

Rancang Bangun Mesin Bubut Untuk Servis Stik Biliar

Irgi Muhamd Fachrezi¹, Arjuna Pramudani Ali², Mulyadi³

Program Studi Teknik Mesin Politeknik Sukabumi

Jl. Babakan Sirna 25, Kota Sukabumi, Indonesia

Irgimuhamadfachrezi@gmail.com

arjunapramudaniali@gmail.com

mulyadimadiun68@gmail.com

Abstrak

Perawatan dan perbaikan stik biliar memerlukan ketelitian tinggi agar kualitas permainan tetap terjaga. Namun, proses servis stik biliar umumnya masih dilakukan secara manual sehingga hasilnya kurang presisi dan memerlukan waktu yang relatif lama. Penelitian ini bertujuan merancang mesin bubut khusus untuk servis stik biliar yang mampu meningkatkan efisiensi serta ketepatan dalam proses perbaikan. Metode yang digunakan adalah metode perancangan *French*, dengan tahapan meliputi identifikasi kebutuhan, analisis fungsi, perumusan konsep, hingga pemilihan komponen utama. Mesin ini dirancang menggunakan motor listrik berdaya 0,75 HP sebagai penggerak utama, dengan sistem transmisi sabuk tipe A sepanjang 23 inci, puli kecil berdiameter 38 mm, dan puli besar berdiameter 127 mm. Poros utama memiliki lubang 40 mm dengan diameter bore 30 mm. Hasil perancangan menunjukkan bahwa mesin bubut servis stik biliar mampu memenuhi kebutuhan perbaikan stik dengan konstruksi sederhana, biaya terjangkau, dan kemudahan dalam pengoperasian.

Kata kunci: Stik

I. PENDAHULUAN

Stik biliar merupakan salah satu komponen utama dalam permainan biliar yang sangat memengaruhi performa pemain. Seiring penggunaan yang intensif, stik biliar dapat mengalami berbagai permasalahan seperti keausan pada ujung (tip), ketidakseimbangan, atau deformasi pada batangnya. Oleh karena itu, diperlukan proses perawatan dan perbaikan secara berkala agar stik tetap dalam kondisi optimal.

Salah satu proses perawatan yang umum dilakukan adalah pembubutan untuk memperbaiki bentuk dan keseimbangan stik. Proses ini membutuhkan ketelitian tinggi untuk menjaga presisi ukuran dan simetri stik biliar. Saat ini, perbaikan stik biliar masih banyak dilakukan secara manual atau menggunakan mesin bubut konvensional yang kurang spesifik untuk pekerjaan ini. Hal ini sering kali mengakibatkan hasil yang kurang konsisten dan membutuhkan waktu yang lebih lama.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu inovasi dalam bentuk mesin bubut yang dirancang khusus untuk servis stik biliar. Mesin ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pembubutan, sehingga menghasilkan stik yang lebih presisi dan memiliki kualitas yang lebih baik.

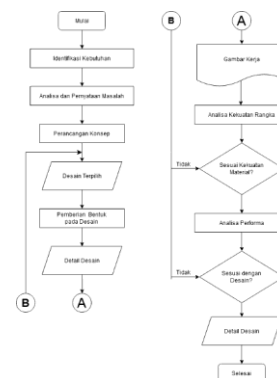
Perancangan mesin bubut untuk servis stik biliar ini bertujuan untuk menciptakan alat yang lebih ergonomis, efisien, serta mudah digunakan oleh teknisi maupun pengguna awam. Dengan adanya mesin ini,

diharapkan proses perbaikan stik biliar menjadi lebih cepat, akurat, dan ekonomis, serta dapat mendukung perkembangan industri peralatan biliar secara keseluruhan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis mesin bubut yang sesuai dengan kebutuhan servis stik biliar, baik dari segi desain, material, hingga mekanisme kerja yang optimal.

II. METODE PENELITIAN

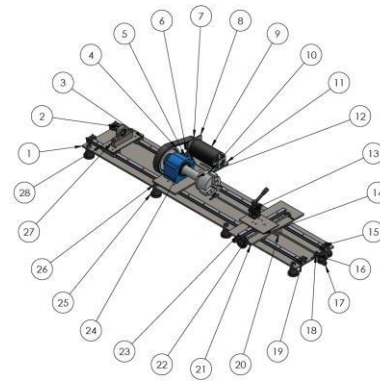
Diagram alir adalah suatu gambaran utama yang digunakan untuk dasar perancangan, ada beberapa tahapan dalam proses perancangan mesin bubut untuk servis stik biliar dengan menggunakan metode *French*.



