

RANCANG BANGUN ALAT CUTTING BOTOL KACA

I Gusti Ngurah Ardana

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali Bukit Jimbaran,
PO Box 1064 Tuban Badung Bali
Phone: 0361 701981, Fax: 0361 70128
e-mail: ardanangurah@yahoo.co.id

Abstrak: Minuman keras sampai saat ini masih banyak dikonsumsi baik wanita maupun pria, yang berdampak semakin banyak limbah dari botol kaca yang dibuang percuma, maka kebutuhan akan gelas wadah minuman keras akan semakin meningkat. Untuk memfungsikan kembali botol yang dibuang maka dirancang alat untuk memotong botol kaca dimana alat tersebut digerakkan secara manual. Spesifikasi alat *cutting* botol kaca ini adalah dengan dimensi ukuran panjang rangka 880 mm, lebar 200 mm, dan tinggi 240 mm. Rancang bangun alat *cutting* botol kaca ini menggunakan penggerak berupa *spindle* yang terbuat dari bahan besi pejal dengan diameter 15 mm, yang digerakkan secara manual dan pisau pemotong menggunakan pisau kaca merk Toyo Japan TC-30 dengan panjang 174 mm kapasitas potongnya 1,6 mm, juga menggunakan *chuck* rahang tiga dengan panjang rahang penjepit 115 mm sebagai pencekam botol kaca. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pemotongan dengan menggunakan alat ini adalah rata-rata 3,35 menit untuk botol bir bintang besar dan 4,2 menit untuk botol absolut vodka.

Kata kunci: Minuman keras, Botol kaca, Gelas

Abstract: Being widely consumed both women and men, liquor contributes much waste from its used glass bottles thrown un accordingly The case also leads in high needs for glass container, To refuction the waste bottle, a bottle cutting device is created. The device is generated manually. It is 880 mm long, 220 mm wide and 240 mm high. It is generated with spindle which is made of ductile iron with 15 mm diameter. Driven manually, it is completed with cutting knife using glass knife branded Toyo Japan TC-30. The knife is 174 mm long with cutting capacity of 1,6 mm. Its also uses three-jaw-chuck whose pin is 115 mm long to hold the bottle. Cutting process took 3.35 minutes for a big beer bottle, and 4.2 minutes for of Absolute vodka bottle.

Keywords: liquor, glass bottles, glass.

1. PENDAHULUAN,

Budaya minum-minuman keras memang sudah ada sejak dulu, tidak hanya di Bali, di Indonesia, bahkan di seluruh belahan dunia mengenal apa yang disebut dengan minuman keras. seperti anggur (*wine*), *wiskhy*, *tequila*, *bourbon*, *sake* dan lain-lain.

Berbagai jenis minuman keras dikemas dalam botol plastik dan kaca dalam berbagai bentuk sehingga memudahkan dalam hal penjualan serta penyajiannya yang praktis. Karena banyaknya produk minuman keras dalam kemasan yang diproduksi dan dikonsumsi sehingga menimbulkan masalah sampah dari kemasan minuman tersebut. Sampai saat ini sampah merupakan masalah serius di negeri ini, terutama di kota-kota besar dengan jumlah penduduk yang melebihi batas. Semakin banyaknya penggunaan botol plastik dan botol kaca, maka semakin banyak juga sampah botol plastik dan kaca yang akan mencemari lingkungan dan menimbulkan berbagai macam penyakit. Dengan teknologi tepat guna, sampah botol minuman keras yang tadinya menjadi masalah sebagai barang buangan, kotor, berbau, menimbulkan penyakit dan mencemari lingkungan dapat menjadi barang yang bisa dimanfaatkan dengan mendaur ulang lagi sampah yang ada menjadi barang yang lebih bermanfaat.

