

ANALISA GAYA DAN KEKUATAN RANGKA MESIN BUBUT KAYU PADA INDUSTRI PEMBUATAN “STICK BILLYARD”

A. Walujodjati^{*)} dan Purnomo^{**)}

Abstrak

Mesin bubut kayu merupakan sebuah mesin yang cukup sederhana. Bagian -bagiannya yang paling utama adalah kepala tetap, kepala lepas, penahan - penahan dan unit tenaga penggerak. Dalam melakukan pembubutan diperlukan senter yang dipasangkan pada kepala lepas yang berguna untuk menyangga benda kerja yang panjang pada waktu pembubutan berlangsung. Analisa gaya dan kekuatan bahan dalam perencanaan mesin bubut kayu ini adalah bersifat pemeriksaan kekuatan dari bahan - bahan yang dipilih, dengan kajian kekuatan terhadap patah statis yang terdiri dari analisa kekuatan Bed, analisa kekuatan pendukung motor, analisa kekuatan penumpu dudukan motor belakang dan penumpu dudukan motor depan. Hasil dari analisa kekuatan menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi masih dibawah tegangan ijin sehingga mesin bubut kayu aman untuk dipakai.

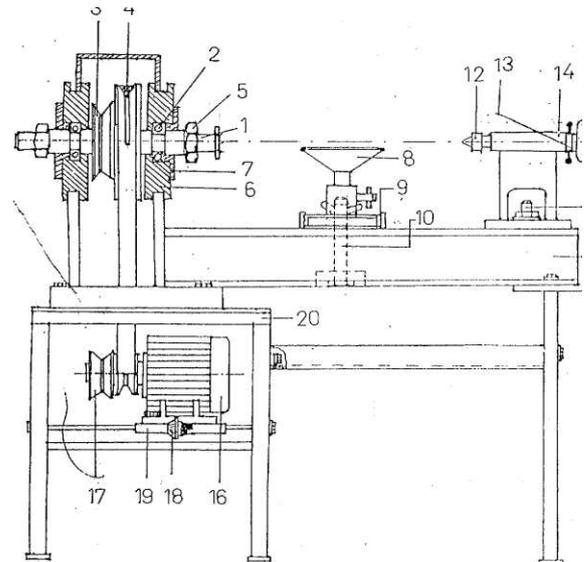
Kata kunci : analisa gaya, kekuatan, tegangan, mesin bubut kayu

Pendahuluan

Industri kecil pembuatan “stick billyard” pada umumnya menggunakan mesin bubut kayu sebagai alat bantu pembuatannya. Keuntungan dari penggunaan mesin bubut kayu ini adalah mempercepat proses produksi dibandingkan dengan pembuatan dengan menggunakan tangan (diampelas), sehingga hasil produksi menjadi lebih banyak dari pada pembuatan manual, karena industri kecil ini kewalahan dalam memenuhi pesanan “stick billyard” baik dari pasar domestik maupun pasar manca negara. Mesin bubut kayu inilah yang akan dianalisa kekuatan gaya dan rangka apakah aman dipakai atau tidak.

Mesin bubut kayu merupakan sebuah mesin yang cukup sederhana, bagian -bagiannya yang paling utama adalah kepala tetap, kepala lepas, penahan - penahan dan unit tenaga penggerak.

Pada mesin bubut yang terlihat bagian - bagian strukturalnya dibuat dari besi, dirancang sedemikian rupa menjadi sebuah mesin yang kokoh. Bentuk mesin ini memberikan keleluasaan kepada si pembubut untuk mengerjakan dengan baik benda - benda yang dihadapinya.