Gambar 1 Diagram Alir

2.1 Konsep Perancangan

Pemilihan konsep rancangan dengan memberikan skor pada tiap-tiap konsep produk. Pada pemilihan konsep rancangan, tiap kriteria teknik diberi bobot berdasarkan dengan tingkat kepentingan. Semakin tinggi nilai bobot pada kriteria teknik, kriteria teknik tersebut mempunyai tingkat kepentingan lebih dibandingkan dengan kriteria teknik yang lain. Setiap rancangan konsep dibandingkan dengan rancangan referensi yang sudah ditetapkan dari konsep rancangan.



Gambar 2 Mesin Bubut



Gambar 3 Mesin Bubut

Table 1 Penilaian Konsep Rancangan

NO	KRITERIA	
1.	Ekonomis	1.1 Hemat daya
		1.2 murah biaya
2.	Operasional	2.1 Kontruksi sederhana
		2.2 mudah dioperasikan
3.	Perawatan	3.1 mudah di bersihkan
		3.2 komponen mudah dirawat
4.	Keamanan	4.1 aman dioperasikan
		4.2 Ramah lingkungan

Keterangan:

- | | |
|---|--|
| 1. Bed rangka | 15. Stopper reel |
| 2. Pillow block bearing dudukan stik | 16. Ash drat eratan bawah |
| 3. Bantalan reel | 17. Engkol |
| 4. Pulley besar | 18. Pillow block eratan |
| 5. Cover poros | 19. Reel utama |
| 6. Pulley kecil | 20. Rumah ash drat |
| 7. Sabuk V | 21. Dudukan bawah toolpost |
| 8. Dudukan dinamo | 22. Ash drat eratan atas |
| 9. Dinamo AC | 23. Reel toolpost |
| 10. Chuck | 24. Bearing/ bantalan |
| 11. Dudukan kepala tetap | 25. Kaki bed rangka |
| 12. Shaft spindle/ poros | 26. Mur kaki bed rangka |
| 13. Toolpost | 27. Peninggi pillow block dudukan stik |
| 14. Dudukan toolpost | 28. Dudukan stik |

Table 2 Pemilihan Konsep Rancangan

NO	KRITERIA		Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3
1.	Ekonomis	1.1 Hemat daya	6,6	8	6,7
		1.2 murah biaya	6,6	8,6	6,6
2.	Operasional	2.1 Kontruksi sederhana	6.7	8	6,6
		2.2 mudah dioperasikan	7.3	8,3	6,6
3.	Perawatan	3.1 mudah di bersihkan	6,7	8	7
		3.2 komponen mudah dirawat	6,6	8,6	6,6
4.	Keamanan	4.1 aman dioperasikan	6,7	9	7,3
		4.2 Ramah lingkungan	8	8,6	6
JUMLAH			53,4	67,1	55,2

2.2 Peralatan dan Bahan Perancangan

Tabel 3 Alat yang digunakan

NO	NAMA ALAT	JUMLAH
1.	Laptop	1pcs
2.	Software auto cad	1 apk
3.	Software auto desk	1 apk
4.	Pensil	1pcs
5.	Penggaris	1pcs
6.	penghapus	1pcs
7.	balpoin	1pcs

Dengan evaluasi yang dilakukan dengan matrix keputusan, maka konsep yang memiliki nilai tertinggi adalah konsep ke 2 dengan skor **67,1**. Berdasarkan hasil tersebut maka konsep 2 akan menjadi konsep terpilih untuk dikembangkan ketahap selanjutnya.

Tabel 4 Bahan yang digunakan

No	Komponen	SPESIFIKASI	JUMLAH
1	Rangka / Bed		
2	Reel & Bantalan		
3	Pulley		
4	Chuck / Collet		
5	Poros utama (spindle)		
6	Sabuk-V		
7	Bantalan (Bearing)		
8	Dudukan stik biliar		
9	Toolpost		
10	Motor listrik		

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan Motor/daya penggerak

Untuk menentukan besarnya daya mesin (P) yang diperlukan, maka dihitung terlebih dahulu torsi (T) yang digunakan persamaan berikut:

Diketahui:
F = F1 = 3,71 kg (Beban

chuck dan benda kerja)

F2 = 2,60 kg (Gaya pemotongan dari referensi) [3]

6,31 kg (Beban total F1 + F2)

L = 4 cm (Diameter shaft spindle)

r = 20 mm

T = ?

Jawab:

$$T = F \times L$$

$$T = 6,31 \text{ (kg)} \times 4 \text{ (cm)}$$

$$T = 25,24 \text{ Kg.cm} = 1,825 \text{ Lb.ft}$$

Setelah mengetahui besar torsi (T) yang dihasilkan, maka setelah itu bisa dihitung daya mesin, untuk daya mesin (P) digunakan persamaan rumus 2.2 yaitu:

Diketahui:

N = 1400 rpm (dari referensi [3])

T = 25,24 kg.cm = 1,825 Lb.ft

P = ?