Untuk mengalih fungsikan botol kaca yang terbuang maka didesain dan dirancang bangun alat pemotong botol kaca untuk bahan gelas oleh seorang mahasiswa alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali yang bernama Bagus Surya Hadiwinata membuat rancang bangun alat pemotong botol kaca untuk bahan gelas. Namun pada alat tersebut masih terdapat kekurangan yaitu pada bagianudukan botol kaca yang hanya menggunakan 4 buah *roller* sebagai bantalan pada saat botol diputar menggunakan tangan sehingga kurang efisien dalam proses pemotongan dan goresan dari pisau pemotong menjadi tidak beralur dan segaris

Berdasarkan permasalahan tersebut maka timbul ide untuk membuat rancang bangun alat *cutting* botol kaca dengan menggunakan *chuck* rahang tiga pada alat ini diharapkan dapat mengatasi masalah pada alat sebelumnya dan dapat mengurangi limbah dari sampah botol kaca minuman keras dengan memotong botol tersebut menjadi 2 bagian dan potongan dari alas botol kaca tersebut dapat dijadikan sebagai gelas atau wadah untuk minuman keras, selain itu alat ini juga diharapkan dapat membantu para penduduk lokal yang memiliki usaha bar atau *café* dalam menekan anggaran biaya untuk pembelian gelas-gelas yang digunakan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Konsep Desain

Dalam rancang bangun alat *cutting* botol kaca ini telah dilakukan *survey* serta mempelajari masalah dan kekurangan yang ada pada alat sebelumnya dan mencari solusi dalam bentuk sebuah konsep ide baru, yaitu untuk melakukan perubahan pada pemegang botol kaca pada saat diputar yang pada alat sebelumnya menggunakan dudukan 4 buah *roller* menjadi *chuck* rahang tiga sebagai pemegang botol kaca yang bertujuan agar meningkatkan kinerja alat yang sudah ada dalam hal ini Rancang Bangun Alat Pemotong Botol Kaca Untuk Bahan Gelas milik Bagus Surya Hadiwinata yang sudah dapat dipergunakan namun belum di maksimalkan. Belum maksimalnya alat tersebut seperti pada proses pemotongan botol kaca masih diputar dengan cara memegang botol dengan tangan sehingga goresan dari pisau pemotong menjadi tidak segaris dan waktu yang dibutuhkan dalam sekali proses pemotongan yang cukup lama (5 menit). Konsep dasar dari rancang bangun alat *cutting* botol kaca ini adalah memanfaatkan gerak putar (rotasi) dari *chuck* rahang tiga yang akan memutar botol kaca sehingga mata pisau dari pemotong kaca dapat menggores permukaan botol kaca dengan cara ditekan dan setelah itu garis goresan tadi akan dipanasi oleh nyala api lilin kemudian botol kaca direndam di dalam air es.

2.2 Model Rancangan

Rancang bangun alat *cutting* botol kaca ini menggunakan sistem pemotongan yang sama dengan alat yang telah dirancang sebelumnya. Alat ini bekerja dengan menggunakan cekam (*chuck*) rahang tiga untuk menjepit alas botol kaca dan *centre* lepas untuk menahan ujung botol kaca saat berputar sehingga diharapkan goresan dari pisau pemotong menjadi segaris yang akan memudahkan proses selanjutnya untuk memotong botol kaca tersebut menjadi sebuah bahan untuk pembuatan gelas. Di sisi lain perubahan pada rangka pemegang pisau pemotong juga dilakukan yaitu dengan menerapkan sistem *sleeding* sehingga pisau pemotong dapat bergerak untuk mencapai titik potong yang diinginkan.

2.3 Tahapan/Prosedur Pelaksanaan

Tahapan pembuatan rancang bangun alat *cutting* botol kaca ini terdiri dari beberapa tahapan. Pertama menentukan kebutuhan serta penggunaan alat sesuai dengan hasil *survey* di lapangan, Kemudian menentukan konsep desain alat yang sesuai dengan kebutuhan dan kegunaannya. Kemudian menentukan perhitungan beban sehingga dapat menentukan pemilihan bahan yang sesuai dan efisien. Setelah mendapatkan konsep dan pemilihan bahan kemudian dituangkan dalam gambar kerja untuk mewujudkan konsep desain yang dibuat. Tahap berikutnya adalah pengadaan bahan sesuai dengan kebutuhan alat yang akan dibuat. Pembuatan komponen dilakukan agar komponen yang akan dibuat sesuai dengan kebutuhan

dari alat. Setelah gambar kerja, bahan dan komponen sesuai, tahap berikutnya adalah perakitan sesuai gambar kerja dan penyelesaiannya.

Setelah alat selesai dibuat dilakukan langkah pengujian kualitas alat. Jika hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan tujuan maka harus diulang dari tahap perhitungan bahan. Jika hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan tujuan maka redesain alat *cutting* botol kaca selesai dibuat.

