

RANCANG BANGUN MESIN PENGHALUS TANAH DAN PENCETAK BATA MERAH KHUSUS INDUSTRI MIKRO

Akmal Haidar Dery Farras^{1*}, Fais Hamzah², Tri Andi Setiawan³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*23}
Email: akmal.hdr11@gmail.com¹

Abstract – The red brick manufacturing industry is starting to be abandoned by many people and switch to using hebel bricks. Several things have caused red bricks to be abandoned, namely the price of red bricks is more expensive when compared to lightweight bricks for a size of 1 m², besides that red bricks produced by conventional production processes have a red brick surface shape that is often uneven. Based on these conditions, we need an idea and innovation to create a machine to improve the production of red bricks in the form of a machine for smoothing and molding the clay of red brick for home-scale industries. The machine manufacturing process will use the Ulrich method from identifying machine requirements to selecting concepts and fabrication. Based on the results of the design using the Ulrich method, the design concept was chosen 1. Then planning, calculation and analysis will be carried out to determine the components to build the machine. The next stage is making of detailed drawings of the machine, followed by the fabrication and testing process. In testing clay smoothing and molding machine for red brick, the machine is capable of producing 120 red bricks per hour with a total cost of Rp. 12.217.500,-.

Keyword: Design and Manufacture of Machine, Red Bricks, Clay's Smoothing Machine, Red Bricks Molding Machine, Ulrich Method

NOMENCLATURE

T = Momen puntir atau torsi (Nmm)
P = Daya motor (Watt)
N = Putaran poros (rpm)
 P_d = Daya motor rencana (Kw)
 τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)
 τ_{max} = Tegangan geser maksimum (kg/mm²)
 d_s = Diameter poros (mm)
 L_H = Umur bearing

1. PENDAHULUAN

Bata merah merupakan salah satu komponen utama dalam bahan baku pembuatan bangunan khususnya hunian untuk masyarakat [3]. Bata merah terbuat dari tanah liat dengan campuran atau tidak menggunakan campuran bahan lain. Dewasa ini, masyarakat mulai banyak meninggalkan penggunaan bata merah untuk bahan baku pembuatan bangunan dan beralih menggunakan bata ringan atau yang biasa dikenal bata hebel. Hal ini menyebabkan banyak industri rumahan pembuatan bata merah secara konvensional khususnya di Desa Jatipasar Kecamatan Trowulan yang menutup usahanya.

Beberapa hal yang menyebabkan bata merah mulai banyak ditinggalkan yaitu harga bata merah lebih mahal jika dibandingkan dengan bata ringan untuk ukuran 1 m² selain itu bata merah yang dihasilkan dengan proses produksi secara konvensional (manual) memiliki bentuk permukaan bata merah yang sering tidak rata jika dibandingkan dengan bata ringan. Meskipun terdapat beberapa kekurangan yang dimiliki bata merah, bata merah juga memiliki kelebihan yang mempunyai potensi untuk terus ditingkatkan dan menghilangkan beberapa kekurangan bata merah tersebut sehingga

dapat kembali meningkatkan minat masyarakat dalam penggunaan bata merah dan meningkatkan perekonomian pelaku industri rumahan pembuatan bata merah khususnya di Desa Jatipasar Kecamatan Trowulan.

Oleh karena itu, penggunaan teknologi di industri rumahan pembuatan bata merah memiliki peran penting untuk meningkatkan kualitas bata merah, kapasitas produksi, penghematan biaya produksi serta penghematan pada waktu produksi sehingga bata merah dapat dijual dengan harga yang bersaing dibandingkan dengan bata ringan. Berdasarkan kondisi tersebut, peneliti akan melakukan sebuah inovasi untuk mendesain dan membuat sebuah rancang bangun mesin penghalus tanah dan pembuatan bata merah khusus industri mikro di daerah Trowulan Mojokerto dengan menggunakan screw conveyor system yang dikombinasikan dengan rolling system berdimensi minimalis untuk penghalus tanahnya. Mesin ini diharapkan dapat bekerja secara efektif, efisien, serta dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas pada industri pembuatan bata merah skala rumahan. Pada proses perancangan dan pengembangan produk pada penelitian ini menggunakan metode Ulrich.

