ [N]}$$

Pembebanan maksimal yang terjadi saat penekan sedang bekerja adalah sebesar 30.155,675 [N], sedangkan sambungan las mampu menahan beban maksimal hingga 102.367,12 [N].

Karena  $F_{\text{terjadi}} < F_{\text{sambungan las}} \rightarrow$  maka konstruksi dinyatakan aman.

$$F_{\text{terjadi}} = 30.155,675 \text{ [N]} <$$

$$F_{\text{sambungan las}} = 102.367,12 \text{ [N]} \rightarrow \text{Aman}$$

**Perhitungan Kekuatan Batang Cetakan**

Batang cetakan direncanakan berbentuk bulat panjang dengan ukuran panjang 30 cm. Beban yang diterima batang cetakan adalah berat cetakan atas (penekan) dan gaya tekan penekan. Maka pembebanan yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Batang Cetakan}} &= V_{\text{tabung}} + V_{\text{pengikat}} \\
 &= (\pi r^2 \cdot t) - (\pi r^2 \cdot t) + 2 \\
 &\quad (p \times l \times t) \\
 &= (3,14 \times 1 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}) + 2 \\
 &\quad (17 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \times 5 \text{ mm}) \\
 &= (3,14 \times 0,01 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \\
 &\quad + 2 (0,17 \text{ m} \times 0,01 \text{ m} \times 0,005) \\
 &= 0,000094 + 0,000017 \\
 &= 0,000111 \text{ m}^3 = 1,111 \times 10^{-4} \\
 W_{\text{Batang Cetakan}} &= \rho \times g \times V_{\text{Batang Cetakan}} \\
 &= 7.874 \text{ Kg m}^3 \times 9,81 \times 1,111 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\
 W_{\text{Batang Cetakan}} &= 8,57 \text{ Kg m/s}^2 = 8,57 \text{ N} \\
 F_{\text{Penekan Max}} &= 29,3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Maka :

$$F_{\text{total}} = W_{\text{Batang Cetakan}} + F$$

Penekan Max

$$F_{\text{total}} = 8,57 \text{ N} + 215,82 \text{ N}$$

$$F_{\text{total}} = 224,39 \text{ N}$$

Pengelasan pada batang cetakan menggunakan elektroda tipe E6013 dengan  $\sigma_t = 63.000$  [Psi]. Jika dikonversikan kedalam satuan  $[\text{N}/\text{mm}^2]$ , maka  $\sigma_t = 434.37$   $[\text{N}/\text{mm}^2]$  (AWS A5.1-69). Pengelasan menggunakan angka keamanan ( $sf$ ) = 2,7 (Khurmi & Gupta, 2005:354) maka tegangan tarik ijin bahan las tersebut:

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_{t \text{ max}}}{sf}$$

$$\bar{\sigma}_t = \frac{434.37 \text{ [N/mm}^2\text{]}}{2,7}$$

$$\bar{\sigma}_t = 160,88 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

dan tegangan geser bahan las tersebut:

$$\bar{\tau}_g = 0,8 \times \bar{\sigma}_t$$

$$\bar{\tau}_g = 0,8 \times 160,88 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\bar{\tau}_g = 128,7 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

### Perhitungan Kekuatan Baut Pengikat

Diketahui :

Diameter luar ( $d$ ) baut = 10 [mm]

Diameter dalam ( $d_1$ ) baut = 9,026 [mm]

Faktor Keamanan ( $sf$ ) = 8

Angka keselamatan (1– 8) diambil yang maksimum untuk membuat konstruksi menjadi lebih aman dan kuat. (Suryadi,

2009)

Beban yang diterima baut adalah :

$$W_{\text{total}} = W_{\text{cetakan atas}} + W_{\text{cetakan bawah}}$$

$$W_{\text{total}} = 43,33 \text{ N} + 15,45 \text{ N}$$

$W_{\text{total}} = 58,78 \text{ N}$  Maka tegangan yang terjadi adalah :

$$\sigma_t = \frac{W_{\text{total}}}{(\pi/4) d_1^2}$$

$$\sigma_t = \frac{58,78 \text{ [N]}}{(\pi/4) (1)^2 \text{ [mm}^2\text{]}}$$

$$\sigma_t = 18,719 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Direncanakan baut menggunakan bahan S30C dengan tegangan maksimal 525  $[\text{N}/\text{mm}^2]$ . Maka tegangan ijin bahan baut adalah :

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_{t \text{ max}}}{sf}$$

$$\bar{\sigma}_t = \frac{525 \text{ [N/mm}^2\text{]}}{8}$$

$$\bar{\sigma}_t = 65,625 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Tegangan tarik yang terjadi pada baut adalah sebesar 18,719  $[\text{N}/\text{mm}^2]$  , sedangkan tegangan tarik ijin bahan baut adalah 65,625  $[\text{N}/\text{mm}^2]$ .