Jawab :

$$P(\text{hp}) = \frac{N \times T}{5252} = \frac{1400 \text{ (rpm)} \times 1,825 \text{ (Lb.ft)}}{5252} = 0,486 \text{ hp}$$

$$P(\text{hp}) = 0,832 \text{ (hp)} \times 745,7 \text{ (Watt/hp)} = 362,7 \text{ Watt}$$

Setelah efisiensi transmisi sudah diketahui maka selanjutnya menghitung patokan daya dengan persamaan rumus 2.3 yaitu:

Diketahui:

Fc = daya normal (1,2)

P = 362,7 Watt = 0,3627 Kw

Pd = ?

Pd = Fc x P

Pd = 1,2 x 0,3627 (Kw)

Pd = 0,435 Kw = 0,583 Hp

Setelah diketahui hasil spesifikasi motor yang diperlukan, maka spesifikasi yang mendekati yaitu mengukukan motor listrik pada gambar 4.1.



Gambar 4 Motor Listrik

3.2 Pemilihan Poros

Setelah mengetahui besarnya torsi dan daya motor, maka selanjutnya menghitung poros, poros yang direncanakan adalah poros berlubang agar benda kerja dapat masuk kedalam poros, maka dapat dihitung dengan persamaan berikut:

Diketahui:

Daya motor = 0,75 Hp = 0,559 Kw

Kw

Putaran Motor n = 673 Rpm

Torsi dari motor = $T = \frac{9550 \times P \text{ (Kw)}}{n}$

$$T = \frac{9550 \times 0,559}{673} =$$

$$7,932 \text{ Nm} = 7932 \text{ Nmm}$$

Diameter poros di = 30 mm (ukuran rata-rata stik biliar)

Tegangan geser untuk poros berlubang

$$T = \tau \cdot d_o^4 (1 - K^4) \quad \text{dengan } K = \frac{d_i}{d_o}$$

$$T = \frac{16 \cdot T \cdot d_o}{\pi (d_o^4 - d_i^4)}$$

Tebal dinding dan hitungan, praktik manufaktur menyarankan tebal dinding $\geq 2 - 3 \text{ mm} = d_o = d_i + 2 \cdot t$

$$1) \text{ Tebal dinding } 2 \text{ mm} = d_o = 30 + 2 \cdot 2 = 34$$

$$K = \frac{30}{34} = 0,88235$$

$$T = \frac{16 \cdot 7932 \cdot 34}{\pi (34^4 - 30^4)} = 2,60957 \text{ Nmm}^2 =$$

$$(2,61 \text{ Mpa})$$

$$2) \text{ Tebal dinding } 3 \text{ mm} = d_o = 30 + 2 \cdot 3 = 36$$

$$K = \frac{30}{36} = 0,83333$$

$$T = \frac{16 \cdot 7932 \cdot 36}{\pi (36^4 - 30^4)} = 1,67235 \text{ Nmm}^2 =$$

$$(1,67 \text{ Mpa})$$

$$3) \text{ Tebal dinding } 5 \text{ mm} = d_o = 30 + 2 \cdot 5 = 40$$

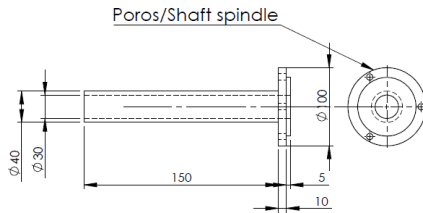
$$K = \frac{30}{40} = 0,75$$

$$T = \frac{16 \cdot 7932 \cdot 40}{\pi (40^4 - 30^4)} = 0,92337 \text{ Nmm}^2 =$$

$$(0,92 \text{ Mpa})$$

Untuk AISI 1045/baja konstruksi, tegangan geser ijin desain biasanya puluhan Mpa (40-60 N/mm²). Nilai T yang didapatkan untuk semua pilihan diatas Adalah kurang dari 3 N/mm², jauh lebih kecil daripada batas material. Artinya poros sangan aman bahkan dengan dinding paling tipis. Untuk perencanaan mesin bubut ini maka dipilih tebal dinding 5 mm atau dengan perbandingan 40

untuk diameter luar dan 30 untuk diameter dalam (40/30).



Gambar 5 Poros

3.3 Pemilihan Pasak

Untuk pasak digunakan pada motor listrik, dan untuk mengetahui dimensi pasak, dapat menggunakan persamaan berikut:

Diketahui :

$$L = \frac{\pi \times d^2}{8 \times b}$$

Bahan pasak = S40C.

$$\sigma_t = 324 \text{ Mpa (dari referensi)}$$

$$\tau = 135,56 \text{ (dari referensi)}$$

$$L = ?$$

Jawab :

Dikarenakan dalam tabel pasak standar untuk diameter 40 mm tidak ditemukan, maka dipakailah diameter diatas nya yaitu diameter 44 mm, dengan:

$$B : 14 \text{ mm}$$

$$T : 9 \text{ mm}$$

$$L = \frac{\pi \times d^2}{8 \times b} = \frac{\pi \times 44^2}{8 \times 14} = 54,2 \text{ mm}$$