2.4 Alat dan Bahan yang Dibutuhkan

Dalam perencanaan rancang bangun alat *cutting* botol kaca ini dibutuhkan beberapa alat dan bahan yang menunjang proses pembuatan. Adapun alat dan bahannya adalah sebagai berikut:

2.4.1 Alat

Alat yang dibutuhkan dalam tahapan proses membuat/mewujudkan rancang bangun alat *cutting* botol kaca adalah sebagai berikut:

- Mesin bubut, untuk membubut rahang pada *chuck*.
- Mesin las, untuk penyambungan dalam proses pembuatan rangka.
- Mesin gerinda, untuk memotong bahan dan menghaluskan bagian yang dilas.
- Mesin bor, untuk melubangi plat dan rangka.
- Mesin kompresor, untuk menyemprotkan udara bertekanan dalam proses pengecatan.
- Beberapa jenis alat ukur seperti jangka sorong, mistar baja, meteran, siku-siku, untuk mengukur panjang, diameter, serta kelurusan benda yang diukur.
- Alat penggores, untuk menggores plat ataupun besi yang telah ditandai.
- Cekam (*Chuck*) rahang tiga, sebagai alat untuk memegang/menjepit botol kaca.

2.4.2 Bahan

Bahan yang diperlukan dalam proses membuat/mewujudkan rancang bangun alat *cutting* botol kaca adalah sebagai berikut:

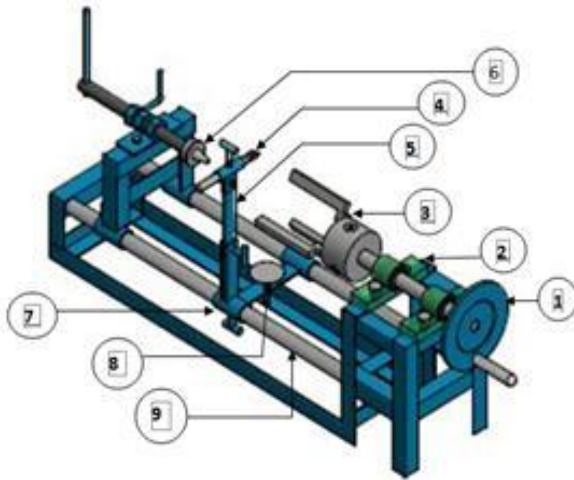
- Besi pejal dengan diameter 24,5mm, digunakan untuk bahan pembuatan poros *sleeding*, dan poros pada cekam (*chuck*) rahang tiga.
- Bantalan, digunakan untuk memegang poros dan *centre* lepas agar dapat mempermudah *maintenance* peralatan yang berputar.
- Karet spon, digunakan untuk melapisi rahang *chuck* dan ujung *centre* lepas.
- Besi siku, digunakan sebagai rangka pada alat.
- Mur dan baut, digunakan sebagai pengikat/pengencang rangka serta komponen-komponen pada alat.
- Pisau pemotong kaca merk Toyo Japan TC-30 dengan spesifikasi : Panjang 174 mm, Kapasitas potong 1,6 mm, dan buatan Japan, digunakan untuk menggores permukaan botol kaca yang akan dipotong.

Alat dan bahan yang disebutkan belum dalam proses perencanaan perhitungan masih berupa estimasi dan secara rinci akan di dapat setelah melakukan proses perencanaan perhitungan beban, pemilihan bahan, dan pertimbangan di lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Rancangan

Berikut ini adalah gambar rancang bangun alat *cutting* botol kaca



Gambar 1. Desain Rancangan Alat *Cutting* Botol Kaca

Keterangan gambar,

- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| 1. Spindle | 6. Centre putar |
| 2. Bantalan <i>pillow block</i> | 7. Bushing sleeding |
| 3. <i>Chuck</i> rahang tiga | 8. Dudukan lilin |
| 4. Pisau pemotong | 9. Poros sleeding |
| 5. Pemegang pisau pemotong | |

Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari alat *cutting* botol kaca ini adalah putaran dari *spindle* akan diteruskan ke *chuck* rahang tiga melalui poros yang akan memutar botol kaca yang telah dicekam oleh *chuck* rahang tiga. Selanjutnya untuk proses penggoresan dilakukan dengan cara menekan pisau pemotong sehingga mata pisau dapat menggores permukaan dari botol kaca. Setelah itu dilakukan proses pemanasan dengan nyala api lilin pada garis goresan di permukaan botol kaca dan setelah itu garis goresan yang telah dipanaskan direndam dalam air es, maka botol dengan mudah terpotong.