2. METODOLOGI.

2.1 Metode Ulrich

Metode penelitian yang digunakan adalah metode Ulrich, dimulai dengan menyusun daftar kebutuhan, dilanjutkan dengan membuat 3 konsep desain dengan 1 konsep desain yang akan dipilih dan diwujudkan menjadi sebuah produk jadi [5].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kajian Produk Existing

Produk *existing* yang menjadi acuan pada penelitian ini menggunakan mesin yang digunakan di masyarakat dan sebuah penelitian rancang bangun mesin dengan spesifikasi sebagai berikut [1]:

a. Mesin Pencetak Bata Mobil Keliling

Dimensi : 4.1 m x 1.5 m x 1.4 m
 Operasional : Diesel Engine 24 HP
 Harga : 30-35 Jutaan
 Kap. Produksi : 7000 bata/hari

b. Rancang Bangun Mesin Pencetak Bata

Dimensi : 60 cm x 40 cm x 70 cm
 Operasional : Diesel Engine 24 HP
 Harga : 23 Jutaan
 Kap. Produksi : 6 kg/jam

3.2 Penyusunan Daftar Kebutuhan

Daftar kebutuhan disusun berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan di lapangan melalui kuesioner dan wawancara dengan pelaku usaha industri pembuatan bata merah. Daftar kebutuhan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1: Daftar Kebutuhan

DAFTAR KEBUTUHAN		
S/H	Aspek	Penanggung Jawab
S S S	Manufaktur a. Dapat dirakit b. Proses manufaktur mudah. c. Bahan material mudah dicari	Tim Desain dan Manufaktur
S S H	Operasional a. Mudah digunakan b. Bagian penghalus di atas pencetak c. Tampilan mesin menarik.	Tim Desain dan Manufaktur
H	Perawatan a. Mudah dibersihkan dan mudah diperbaiki jika ada kerusakan.	Tim Desain dan Manufaktur
S	Dimensi a. Mesin dapat ditempatkan pada area yang sempit dan tidak mengganggu keberadaannya	Tim Desain dan Manufaktur

Berdasarkan daftar kebutuhan di atas maka akan dibuat konsep desain untuk membangun mesin penghalus tanah dan pencetak bata merah khusus industri mikro.

3.3 Pembuatan Konsep Desain

Pada penelitian ini akan dibuat 3 konsep desain mesin penghalus tanah dan pencetak bata merah khusus industri mikro, dari 3 konsep desain tersebut akan dipilih satu konsep terbaik melalui tahapan pemilihan konsep dengan melakukan analisa setiap kriteria pemilihan yaitu operasional, dimensi, manufaktur, dan perawatan dari ketiga konsep desain.

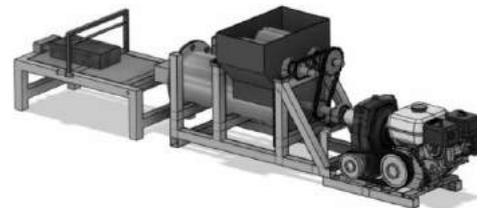
3.4 Penetapan Konsep Desain Terpilih

Proses penetapan konsep desain akan menggunakan model matriks penilaian konsep. Dikarenakan hanya ada 3 konsep desain, maka proses penyaringan konsep desain tidak diperlukan. Setelah melakukan uraian masing-masing konsep desain berdasarkan kriteria sesuai daftar kebutuhan maka akan dilanjutkan dalam matriks penilaian dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Matriks Penilaian Konsep

Matriks Penilaian Konsep									
Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep Produk dan Referensi							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Referensi	
		Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor
Oprasional	20%	4	0,8	3	0,6	3	0,6	3	0,6
Dimensi	30%	5	1,5	4	1,2	4	1,2	3	0,9
Manufaktur	30%	5	1,5	4	1,2	3	0,9	3	0,9
Perawatan	20%	4	0,8	4	0,8	3	0,6	3	0,6
Nilai Absolut		18	4,6	14	3,6	13	3,3	12	3,0
Nilai Relatif (%)		31,6	31,7	24,6	24,8	27,7	22,7	21,0	20,7
Ranking		1		3		2		4	

Berdasarkan Tabel 2 di atas konsep desain yang mendapat ranking terbaik adalah konsep desain 1. Konsep desain 1 dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Konsep Desain Terpilih

3.5 Perhitungan Komponen Penunjang

Komponen penunjang dari mesin pengaduk dan pencetak adonan gethuk pisang perlu direncanakan agar pembangunan mesin optimal.