Karena  $\sigma_t < \bar{\sigma}_t \rightarrow$  maka pemilihan bahan dinyatakan aman.

$$\sigma_t = 18,719 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \bar{\sigma}_t =$$

$$65,625 \text{ [N/mm}^2\text{]} \rightarrow \text{Aman}$$

### Proses Pengerjaan Komponen

Beberapa bagian komponen yang proses pengerjaannya dibuat sendiri adalah sebagai berikut :

1. Cetakan Atas
2. Cetakan Bawah
3. Rangka Utama
4. Rangka Pembawa Cetakan
5. Pengikat Cetakan Bawah
6. Pengait

### Perhitungan Waktu Pemesinan

Perhitungan waktu pemesinan meliputi :

Tabel Daftar biaya sewa mesin dan operator

No.	Jenis mesin / alat	Harga Sewa (Rp)
1	Mesin bubut	20.000 / jam
2	Mesin frais / milling	30.000 / jam
3	Gerida potong	20.000 / jam
4	Gerinda tangan	15.000 / jam
5	Las listrik	75.000 / jam
6	Gergaji tangan	15.000 / jam
7	Mesin gurdi meja	20.000 / jam
8	Mesin gurdi tangan	15.000 / jam
9	Roll meter	15.000 / jam
10	Bangku kerja	5.000 / jam
11	Biaya Operator	10.000 / jam

( Sumber: Bengkel Delta, Kendal 2014-05-01)

- a. Waktu penggunaan mesin secara tidak langsung  
Perencanaan ini memerlukan waktu kurang lebih 30% dari waktu pemesinan.

### Waktu kerja mesin bubut

Berikut adalah dasar proses pengerjaan mesin bubut :

Kecepatan pemotongan dan pemakanan pada mesin bubut

$$V_c = \frac{\pi d n}{1000}$$

$$V_f = f \cdot n$$

Waktu pemotongan melintang pada mesin bubut :

$$t_c = \frac{D_0 + d_m}{V_f}$$

Keterangan :

$T_c$  = Waktu pemotongan melintang [ menit ]

$D_0 + d_m$  = Diameter benda kerja [ mm ]

Waktu proses pembubutan memanjang

$$T_l = \frac{L_t}{V_f}$$

### Waktu kerja mesin frais

Berikut adalah dasar proses pengerjaan mesin frais :

Dasar perhitungan kecepatan potong pada mesin frais dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_c = \frac{\pi d n}{1000}$$

(Harum & Terheijden, 1986:126)

Waktu pemakanan pada mesin frais dapat dicari menggunakan rumus :

$$T_c = \frac{L}{V_a}$$

$$V_a = z \cdot a_t \cdot n$$

Keterangan :

$V_a$  = Kecepatan Pemakanan [ $\frac{\text{mm}}{\text{menit}}$ ]

$z$  = Jumlah gigi / mata potong [ buah ]

$a_t$  = Pemakanan per gigi [mm]

$L$  = Panjang langkah pemfraisan [mm]

### Waktu kerja mesin gurdi

Berikut adalah dasar proses pengerjaan mesin gurdi :

Perhitungan kecepatan potong dan pemakanan mesin gurdi :

$$V_c = \frac{\pi d n}{1000}$$

$$V_f = f \cdot n$$

Perhitungan kedalaman potong mesin gurdi :

$$a = \frac{d_0 - d_i}{z}$$

Keterangan

$A$  = Kedalaman potong [mm]

$d_0$  = Diameter pahat gurdi [mm]

$d_i$  = Diameter ujung pahat gurdi [mm]

Perhitungan waktu pemotongan pada mesin gurdi

$$t_c = \frac{L_t}{a \cdot n}$$

$$L_t = l + 0.3 d$$

Keterangan :

$t_c$  = Waktu pemotongan [menit]

$L_t$  = Panjang pemotongan total [mm]

$l$  = Kedalaman penggurdisan [mm]

### Cetakan Atas

Nama benda kerja : Cetakan Atas

Nomor gambar : SMG/TA.RB.2014.1/6

Jumlah : 1

Bahan : S 30 C

Ukuran : 640 (mm) x 540 (mm) x 270 (mm)

➤ Total waktu las listrik = 88,4 [menit]

➤ Total waktu pemotongan = 37 [menit]

➤ Total waktu preses milling = 281 [menit]

➤ Total waktu operator = 49 [menit]