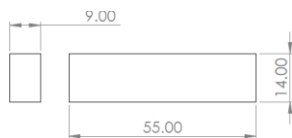
$$= 55 \text{ mm (dibulatkan)}$$

$$= 5,5 \text{ cm}$$

Setelah diketahui diketahui panjang dari pasak maka perlu Pengecekan kekuatan gesek dan kekuatan normal digunakan rumus persamaan berikut:

$$\frac{\text{kekuatan geser}}{\text{kekuatan normal}} = \frac{8 \times L \times b}{\pi \times d^2} = \frac{8 \times 5,5 \times 1,4}{\pi \times 44^2} = 0,01 \text{ cm}$$

Karena syarat keamanan adalah $\frac{\sigma}{\tau} < 2$, maka desain pasak dinyatakan AMAN



Gambar 6 Pasak

3.4 Pemilihan Bearing/Bantalan

Untuk merancang dan memilih bantalan yang tepat, bisa dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

Diketahui:

$$\text{Poros luar} = 40 \text{ mm (bore bantalan 40 mm)}$$

Poros berlubang = 30 mm (tidak mempengaruhi pilihan)

$$\text{Daya dan putaran motor} = 0,75 \text{ Hp} = 0,559 \text{ Kw} = 559,5 \text{ watt } 2250 \text{ Rpm}$$

$$\text{Torsi motor} = T = \frac{9550 \times P \text{ (Kw)}}{n}$$

$$T = \frac{9550 \times 0,559}{2250} = 2,372 \text{ Nm} = 2372 \text{ Nmm}$$

$$\text{Jari-jari kerja poros (poros diameter 40 mm)} = r = 20 \text{ mm}$$

K = 3 Untuk Ball bearing

$$\text{Gaya tengensial (radial) yang diasumsikan dipikul bantalan} = P \frac{T}{r}$$

$$P \frac{2372}{20} = 118,6 \text{ N}$$

Data bantalan 40 mm bore, dipilih bantalan 6208

Dimana: Bore d = 40 mm OD = 80 mm b = 18 mm

Basic dynamic load rating C = 32,5 KN = 32500 N

Menghitung umur bantalan L_{10}

Diketahui:

$$C = 32500 \text{ N}$$

$$P = 118,6 \text{ N}$$

$$n = 2250 \text{ Rpm}$$

Jawab:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^k$$

$$L_{10h} = \frac{10^6 \left(\frac{C}{P}\right)^k}{60 \cdot n}$$

$$\frac{C}{P} = \frac{32500}{118,6} = 274,03$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^k = (274,03)^3 = 2,0577 \times 10^7$$

$$L_{10} = 2,0577 \times 10^7 \text{ Juta putaran}$$

Umur dalam jam

$$L_{10h} = \frac{10^6 \left(\frac{C}{P}\right)^k}{60 \cdot n} = L_{10h} = \frac{10^6 \times 2,0577 \times 10^7}{60 \cdot 2250} = 1,5234 \times 10^8$$

Konversi ke tahun

$$1 \text{ tahun} = 365 \times 24 = 8760 \text{ jam}$$

$$L_{10h(\text{tahun})} = \frac{1,5234 \times 10^8}{8760} = 17,3 \text{ tahun}$$

Kesimpulannya bantalan memiliki kapasitas yang cocok dan akan bertahan selama bertahun-tahun menurut L_{10} dan menunjukkan beban yang SANGAT AMAN untuk bantalan standar 40 mm.

3.5 Pemilihan Puli

Setelah diketahui bantalan yang diperlukan selanjutnya untuk mengetahui diameter puli digunakan persamaan berikut:

$$d2 = \frac{n1 \cdot d1}{n2}$$

Dimana:

D2 = diameter puli yang digerakan dan yang direncanakan (mm)

D1 = diameter puli penggerak yang direncanakan (mm)

N1 = putaran motor yang ada dipasaran (rpm)

N2 = target kecepatan putaran yang diinginkan (rpm)

Diketahui:

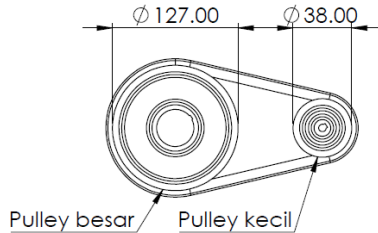
D2 = 127 (diameter puli yang digerakan dan yang direncanakan)

D1 = 38 mm (diameter puli penggerak yang direncanakan)
N1 = 2250 rpm (putaran motor yang ada dipasaran)
N2 = 700 (target kecepatan putaran yang diinginkan)

$$d2 = \frac{n1 \cdot d1}{n2} = \frac{2250(Rpm) \times 38(mm)}{127(mm)} = 673 Rpm$$

$$d2 = \frac{n1 \times d1}{n2} = \frac{2250(Rpm) \times 38(mm)}{673(Rpm)} = 127 mm$$

Sehingga dari hasil perhitungan didapatkan rasio perbandingan 1 : 3,34 dengan diameter puli penggerak 38 mm dan diameter puli yang digerakan 127 mm.