3.5.1 Perhitungan Daya Motor

Kebutuhan daya pada mesin ini adalah untuk memutar penghalus dan *screw extruder* untuk mencetak bata merah. Berikut adalah data yang dibutuhkan untuk perhitungan daya motor.

Diketahui: T penghalus = 56,8848 Nm
 N penghalus = 50 rpm
 T pencetak = 69,2105 Nm
 N pencetak = 20 rpm

Untuk menghitung daya motor menggunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{T \times 2 \times \pi \times N}{60}$$

$$P \text{ pengaduk} = \frac{56,8848 \times 2 \times \pi \times 50}{60}$$

$$= 298 \text{ Watt}$$

$$P_{\text{pencetak}} = \frac{69,2105 \times 2 \times \pi \times 20}{60}$$

$$= 144,88 \text{ Watt} \approx 145 \text{ Watt}$$

$$P_d = F_c \times P_{\text{total}}$$

$$= 1,2 \times (298 + 145)$$

$$= 531,6 \text{ Watt} = 0,532 \text{ kW}$$

$$= 0,72 \text{ Hp}$$

Dari hasil perhitungan perencanaan daya motor penggerak di atas maka penggerak utama dari mesin ini ditentukan menggunakan mesin motor penggerak bensin 4 stroke sesuai dengan yang ada di pasaran dengan tenaga sebesar 5 HP dengan putaran motor sebesar 1400 rpm.

3.5.2 Perhitungan Rasio Putaran dan Pulley

Kebutuhan rasio putaran pada mesin ini adalah 20 rpm untuk putaran poros penghalus dan *screw extruder*. Dikarenakan rpm motor terlalu jauh dari kebutuhan maka digunakan *gearbox speed reducer* untuk mendapatkan rasio putaran yang tidak terlalu jauh. *Gearbox* yang digunakan memiliki rasio 1 : 20, maka rpm keluaran dari *gearbox* adalah :

$$\frac{1400}{20} = 70 \text{ rpm}$$

Rpm *output* hasil reduksi *gearbox* belum memenuhi rpm dari penghalus dan *screw extruder*, maka untuk mendapatkan rasio putaran yang tepat akan digunakan *pulley* pada mesin ini. *Pulley* yang dibutuhkan ada 2 *pulley* yaitu *pulley* penghubung motor dan *gearbox*, *pulley* pada motor (D1) yang akan dihubungkan dengan *pulley output gearbox* (D2). Untuk *pulley* D1, *output* motor direncanakan menggunakan *pulley* dengan diameter terkecil yang ada di katalog yaitu 65 mm.

- *Pulley Gearbox*

$$\frac{N_{\text{Motor}}}{N_{\text{Gearbox}}} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$\frac{1400 \text{ rpm}}{400 \text{ rpm}} = \frac{D_2}{65}$$

$$D_2 = 227,5 \text{ mm}$$

Maka dipakai *pulley* diameter 250 mm yang ada di katalog.

3.5.3 Perhitungan V Belt

V Belt yang digunakan pada mesin ini ada satu yaitu penghubung antara motor dan *gearbox*.

a. *V Belt motor-gearbox*.

Diketahui :

Diameter *pulley* Motor (D1) = 65 mm
 Diameter *pulley Gearbox* (D2) = 250 mm
 Jarak sumbu poros rencana (C') = 160 mm

Berdasarkan data di atas dapat ditentukan rencana panjang *V belt* (L') yang akan digunakan menggunakan persamaan berikut:

$$L' = 2 \times C' + 1,57 (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 C'}$$

$$L' = 2 \times 160 + 1,57 (250 + 65) + \frac{(250 - 65)^2}{4 \times 160}$$

$$L' = 868,03 \text{ mm}$$

Maka *V belt* yang akan digunakan sesuai katalog *V belt* dengan tipe *section SPA* adalah *V belt* dengan panjang L = 875 mm, sedangkan jarak sumbu poros yang sebenarnya didapatkan sebesar 163,5 mm