➤ Biaya las listrik

Biaya las listrik / jam = Rp75.000,-

$$\text{Total biaya las listrik} = \frac{88,4 \cdot 130 \% \cdot 75.000}{60}$$

$$= \text{Rp } 143.650,-$$

➤ Biaya pemotongan

Biaya mesin potong/jam = Rp 20.000,-

Total biaya mesin potong

$$= \frac{37 \cdot 130 \% \cdot 20.000}{60}$$

$$= \text{Rp } 16.000,-$$

➤ Biaya proses milling

Biaya mesin milling/jam = Rp 10.000,-

$$\text{Total biaya proses milling} = \frac{281 \cdot 130 \% \cdot 10.000}{60}$$

$$= \text{Rp } 60.883,-$$

➤ Biaya operator

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator/jam} &= \text{Rp } 10.000,- \\ \text{Total biaya operator} &= \frac{49,130\% \cdot 10.000}{60} \\ &= \text{Rp } 10.200,- \end{aligned}$$

Analogi untuk perhitungan waktu pengerjaan komponen tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Mesin Cetak Batako Segi Empat Dengan Kapasitas 180 Batako /jam”.

**Perhitungan biaya pemesinan**

Berikut adalah tabel waktu pemesinan secara keseluruhan dari “Rancang Bangun Mesin Cetak Batako Segi Empat Dengan Kapasitas 180 Batako /jam”. Waktu pemesinan ini dalam waktu pemesinan dari masing-masing mesin dengan persiapan-persiapan sebelum proses pemesinan berlangsung.

No	Bagian	Gerinda Poting [menit]	Gurdi [menit]	Las [menit]	Milli ng [menit]	Jumlah Waktu [menit]
1	Rangka	76	326	59	-	461
2	Rangka Pembawa Cetakan	19	34	55	-	108
3	Cetakan Atas	37	19	190	281	527
4	Cetakan Bawah	16	6	82	134	238
5	Pengikat Cetakan Bawah	10	33	78	18	139
6	Pengikat	10	4	18	-	32
Jumlah		168	422	482	433	1505
Total Waktu (jam)		2,8	7,03	8,03	7,21	25,08
Total Sewa Mesin (Rp)		60.000	160.000	675.000	360.000	1.255.000

**Biaya operator**

Guna menentukan besarnya biaya operator dihitung berdasarkan kerja waktu pemesinan. Biaya operator ditentukan Rp. 10.000,- / jam.

$$\begin{aligned} \text{Total biaya operator} &= \text{Rp } 10.000 \times (\text{total waktu kerja mesin}) + \text{operator CNC} \\ &= \text{Rp } 10.000 / \text{jam} \times 25,08 \text{ jam} + 250.000 \\ &= \text{Rp } 500.800,- \end{aligned}$$

**Biaya bahan baku non standar**

Perhitungan biaya bahan baku dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut:

**Tabel** Biaya komponen bahan baku non standar

**Tabel** Waktu Pemesinan

No	Nama komponen / material	Bahan	Jumlah	Ukuran (mm)	Harga (Rp)
1	Rangka utama	- Kanal U - Plat ST 37 - ST 40	- 2 - 1 - 2	- 10000 x 50 x 100 x 5 - 4750 x 1190 - Ø 40 x 800	- 650.000 - 228.000 - 184.000
2	Rangka Pembawa Cetakan	- Profil L - Kanal U - Plat ST 37	- 2 - 1 - 1	- 500 x 50 x 5 - 940 x 50 x 100 x 5 - 560 x 700	- 30.000 - 325.000 - 15.000
3	Cetakan Atas	- Plat ST 37 - Hollow Profil L	-1 -1 -1	- 2440 x 1440 - 4500 x 36 - 1856 x 30 x 30 x 3	- 336.000 - 106.000 - 47.500
4	Cetakan Bawah	- Plat ST 37 - Profil L	- 1 - 1	- 2852 x 480 - 240 x 50 x 50	- 200.000 - 156.000
5	Pengikat Cetakan Bawah	- Plat ST 37 - S30C	- 1 - 1	- 2688 x 640 - Ø 40 x 80	- 136.000 - 92.000
6	Pengait	Plat ST 37	- 2	- 480 x 40	- 11.000
Total biaya komponen non standar					2.641.500

Dalam konsep penelitian ini setiap besi yang dibeli dengan ukuran perusahaan dan dipotong dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan perakitan menjadi bahan non standar, oleh sebab itu keseluruhan besi rangka menjadi bahan non standar