Gambar 7 Puli

3.6 Pemilihan Sabuk V

Setelah ditentukan diameter puli, selanjutnya menentukan jenis sabuk, panjang sabuk yang digunakan serta memilih tipe sabuk, dengan persamaan sebagai berikut:

Diketahui:

Daya motor (P) = 0,75 Hp

Putaran motor = 2250 Rpm

Maka dipilih sabuk V tipe A, untuk mengetahui panjang sabuk yang dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_p + d_p) + \frac{1}{4C}(D_p + D_p)^2$$

Dimana:

L = panjang sabuk (mm)

C = jarak antar sumbu poros (mm)

Diketahui:

Dp = 38 mm

Dp = 127 mm

C = 150 mm

Maka panjang sabuk V:

$$L = 2 \times 150 + \frac{\pi(38+127)}{2} + \frac{(38-127)^2}{4 \times 150}$$

$$= 572,38 = 572,4 \text{ (dibulatkan)}$$

Dari hasil perhitungan didapat 572,4 mm, maka didapatkan pada ukuran sabuk standar yang dipakai adalah sabuk tipe A dengan panjang 584 mm atau 23 inci (tabel panjang sabuk V standar) dilihat. Karena terdapat perbedaan antara perhitungan pemakaian sabuk, maka jarak antar sumbu dapat dikoreksi dengan persamaan berikut:

Diketahui:

L = 584

D = 127

d = 38

Maka:

$$584 = 2C + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4C} - L$$

$$584 = 2C + \frac{\pi}{2}(127 + 38) + \frac{(127-38)^2}{4C} - L$$

$$= 157,4 mm$$

Jarak antar sumbu poros = 158 mm (dibulatkan)

Jadi hasil perhitungan di atas didapatkan sabuk V tipe A dengan panjang sabuk 584 mm/23 inci, dengan jarak antar sumbu poros 158 mm.

3.7 Perancangan Rangka

Untuk menentukan dan menghitung rangka dan besi yang digunakan menggunakan persamaan berikut:

$$\tau_s = \frac{F}{T \cdot W}$$

τ_s = Tegangan gaya geser

F = Gaya normal

T = Tebal

W = Lebar

Diketahui:

Beban total = 70 kg (diasumsikan) untuk beban keseluruhan dari motor, puli, chuck, dan dudukan lainnya.

Sehingga : 70 kg = 154.3 (Lb)

Jawab:

τ_s = 25,380 (psi) dari referensi

F = 154.3 (lb)

W = 250 (mm) = 9.8 in

T : ?

$$t = \frac{154.3 (lb)}{2 \times 25,380(psi) \times 9,8(in)} = 0,31 in$$

$$= 7,87 mm$$

$$= 8 mm \text{ (dibulatkan)}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan ketebalan 7,87 mm maka digunakan besi plat S45C dengan ketebalan 1400 x 250 x 8 mm.

Setelah diketahui bahan dan ukuran rangka yang digunakan, selanjutnya kita hitung kekuatan rangka:

Beban total: 70 kg = 687 N

Dimensi plat: L = 1400 mm, b = 250 mm, h = 8 mm

Material: S45C = E = 210000 N/mm², σ_y = 343 Mpa

Maka:

Momen lentur maksimum

$$M = \frac{PL}{887 \times 1400} = 240345 Nmm$$

Momen inersia penampang (plat persegi

panjang)

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{250 \times 8^3}{12} = 10666,6667 mm^4$$

$$\text{Jarak ke serat luar } c = \frac{h}{2} = \frac{8}{2} = 4 mm$$

Tegangan lentur maksimum

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot c}{I} = \frac{240345 \times 4}{10666,6667} = 90,01 N/mm^2 = 90,01 Mpa$$

Bandingkan dengan yield S45C:

σ_y = 343 Mpa

Faktor keamanan terhadap leleh:

$$FOS = \frac{343}{90,01} = 3,81$$

Keesimpulan (kekuatan): secara kekuatan lentur, plat 8 mm dari S45C AMAN terhadap beban 70 kg (tegangan jauh di bawah yield, FOS = 3,8).