3.5.3 Perhitungan Poros

Perhitungan poros yang dilakukan adalah perhitungan untuk poros *screw*. Berikut ini adalah data-data yang diperlukan untuk perhitungan poros *screw*:

Diketahui:

Daya motor (Nps) = 5 Hp = 3,728 kW
 Kecepatan (n) = 20 rpm
 Faktor koreksi (Fc) = 1,5 (daya normal)
 Momen maksimum = 10639 kg.mm
σb S30C = 48 kgf/mm²
Sf 1 = 6
Sf 2 = 1,3
Kt = 1
Km = 1,5

Langkah-langkah untuk menghitung diameter poros sebagai berikut:

1) Menghitung daya rencana

$$P_d = P \times f_c$$

$$= 3,728 \times 1,5$$

$$= 5,592 \text{ kW}$$

2) Menghitung momen rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{5,592}{20}$$

$$= 272330,5 \text{ kg.mm}$$

3) Perhitungan poros berdasarkan beban puntir

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2} = \frac{48}{6 \times 1,3} = 6,154 \text{ kg/mm}^2$$

4) perhitungan diameter poros

$$d_s = \frac{5,1}{\tau_a} \times \sqrt{(K_m \times M^2 + (K_t \times T)^2)}$$

$$ds = \left(\frac{5,1}{6,154} \times \sqrt{(1,5 \times 81592)^2 + (1 \times 272330)^2} \right)^{1/3}$$

$$ds = 48,06 \text{ mm (diameter poros minimal)}$$

Berdasarkan perhitungan maka poros yang akan dipakai adalah poros dengan diameter 50,80 mm, ukuran poros tersebut sudah aman karena sudah melebihi diameter poros minimal.

3.5.3 Perhitungan Pasak

Ukuran pasak menurut (Sularso & K.Suga,2004) ditentukan berdasarkan tabel pemilihan poros [4] dan didapatkan ukuran nominal pasak (b × h) untuk penghalus yaitu (15 × 10) mm dengan panjang pasak minimal 40 mm. dan ukuran nominal pasak untuk screw extruder yaitu (b × h) yaitu (18 × 11) mm dengan panjang pasak minimal 50 mm.

3.5.4 Perhitungan Bearing

Bearing yang digunakan adalah *Ball Bearing* Type 6205 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Diameter luar (D) = 52 mm
- Diameter dalam (d) = 25 mm
- Tebal bearing (B) = 15 mm
- Kapasitas nominal dinamis (C) = 14288 N
- Kapasitas nominal statis (Co) = 8028 N
- Beban ekuivalen (W) = 3992,50 N

Berdasarkan data di atas dapat dihitung umur bearing dengan persamaan sebagai berikut:

$$L_H = \left[\frac{C}{W} \right]^3 \times \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

$$= \left[\frac{14288}{3992,50} \right]^3 \times \frac{10^6}{60 \times 20}$$

$$= 3819,43 \text{ jam}$$

Jika dalam 1 hari mesin digunakan selama 8 jam, maka didapatkan umur bearing adalah sebagai berikut:

$$H = \frac{3819,43}{8}$$

$$= 477,429 \text{ hari}$$

Jadi umur bearing pada mesin pengaduk dan pencetak adonan gethuk pisang ini adalah selama 477,429 hari.

3.6 Proses Fabrikasi

Proses fabrikasi untuk membangun mesin penghalus tanah dan pencetak bata merah khusus industri mikro ini meliputi proses *nesting*, *cutting*, *welding*, *bending*, *rolling*, *grinding*, dan *machining*. Komponen atau bagian mesin yang membutuhkan proses fabrikasi adalah sebagai berikut:

- 1) Rangka mesin
- 2) Screw extruder

- 3) Hopper
- 4) Barrel penggilas
- 5) Barrel cover
- 6) Extruder/pencetak

Tahapan setelah proses fabrikasi komponen mesin selesai adalah proses perakitan dan pengecatan. Tahap tersebut adalah tahap akhir dari pembangunan mesin penghalus tanah dan pencetak bata merah khusus industri mikro. Hasil pembuatan mesin dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3 Hasil Pembuatan Mesin

3.7 Pengujian Mesin

Proses pencetakan bata dilakukan sebanyak 2 kali dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3: Hasil Pengujian Mesin