#### Biaya komponen standar

Tabel 4.5 Biaya komponen standar

No	Nama komponen	Jumlah	Harga / satuan (Rp)	Total biaya
1	Mur baut M 10	102	600	61.200
2	Bushing Ø 40 mm	4	25.000	100.000
3	Catrol	2	50.000	100.000
4	Kabel Sling	1	25.000	25.000
Total biaya komponen standar				286.200

Bahan standar diartikan sebagai bahan yang dibeli tanpa adanya perombakan atau pengurangan digunakan langsung dalam perakitan mesin, oleh sebab itu bahan standar yaitu mur baut, busing, catrol dan Kabel sling

#### Biaya perakitan

Proses perakitan mesin ini ditentukan selama 8 jam, dan tenaga perakitan adalah per jam, adapun biaya perakitan adalah sebagai berikut:

- Biaya operator untuk 3 orang  
= 8 (jam) x Rp 10.000 x 3 = Rp 240.000
- Biaya pengelasan  
= 30 elektroda x Rp 1.000 / elektroda = Rp 30.000
- Biaya pengecatan:  
Cat = Rp 50.000  
Thinner = Rp 15.000 +  
Total = Rp 65.000
- Total biaya perakitan adalah  
= Rp 240.000 + Rp 30.000 + Rp 65.000  
= Rp 335.000

### Total biaya pembuatan mesin

Berdasarkan perhitungan yang telah diuraikan di atas, maka total biaya pembuatan “Rancang Bangun Mesin Cetak Batako Segi Empat Dengan Kapasitas 180 Batako /Jam” adalah sebagai berikut :

1. Biaya sewa mesin = Rp 1.255.000
2. Biaya operator = Rp 500.800
3. Biaya bahan baku non standart = Rp 2.641.500
4. Biaya komponen standar = Rp 161.000
5. biaya perakitan = Rp 335.000 + Rp 4.893.300

Jadi biaya total pembuatan “Rancang Cetakan Batako Segi Empat Dengan Kapasitas 40 Batako /Jam” adalah sebesar : Rp 4.893.300,00

### Pengoperasian Mesin

#### Prinsip Kerja

Cetakan Batako Segi Empat dengan ini terdiri dari 2 bagian terpenting yaitu cetakan atas dan cetakan bawah, dimana saat penekan melakukan pengepresan maka kedua bagian tersebut akan membentuk Batako segi empat.

### 5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembebanan maksimal yang terjadi saat penekan sedang bekerja adalah sebesar 30.155,675 N, sedangkan sambungan las mampu menahan beban maksimal hingga 102.367,12 N.
2. Pengelasan pada batang cetakan menggunakan elektroda tipe E6013 dengan  $\sigma_t = 63,000$  Psi. Jika dikonversikan kedalam satuan ,maka  $\sigma_t = 434,37$  N/mm<sup>2</sup> Pengelasan menggunakan angka keamanan (*sf*) = 2,7 maka tegangan tarik ijin bahan las tersebut  $\bar{\sigma}_t = 160,88$  N/mm<sup>2</sup>.
3. Tegangan tarik yang terjadi pada baut adalah sebesar 7,554 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan tarik ijin bahan baut adalah 65,625 N/mm<sup>2</sup>

4. biaya total pembuatan “Rancang Cetakan Batako Segi Empat Dengan Kapasitas 40 Batako /Jam” adalah sebesar : Rp 4.893.300,00

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disarankan sebagai berikut :

1. Penting dilakukan pengkajian detail terkait sistem kerja mesin guna memperoleh analisa lebih maksimal.
2. Penting dilakukan simulasi dengan mengganti sistem mekanik menjadi dibantu motor daya guna memperoleh mesin yang siap digunakan untuk skala besar atau usaha.

### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Sunaryo Suratman. 1995. Pemanfaatan Limbah Industri Pembangkit Listrik Tenaga UaP (Abu Terbang) untuk Bata Beton' Laporan Penelitian. Bandung: Puslitbang Pemukiman DPU'
- Darmono. 2006. “Teknologi Pembuatan Bahan Bangunan Berbahan Pasir (Batako) Hasil Erupsi Merapi Di Lereng Bagian Utara”. Inotec, Volume 16, Nomor 1, Februari 2012.
- SK SNI - S -04 -1989 -F : 28
- A. Zainun, 1999, Elemen Mesin, Refika aditama, Bandung
- Widarto, 2008, Teknik Pemesinan, Jakarta : Depdiknas
- Philip Kristanto, Alat Ukur Dan Teknik Pengukuran, 2018
- Boy Isma Putra Dkk, Elemen Mesin Untuk Teknik Industri, 2008,
- Siswanto, S.T. ,Konsep Dasar Teknik Las, 2011
- Tjokrodiluljo, K., 1996, “Teknologi Beton”, Nafiri. Yogyakarta.