3.8 Perhitungan sambungan baut dan mur

Untuk menentukan sambungan baut dan mur dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut: Diketahui:

Beban total $m = 70$ kg (dihitung sebagai beban vertikal yang harus ditahan sambungan)

Jumlah baut $n = 4$ (direncanakan)

Material baut = kelas 8.8 (kekuatan Tarik = 800 MPa, tegangan leleh = 640 MPa)

Faktor keamanan (Sularso untuk mesin dengan getaran moderat) $SF = 3$

Tebal plat tempat baut $t = 8$ mm

Luas tarik efektif (table ISO, nilai umum) $M6 =$

$A_t = 20,1 \text{ mm}^2$, $M8 = A_t = 36,6 \text{ mm}^2$, $M10 =$

$A_t = 58,0 \text{ mm}^2$

Langkah dan perhitungan

Gaya total akibat berat

$70 \text{ kg} = 687 \text{ N}$

Faktor keamanan $SF = 3$

$F_{desain} = F_{total} \times SF = 681 \times 3 = 2061 \text{ N}$

Gaya per baut (4 baut direncanakan)

$F_{perbaut} = \frac{F_{desain}}{n} = \frac{2061}{4} = 515 \text{ N}$

Menghitung tegangan tarik pada baut

$\sigma = \frac{F_{desain}}{A_t}$

Hasil:

$\sigma = \frac{515}{20,1}$

$M6 = 25,62 \text{ MPa}$

$\sigma = \frac{515}{36,6}$

$M8 = 14,07 \text{ MPa}$

$\sigma = \frac{515}{58,0}$

$M10 = 8,88 \text{ MPa}$

Tegangan izin tarik (kasar)

$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_{ult}}{SF} = \frac{800}{3} = 266,7 \text{ MPa}$

Artinya semua pilihan (M6/M8/M10) jauh dibawah tegangan ijin tarik/AMAN.

3.9 Estimasi Biaya

Untuk pembuatan mesin bubut untuk servis stik biliar diperlukan estimasi biaya yang dibutuhkan dengan menyesuaikan harga dipasaran mengacu dengan komponen yang telah dikonsep dalam perencanaan yang telah dipilih seperti pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5 Estimasi biaya dan rekayasa

No	Nama Barang	Ukuran	Satuan	Harga	Jumlah
1	Plat S45C	5mm x 200mm x 80mm	1	Rp. 25.000	Rp. 25.000
2	Plat S45C	5mm x 150mm x 100mm	1	Rp. 22.000	Rp. 22.000
3	Plat S45C	8mm x 350mm x 150mm	1	Rp. 250.000	Rp. 250.000
4	Plat S45C	8mm x 1400mm x 250mm	1	Rp. 418.000	Rp. 418.000
5	Chuck	4 inci	1	Rp. 620.000	Rp. 620.000
6	Set reel eretan HGH20 dan 4pcs linear guide	140 cm	2	Rp. 1.282.000	Rp. 1.282.000
7	Linear guide HGH20		2	Rp. 179.600	Rp. 179.600
8	Reel eretan HGH15	20 cm	1	Rp. 67.260	Rp. 67.260
9	linear guide HGH15		1	Rp. 176.600	Rp. 176.600
10	Lead screw	8 x 700 mm	1	Rp. 60.000	Rp. 60.000
11	Adjustable handle		2	Rp. 25.500	Rp. 51.000
12	Lead screw	8 x 300 mm	1	Rp. 23.730	Rp. 23.730
13	Lead screw nut	8 mm	2	Rp. 6.920	Rp. 13.840
14	Conversion blok bracket	8 mm	2	Rp. 22.220	Rp. 44.440
15	Hand wheel		1	Rp. 47.040	Rp. 47.040
16	Pillow block KP08	bore 8 mm	4	Rp. 10.000	Rp. 40.000
17	Pillow block KP004	bore 20 mm	1	Rp. 25.300	Rp. 25.300
18	Dudukan poros mount spindle		1	Rp. 227.100	Rp. 227.100
19	Poros/shaft spindle	25 cm x 4 cm x 3 cm	1	Rp. 240.000	Rp. 240.000
20	Mur locknut AN08		1	Rp. 14.800	Rp. 14.800
21	Ring mur washer AS1108	40mm	1	Rp. 12.400	Rp. 12.400
22	Stopper reel guide		1	Rp. 31.200	Rp. 31.200
23	Adjuster kaki meja M12		8	Rp. 56.000	Rp. 56.000
24	Motor listrik	550watt, 2250 Rpm	1	Rp. 800.000	Rp. 800.000
25	Pulley A	5 inci	1	Rp. 100.000	Rp. 100.000
26	Pulley A	1.5 inci	1	Rp. 50.000	Rp. 50.000
27	V-belt	Tipe A	1	Rp. 30.000	Rp. 30.000
28	Bearing 6208 CCKW33		2	Rp. 50.000	Rp. 100.000
29	Adapter sleeve bearing H 309		2	Rp. 15.000	Rp. 30.000
30	Steker Saklar	Standar	1 Pcs	Rp. 10.000	Rp. 10.000
31	Kabel	3 m	1 Pcs	Rp. 8.000	Rp. 24.000
32	Tiner	1 L	1 Kaleng	Rp. 40.000	Rp. 40.000
33	Cat	1 L	1 Kaleng	Rp. 60.000	Rp. 60.000
34	Besi pejal	4 inci	1	Rp. 200.000	Rp. 200.000
TOTAL HARGA BAHAN					Rp. 5.156.270