Gambar 1. Mesin Bubut Kayu

Keterangan :

1. Pencekal
2. Bantalan ball bearing
3. Puli pada kepala tetap
4. Sabuk (belt)
5. Mur pengaman
6. Kepala tetap
7. Flens
8. Pendukung pahat
9. Base
10. Baut pengunci base
11. Landasan (bed)
12. Senter spindel kepala lepas

^{*)} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

^{**)} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang

13. Pengunci sekerup daya
14. Body kepala lepas
15. Baut pengunci kepala lepas
16. Motor penggerak.
17. Puli pada _tor penggerak.
18. Pengatur ketegangan pllli motor.
19. Penyangga dudukan motor.
20. Meja mesin bubut kayu.
21. Hand wheel (roda tanean).

Bagian - Bagian Utama Mesin Bubut Kayu

a. Kepala Tetap dan Poros

Dalam mesin yang digambarkan, kepala tetap tercakup dalam sebuah dudukan dari besi yang memuat motor _ penggerak, saklar, sabuk mesin selaku alat pemutar paras, dan puli. Pada mesin bubut yang dipasang diatas bangku kerja, yaitu yang tidak dilengkapi dudukan berupa bentukan besi, kepala. tetap pada umumnya merupakan sebuah komponen yang dibautkan pada landasan.

Kepala tetap dibuat dari besi dan poros yang berputar dalam bantalan - bantalan peluru. Pada poros dipasangkan puli untuk meneruskan putaran motor kepada cekam. Pada pembubutan benda kerja yang berbentuk memanjang, seperti misalnya kaki meja dan kursi, jika perlu dapat ditusukkan ke dalam bermoncong empat dan pembubutan dapat dilakukan.

b. Landasan

Terdiri dari dua buah besi profil I, diberi lubang sepanjang landasan jatuhnya kayu buangan. Bagian atas dan muka - muka sisi dibentuk sedemikian rupa sehingga kepala lepas dan badan penahan perkakas dapat digeser di situ.

c. Kepala Lepas

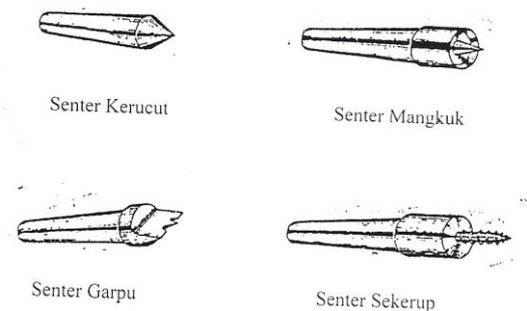
Terutama sekali digunakan untuk menyangga benda kerja pada senter. Unit kepala lepas dapat dikunci dimanapun sepanjang landasan dengan bantuan sekrup pengunci. Senter distel pada benda kerja dengan sebuah roda tangan dan ulir yang dapat menggerakkan poros ke depan dan kebelakang. Alat pengunci terdapat pula pada badan kepala lepas sehingga begitu ia diketatkan, paras tidak akan mengendur lagi.

d. Dudukan Penahan Perkakas dan Penahan Perkakas

Badan penahan perkakas dapat digerakkan sepanjang landasan dan dapat dikunci pada setiap tempat. Perangkat penguncinya sama dengan yang terdapat dalam kepala lepas.

Macam - Macam Senter

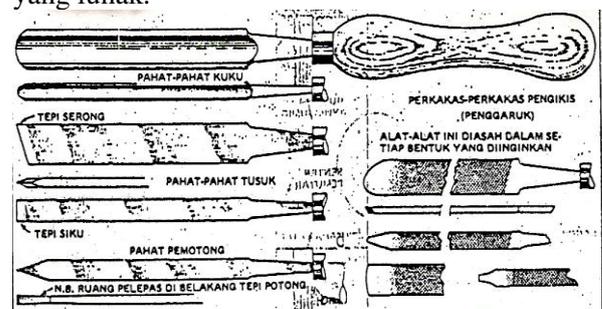
Dalam melakukan pembubutan diperlukan senter yang dipasangkan pada kepala lepas yang berguna untuk menyangga benda kerja yang panjang pada waktu pembubutan berlangsung. Macam dari senter kepala lepas diantaranya adalah senter kerucut dan senter mangkuk, senter garpu, senter sekerup.