Percobaan	Waktu	Berat Produk (kg)
1	1,00 menit	2
2	1,03 menit	2
Rata – rata		2

Berdasarkan hasil percobaan di atas maka kapasitas dari mesin penghalus tanah dan pencetak bata merah khusus industri mikro adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{W}{t}$$

$$= \frac{120 \text{ unit}}{1 \text{ jam}}$$

$$= 120 \text{ unit/jam}$$

$$Q_{\text{per hari}} = 120 \times 8$$

$$= 960 \text{ unit/hari}$$

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa mesin dapat menghasilkan 960 unit bata merah dalam 1 hari dengan jam kerja selama 1 hari adalah 8 jam, yang berarti bahwa mesin yang telah dibangun sudah memenuhi target keberhasilan yaitu menghasilkan lebih dari 240 unit bata merah dalam waktu 1 hari dengan jam kerja selama 8 jam.

3.8 Penyusunan Anggaran Biaya

Anggaran biaya disini adalah jumlah biaya keseluruhan yang dikeluarkan untuk membangun mesin penghalus tanah dan pencetak bata merah

khusus industri mikro. Rincian biaya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4 Biaya Pembangunan Mesin

Biaya Pembelian Bahan Baku	Rp. 3.827.000,-
Biaya Pembelian Komponen	Rp. 3.040.500,-
Biaya Fabrikasi	Rp. 5.350.000,-
Total	Rp.12.217.500,-

Jadi biaya total dari proses pembangunan mesin pengaduk dan pencetak adonan gethuk pisang ini adalah Rp. 12.217.500,-

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pembuatan desain mesin menggunakan software Autodesk Fusion 360. Metode yang digunakan adalah metode Ulrich dengan membuat 3 konsep desain dengan kriteria yang ditetapkan, yaitu operasional, dimensi, manufaktur, harga dan perawatan. Dari ketiga konsep desain tersebut, dipilih konsep desain 1 sebagai konsep desain terpilih, yang kemudian menjadi acuan dalam membangun mesin pengaduk dan pencetak adonan gethuk pisang.
2. Pembuatan mesin diawali dengan perhitungan komponen elemen mesin dari konsep desain terpilih, selanjutnya membuat komponen yang membutuhkan proses fabrikasi sesuai konsep desain yang telah ditentukan. Biaya fabrikasi mesin meliputi biaya bahan baku, biaya pembelian komponen penunjang, dan biaya pembuatan adalah Rp. 6.491.500,00.
3. Berdasarkan pengujian mesin didapatkan hasil bahwa mesin dapat menghasilkan produk gethuk 31,74 kg dalam 1 jam yang melebihi target keberhasilan yaitu menghasilkan 30 kg gethuk dalam 1 jam.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Orang Tua penulis, yaitu Bapak Miftakhul Ulum, M.Pd. dan Ibu Sri Astutik, M.Pd, serta adik Jihan Labibah Hanifah serta seluruh keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan, perhatian, saran, serta mencukupi semua kebutuhan penulis. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Bapak George Endri Kusuma, S.T., M.Sc.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Bapak Pranowo Sidi, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur. Bapak Rizal Indrawan, S.ST., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur.

Bapak Fais Hamzah, S.T., M.T. dan Bapak Tri Andi Setiawan, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan dan nasihat. Seluruh Dosen dan Staf Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang memberikan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir. Seluruh teman mahasiswa Teknik Desain dan Manufaktur angkatan 2018 yang telah berjuang bersama - sama selama 4 tahun.

6. PUSTAKA

- [1] Darsin, M., Junus, S. dan Irawan, J.F. (2014). Rancang Bangun Mesin Pencetak Bata Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Paguyuban Pengrajin Bata Merah Kalisat Jember. **Jurnal Pengabdian Masyarakat**, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- [2] Khurmi, R. S., Gupta, J. K. (2005). *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House.
- [3] Sinugroho, G. (1978). **Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan NI-10**. Bandung: DPU dan Tenaga Listrik Dirjend Cipta Karya Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan. halaman 15
- [4] Sularso, & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [5] Ulrich, K.T., dan Epinge S.D. (2011). **Product Design and Development**, 5th Edition. New York: McGraw-Hill Education.