JUMLAH HARGA BAHAN	Rp. 5.156.270
RP. UPAH JASA KERJA	Rp. 1.000.000
TOTAL BIAYA	Rp. 6.156.270

Maka, dari hasil total estimasi biaya rancangan mesin bubut untuk servis stik biliar ini didapatkan kurang lebih dikisaran **RP. 6.156.270** untuk membeli alat, bahan dan jasa pembuatan mesin bubut untuk servis stik biliar, biaya tersebut sewaktu-waktu bisa berubah tergantung harga material dipasaran.

Harga ditetapkan berdasarkan biaya-biaya yang dikeluarkan dan ditambahkan keuntungan atau laba yang direncanakan, berikut ini adalah rinciannya:

$$\text{Rp. } 6.156.270 \times \frac{20}{100} = \text{Rp. } 1.231.254 \text{ jadi}$$

$$\text{Rp. } 6.156.270 + \text{Rp. } 1.231.254 = \text{Rp. } 7.387.524$$

sehingga dapat diketahui harga jual pada mesin ini berkisar Rp. 7.387.524.

3.10 Estimasi biaya proses

Untuk servis stik biliar secara manual dengan 1 orang operator membutuhkan waktu rata-rata 2 jam per stik. Artinya dalam 1 hari kerja (8 jam), hanya dapat menyelesaikan 4 stik.

Kekurangan metode manual adalah biaya operator tetap besar per bulannya, sementara jumlah produksi terbatas. Selain itu, hasil pengerjaan manual cenderung tidak konsisten karena faktor kelelahan operator.

Diperkirakan biaya proses menggunakan tenaga manual 1 orang adalah sebagai berikut:

Tabel 6 Biaya proses manual

No	Biaya proses servis	Jumlah	Spesifikasi	Upah perhari	Upah perbulan
1	Biaya tenaga kerja	1 Orang	Rp 100.000/hari × 26	Rp 100.000	Rp 2.600.000
2	Bahan habis pakai	Rp 15.000/stik	4 stik/hari × 26 hari = 104 stik	-	Rp 1.560.000
3	Biaya tak terduga	-	-	-	Rp 200.000
Jumlah					Rp 4.360.000

Kapasitas manual: 4 stik/hari = 104 stik/bulan.
Biaya rata-rata per stik: $\text{Rp } 4.360.000 \div 104 = \text{Rp } 41.923 / \text{ stik}$.

Untuk servis stik biliar secara otomatis dengan mesin bubut servis stik biliar, 1 orang operator sudah cukup untuk mengoperasikan mesin. Waktu pengerjaan lebih cepat dan konsisten, yaitu rata-rata 1 jam per stik. Dengan demikian dalam 1 hari kerja (8 jam), dapat diselesaikan 8 stik atau 208 stik per bulan.

Selain itu, mesin membutuhkan biaya listrik dan perawatan, tetapi tetap lebih efisien dibanding manual karena biaya per stik lebih rendah.

Tabel 7 Biaya proses menggunakan mesin

No	Biaya proses servis	Spesifikasi	Upah perhari	Upah perbulan
1	Biaya Listrik	Motor 0,56 kW/jam × 8 jam/hari = 4,48 kWh/hari	Rp 840/jam Rp 6.720/hari	Rp 174.720
2	Biaya tenaga kerja	Rp 100.000/hari × 26 hari	Rp 100.000	Rp 2.600.000
3	Bahan habis pakai	Rp 15.000/stik × 208 stik/bulan	-	Rp 3.120.000
4	Biaya perawatan mesin	Grease, oli, pelumasan, estimasi per bulan	-	Rp 600.000
Jumlah			Rp 106.720	Rp 6.494.720

Kapasitas mesin: 8 stik/hari = 208 stik/bulan.

Biaya rata-rata per stik: $\text{Rp } 6.494.720 \div 208 = \text{Rp } 31.225 / \text{ stik}$.

Kesimpulan perbandingan waktu dan biaya:

1. Manual (1 operator) → Kapasitas 104 stik/bulan, biaya Rp 41.923/stik.
2. Mesin (1 operator) → Kapasitas 208 stik/bulan, biaya Rp 31.225/stik.
3. Mesin memberikan produktivitas 2 kali lipat dengan biaya per stik lebih rendah ± Rp 10.700/stik.
4. Mesin lebih konsisten dalam kualitas hasil servis dan dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia.