Gambar 2. Macam - macam senter mesin bubut

Berbagai Perkakas

Dalam mengerjakan pekerjaan pembubutan menggunakan berbagai macam pahat kuku dan tusuk. Perkakas - perkakas ini digunakan sebagai alat pengelupas, sedangkan beberapa perkakas yang diberi bentuk - bentuk khusus digunakan untuk pengikis. Meskipun dengan perkakas mengikis ini dapat menghasilkan hampir segala macam bentukan, metode ini hendaknya hanya dipakai apabila pengelupasan dengan menggunakan pahat tusuk sedangkan pahat kuku sangat sulit dilakukan. Pengikisan ini merupakan suatu cara yang mudah untuk membentuk sesuatu karena pekerjaan ini tidak memerlukan keahlian khusus, Akan tetapi dalam banyak hal tidak mampu memberikan hasil yang memuaskan, khususnya pada kayu - kayu yang lunak.



Gambar 3. Macam - macam perkakas untuk membubut.

Perkakas - perkakas ini mencakup pahat kuku dalam ukuran – ukuran lebar dan lengkung yang berbeda - beda serta pahat tusuk yang kedua mukanya dimiringkan dengan tepi - tepi potong siku atau serong. Perkakas - perkakas pengikis dibuat dengan ujung muka rata diasah menurut bentuk lengkung yang diinginkan dan seringkali dibuat dari kikir rata yang sudah tidak dipakai lagi. Pahat kuku digunakan dalam menghilangkan gumpalan kayu buangan, menyiapkan bentukan kasar dan dalam membubut bentukan lengkung. Pahat tusuk digunakan untuk berbagai macam pengoperasian termasuk didalamnya sayatan - sayatan penyelesaian dan pembubutan model -model yang bersifat hiasan. Pahat kuku dan tusuk dibuat dalam ukuran- ukuran standar pahat yang biasa digunakan dibangku kerja, kelebihan kepanjangannya memungkinkan si pembubut melakukan gengaman kokoh dan perkakas dapat diarahkan lebih tepat.

Perhitungan Gaya dan Kekuatan Bahan

Perhitungan gaya dan kekuatan bahan dalam perencanaan mesin bubut kayu ini adalah bersifat pemeriksaan kekuatan dari bahan - bahan yang dipilih, dengan kajian kekuatan terhadap patah statis.

Adapun tegangan - tegangan ijin (σ_{zul}) untuk bahan tersebut adalah sebagai berikut :

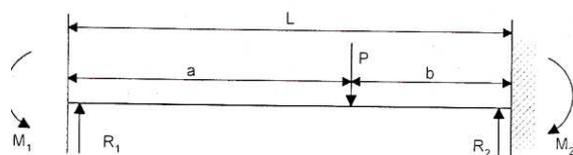
ST 37 :

$$\sigma_{zul} = \frac{k}{S.C_B} = \frac{\sigma_s}{S.C_B}$$

$$\sigma_{zul} = \frac{240}{1.5 \times 1} = 160 \text{ N/mm}^2$$

Hasil dan Pembahasan Kekuatan Rangka

Perhitungan Kekuatan Bed



Gambar 4. Diagram Benda Bebas Bed

Dengan

$$N = 0,25 \text{ Hp} = 0,25 \cdot 746 = 186,5 \text{ Watt}$$

$$n = 1400 \text{ rpm}$$

$$r = 0.1 \text{ m}$$

Didapatkan Momen torsi (M)

$$M = \frac{30 \text{ N}}{\pi \cdot n} = \frac{30 \times 186.5}{3.14 \times 1400} = 1.272 \text{ Nm}$$

Gaya pemotongan

$$f = \frac{M}{r} = \frac{1.272 \text{ N}}{0.1 \text{ m}} = 12.727 \text{ N}$$

Dengan volume kayu (V)

$$V = 20 \times 20 \times 75 = 30000 \text{ cm}^3$$

Dan kayu bangkirai dengan berat jenis kering udara maksimum 1.16 gram/cm³ (Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia, Departemen pekerjaan Umum, Jakarta, 1961, hal 40) sebagai referensi. didapat berat maksimum benda kerja (W)

$$\begin{aligned} W &= 30000 \cdot 1,16 \\ &= 34800 \text{ gram atau} \\ &= 34.2488 \text{ N} \end{aligned}$$

maka reaksi pada kepala lepas (R₂)

$$\begin{aligned} R_1 = R_2 &= \frac{W}{Z} = 170.6244 + 1200 \\ &= 1383.3514 \text{ n} \end{aligned}$$

Dengan demikian beban yang diterima oleh masing - masing batang (P) sebesar 691.67 N

Dengan panjang bed (L)

$$L = 1034 \text{ mm}$$

$$a = 904 \text{ mm}$$

$$b = 130 \text{ mm}$$

$$E_{ST-37} = 204 \text{ GP}_a$$

didapat :

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{Pb^2}{L^3} (3a + b) \\ &= \frac{691.67 \times 130^2}{1034^3} (3 \cdot 904 + 130) \\ &= 30,05 \text{ N} \end{aligned}$$

$$R_1 = \frac{Pb^2}{L^3} (3a + b)$$

$$= \frac{691.67 \times 130^2}{1034^3} (3.130 + 904)$$

$$= 661.62 \text{ N}$$

$$M_1 = \frac{Pb^2a}{L^2} = \frac{691.67 \times 130^2 \times 904}{1034^3}$$

$$= -9883.63 \text{ N}$$

$$M_2 = \frac{Pa^2b}{L^2} = \frac{691.67 \times 904^2 \times 130}{1034^3}$$

$$= -68729.25 \text{ Nmm}$$

Untuk $x = a$

$$M_1 = \frac{Pb^2}{L^3} [x(3a + b) - La]$$

$$= \frac{691.67 \times 130^2}{1034^3} [904(3 \times 130 + 940) - 1034 \times 130]$$

$$\sigma_b = \frac{M_b \cdot Y}{I}$$

dengan _

$$Y = 50 \text{ mm}$$

$$I = 171 \text{ cm}^4 = 1.71 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Didapat :

$$\sigma_b = \frac{68729.25 \times 50}{1.71 \cdot 10^6}$$

$$= 2,0086 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\sigma_b < \sigma_{zul}$ maka konstruksi bed dapat dipakai.

Perhitungan Kekuatan Pendukung Motor

Material pendukung motor adalah L 40 x 40 x 4 dan pelat ST - 37 5 mm dengan dimensi 88 x 3 mm. Perhitungan kekuatan didasarkan pada tegangan normal akibat momen lentur yang dapat ditanggung oleh pendukung motor.

Tegangan pada belt (F) akibat putaran yang dihasilkan oleh motor adalah :

$$F = \frac{M}{r}$$

Dimana

M = momen yang dihasilkan motor
= 1.272 N m

r = jari - jari puli = 38,5 mm = 0,0385 m

$$F = \frac{1.272}{0,0385} = 33.04 \text{ N}$$

Dengan berat motor (w) = 4.75 kg = 46.58 N

a = 140 mm

b = 348 mm

c = 12 mm

y = 11.2 mm

I = 4.48 cm⁴ = 4.48 x 10⁴ mm⁴

Didapatkan :