3.11 Pembuatan Dan Perakitan

3.11.1 Proses Pengukuran Bahan

Proses pengukuran bahan ini merupakan tahap ketiga dari proses pembuatan mesin bubut servis stik biliar sesuai dengan yang ada pada gambar diagram alir. Dalam proses pengukuran bahan ini, bahan diukur sesuai dengan ukuran pada gambar kerja (desain gambar) kemudian dipotong menggunakan mesin gerinda potong. Berikut ini adalah peralatan pengukuran yang digunakan dalam proses pembuatan mesin bubut servis stik biliar diantaranya adalah:

1. Mistar baja
2. Varnier caliver
3. Penggores
4. Penitik

3.11.2 Proses Pengeboran

3.11.3 Proses Pengetapan

3.11.4 Proses Milling/frais

3.11.5 Proses Pengecetan





3.11.6 Proses Perakitan

3.11.7 Hasil Pengujian

Pengujian mesin bubut untuk servis stik biliar ini dimaksudkan untuk menguji kinerja mesin dan

mengetahui waktu serta tingkat ketelitian proses pembubutan yang ideal pada mesin bubut servis stik biliar.

Tabel 8 Hasil Pengujian

No	Pengujian	Sebelum	Sesudah
1	Proses Pergantian ferrule Sekaligus Tip		
2	Proses Pergantian Tip		

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan mesin bubut untuk servis stik biliar, diperoleh bahwa mesin ini menggunakan motor penggerak dengan kecepatan 2250 rpm dan daya 0,75 HP, poros berlubang berbahan AISI 1045 berdiameter luar 40 mm dan diameter dalam 30 mm, serta pasak berukuran $14 \times 9 \times 55$ mm dari material S40C. Sistem penumpu menggunakan bantalan tipe 6208, sedangkan transmisi daya memanfaatkan pulley aluminium dengan rasio 1:3,34 dan sabuk tipe V-belt A sepanjang 584 mm. Rangka mesin dibuat dari plat besi S45C berukuran $1400 \times 250 \times 8$ mm. Total estimasi biaya pembuatan mesin mencapai Rp 6.156.270.

Untuk meningkatkan kualitas dan kinerja mesin, beberapa penyempurnaan direkomendasikan. Bagi pembuat, proses pembuatan harus mengacu pada hasil rancangan serta menerapkan prosedur keselamatan seperti penggunaan helm, kaca mata kerja, sepatu safety, sarung tangan, dan ear protection sesuai SOP. Bagi perancang, pengembangan mesin selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan sistem pengatur kecepatan (variable speed), sistem penghisap serbuk otomatis, peningkatan fitur keselamatan seperti pelindung pahat dan emergency stop, serta perbaikan desain agar lebih ergonomis dan mudah dipindahkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam proses penelitian dan penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan berharga selama penelitian berlangsung. Penulis juga berterima kasih kepada rekan-rekan satu angkatan Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Sukabumi yang turut membantu dalam proses pengumpulan data, diskusi, serta penggunaan fasilitas penelitian. Tidak lupa, apresiasi

diberikan kepada pihak Bengkel dan Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Sukabumi yang telah menyediakan fasilitas dan peralatan yang diperlukan sehingga penelitian mengenai perancangan mesin bubut untuk servis stik biliar dapat terlaksana dengan baik.

REFERENSI

1. Taufiqur Rohman, 2019 "Perencanaan Mesin Bubut Kayu Konvensional Untuk Kebutuhan *Home Industry*".
2. Walujodjati, Purnomo, 2005 "Analisa Gaya Dan Kekuatan Rangka Mesin Bubut Kayu Pada Industri Pembuatan *Stick Bilyard*".
3. Imam Romdoni Nawawi, 2016, "Perencanaan Dan Pembuatan Mesin Bubut Kayu Dalam Mempercepat Proses Produksi".
4. Harsokoesoemo H, 2004, Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk). Bandung: ITB.
5. Yogaswara Eka, 2008, Mesin Bubut Konvensional dan Cnc. Amirco
6. https://chatgpt.com/s/_68e06039271881919bccd42718cfa356 Bahan-bahan stik billiard, dikases pada 11 Juni 2025.
7. <https://askarteknik.co.id/pengertian-logam-ferro-dan-non-ferro/> Pengertian logam ferro dan non ferro, diakses pada 11 Juni 2025.
8. <https://id.wikipedia.org/wiki/Motor-listrik/> Motor listrik. diakses pada 11 Juni 2025.
9. Sularso 2008, dasar perencaan dan pemilihan Elemen mesin: sularso 2008
10. Ir.zainudin achamad, (2006) rumus komponen mesin dalam Elemen mesin I refika aditama.
11. Daryanto, 2019, Teknik Las. Alfabet.
12. <https://teknik-otomotif.com/2018/04/macam-macam-baut-dan-mur/> Macam macam baut dan mur, diakses pada 11 Juni 2025.
13. Marta, Fidril, Drs. Modul Gambar Teknik Mesin AutoCad 2000.