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_{BX} = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{Ay} + F + R_{BY} - w = 0$$

$$R_{Ay} + 33.04 + R_{BY} - 46.58 = 0$$

$$R_{Ay} + R_{BY} - 13,539 = 0$$

$$R_{Ay} + R_{BY} = 13,539 \text{ N}$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$R_{Ay} \cdot 0 + w \cdot 140 - F \cdot 260 - R_B \cdot 488 = 0$$

$$0 + 46,58 \cdot 140 - 33,04 \cdot 260 - 488 R_B = 0$$

$$-488 R_B = 8590,14 - 6520,99$$

$$R_B = \frac{206.15}{-488} = -4.240 \text{ N}$$

$$R_{Ay} + R_{BY} = 13,54$$

$$R_{Ay} = 13.54 + 4.24 = 17,3 \text{ N}$$

$$R_B = \frac{-M_c + a \cdot (w - F)}{L}$$

$$R_B = \frac{-M_c + 140 \cdot (46.58 - 33.04)}{488}$$

$$4.24 \times 488 = -M_c + 1985.53$$

$$2069.12 = -M_c + 1895.53$$

$$M_c = 2069,12 + 1895.53 = 3964,47 \cdot \text{Nmm}$$

$$\sigma_c = \frac{M_c \times Y}{I} = \frac{3964.47}{448 \cdot 10^6} = 0.99 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\sigma_c < \sigma_{zul}$ maka konstruksi pendukung motor aman untuk dipakai

Perhitungan Kekuatan Penumpu Dudukan Motor Penumpu Belakang

Beban pada penumpu belakang (F_A) adalah reaksi – reaksi dari dudukan motor. Tumpuan pada penumpu adalah rol sehingga dengan :

a = 150 mm
 b = 125mm
 $F_A = 55.17 \text{ N}$

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

dimana silinder ϕ 16 mm

$$I = \frac{3.14 \times 16^4}{64} = 3215.36 \text{ mm}^4$$

y = 8 mm

didapat :

$$R_1 = R_2 = F_A = 55.17 \text{ N}$$

Momen di X

M	M (X)
0	$R_A \cdot 0 = 0 \text{ Nmm}$
25	$R_A \cdot 25 = 55.17 \cdot 25 = 1379.25 \text{ Nmm}$
50	$R_A \cdot 50 = 55.17 \cdot 50 = 2758.5 \text{ Nmm}$
75	$R_A \cdot 75 = 55.17 \cdot 75 = 4137.75 \text{ Nmm}$
100	$R_A \cdot 100 - 55.17 \cdot 75 = 55.17 \cdot 25 = 1379.25 \text{ Nmm}$
125	$R_A \cdot 125 = 55.17 \cdot 125 = 6896.25 \text{ Nmm}$
150	$R_A \cdot 150 = 55.17 \cdot 150 = 8275.5 \text{ Nmm}$
175	$R_A \cdot 175 - F_A \cdot 25 = 55.17 \cdot 175 - 55.17 \cdot 25 = 8275.5 \text{ Nmm}$
200	$R_A \cdot 200 - F_A \cdot 50 = 55.17 \cdot 225 - 55.17 \cdot 75 = 8275.5 \text{ Nmm}$
225	$R_A \cdot 225 - F_A \cdot 75 = 55.17 \cdot 225 - 55.17 \cdot 100 = 8275.5 \text{ Nmm}$
250	$R_A \cdot 250 - F_A \cdot 100 = 55.17 \cdot 250 - 55.17 \cdot 75 = 8275.5 \text{ Nmm}$
275	$R_A \cdot 275 - F_A \cdot 25 = 55.17 \cdot 275 - 55.17 \cdot 125 = 8275.5 \text{ Nmm}$
300	$R_A \cdot 300 - F_A \cdot 150 - F_A \cdot 25 = 55.17 \cdot 300 - 55.17 \cdot 150 - 55.17 \cdot 25 = 6896.25 \text{ Nmm}$
325	$R_A \cdot 325 - F_A \cdot 175 - F_A \cdot 50 = 55.17 \cdot 300 - 55.17 \cdot 150 - 55.17 \cdot 50 = 55.17 \text{ Nmm}$
350	$R_A \cdot 350 - F_A \cdot 225 - F_A \cdot 100 = 55.17 \cdot 375 - 55.17 \cdot 225 - 55.17 \cdot 100 = 2758.5 \text{ Nmm}$
375	$R_A \cdot 375 - F_A \cdot 225 - F_A \cdot 100 = 55.17 \cdot 375 - 55.17 \cdot 225 - 55.17 \cdot 100 = 2758.5 \text{ Nmm}$

$$400 \quad R_A \cdot 400 - F_A \cdot 250 - F_A \cdot 125 = 55.17 \cdot 400 - 55.17 \cdot 250 - 55.17 \cdot 125 = 1379.25 \text{ Nmm}$$

$$425 \quad R_A \cdot 425 - F_A \cdot 275 - F_A \cdot 150 = 55.17 \cdot 425 - 55.17 \cdot 275 - 55.17 \cdot 150 = 0 \text{ Nmm}$$

$$M_{Max} = 8275.5 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_{MAX} \cdot Y}{I} = \frac{8275.5 \times 8}{3215.36}$$

$$= 20.590 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_b < \sigma_{zul}$ maka penumpu belakang aman untuk dipakai.

Penumpu depan

Beban pada penumpu depan adalah dari dudukan motor. Penumpu depan ditumpu jepit pada ujung - ujungnya sehingga dengan :

L = 500 mm

F = 51.08 N

Y = 11.2 mm

I = $4.48 \times 10^4 \text{ mm}^4$

$$R_1 = R_2 = \frac{F}{2} = \frac{51.08}{2} = 25.54 \text{ N}$$

$$M_1 = M_2 = \frac{F \cdot L}{8} = \frac{51.08 \times 500}{8} = 3192.5 \text{ Nmm}$$

$$M_B = \frac{F}{8} (4X - L), \text{ dimana } X = \frac{1}{2} L$$

$$M_B = \frac{51.08}{8} (4 \cdot 250 - 500) = 3192.5 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_B = \frac{M_B \cdot Y}{I}$$

$$= \frac{3192.5 \times 11.2}{4.48 \times 10^4} = 0.798 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\sigma_b < \sigma_{zul}$ maka konstruksi penumpu depan dapat dipakai.

Simpulan

Dari hasil analisa kekuatan Bed, analisa Kekuatan pendukung motor, analisa kekuatan penumpu dudukan motor belakang dan penumpu dudukan motor depan. analisa gaya dan kekuatan rangka mesin bubut kayu diatas dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan yang terjadi masih

dibawah tegangan ijin, sehingga mesin bubut ini aman untuk dipakai.

1. Daya 0,25 Hp atau 186,5 watt
2. Putaran motor 1400 rpm (n_1)
3. Putaran pada paras 673,42 rpm (n_2)
4. Tegangan ijin (σ_{zul}) St - 37 160 N/mm²
5. Momen torsi motor (M) = 1,172 Nm
6. Tegangan mengenai bed (σ_b) 2,0096 N/mm²
7. Tegangan yang mengenai konstruksi pendukung motor (σ_b) 0,991 N/mm²
8. Tegangan yang mengenai penumpu belakang dudukan motor (σ_b) 20,590 N/mm²
9. Tegangan yang mengenai penumpu depan dudukan motor (σ_b) 0,798 N/mm²

Saran

Pada mesin bubut ini hanya mempunyai satu tingkat kecepatan, hal ini dapat diatasi dengan mengganti tingkat kecepatan puli dengan puli yang mempunyai dua (2) tingkat kecepatan.

Daftar Pustaka

- Anonim. Peraturan Konstruksi Kayu. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta, 1961
- Bustraan, Daftar- Daftar Untuk Konstruksi Baja. Penerbit Parndya Paramita. Jakarta 1988.
- G. Niemann Elemen Mesin I, Penerbit Erlangga. Jakart_. 1986
- Joseph E. Shigley. Larry D.Mitchell, Perancangan Teknik Mesin. Jilid 2. Edisi ke 4. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986
- Love George. Teori dan Praktek Kerja Kayu, Edisi ke 4. Penerbit Erlangga. Jakarta . 1986
- William W. Seto. B.S. in M.E. M.S. Getaran Mekanis.. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1985.