3.2 Perhitungan Kekuatan Bahan

Perencanaan alat *cutting* botol kaca ini ditekankan pada konsep perencanaan yang berkaitan tentang perhitungan-perhitungan penggunaan elemen atau bagian alat yang dijabarkan dalam bentuk penyelesaian rumus-rumus.

Untuk mengetahui gaya / beban yang bekerja pada alat ini digunakan hitungan :

Tabel 1. Uji coba tekanan pada pisau pemotong

No.	Besar gaya tekan yang diberikan (kg)	Hasil penggoresan/garitan
1	0,71	Tergores dengan baik
2	0,50	Kurang tergores
3	0,60	Tergores
4	0,30	Tidak tergores

a. Beban pada pisau pemotong (F1)

$$F_1 = m \times g \text{ (N)} \dots\dots\dots(2.10 ; 26)$$

$$F_1 = 0,71 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_1 = 6,96 \text{ N}$$

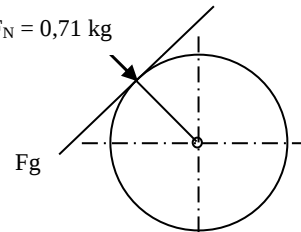
dimana:

F_1 = beban pada mata pisau (N)

m = gaya pada mata pisau didapat dari hasil percobaan didapat rata-rata 0,71 kg (Tabel 4.1)

g = gravitasi (m/s^2)

$$F_N = 0,71 \text{ kg}$$



Gaya gesek (F_g) dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$F_g = \mu \cdot N$$

$$= 0,53 \cdot 0,71 \text{ kg}$$

$$= 0,53 \cdot 6,96 \text{ N}$$

$$= 3,68 \text{ N}$$

b. Beban pada *chuck* rahang tiga (F2)

$$F_2 = m_c \times g \text{ (N)} \dots\dots\dots(2.10 ; 26)$$

$$F_2 = 2,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

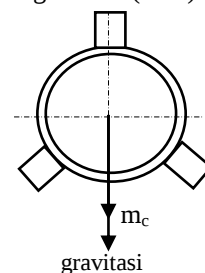
$$F_2 = 24,52 \text{ N}$$

dimana:

F_2 = beban pada *chuck* rahang tiga (N)

m_c = massa dari *chuck* rahang tiga + botol kaca (didapat dengan cara ditimbang)

g = gravitasi (m/s^2)



c. Beban pada *spindle* (F3)

$$F_3 = m_s \times g \text{ (N)} \dots\dots\dots(2.10 ; 26)$$

$$F_3 = 1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_3 = 9,81 \text{ N}$$

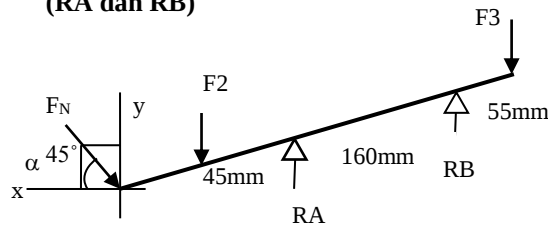
dimana:

F_3 = beban pada *spindle* (N)

m_s = massa dari *spindle* (didapat dengan cara ditimbang)

g = gravitasi (m/s^2)

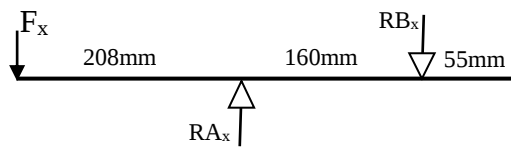
d. Menghitung beban pada bantalan pillow block (RA dan RB)



Gambar 2. Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Poros

Sehingga F_x dapat dihitung dengan rumus

$$\begin{aligned} F_x &= F_N \cdot \cos \alpha \\ F_x &= 0,71 \text{ kg} \cdot \cos 45 \\ F_x &= 0,71 \text{ kg} \cdot 0,71 = 0,51 \text{ kg} \end{aligned}$$



Gambar 3. Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Poros Dengan Arah Sumbu X

Menghitung reaksi tumpuan di titik A_x dan B_x

$$\sum M_{A_x} = 0$$

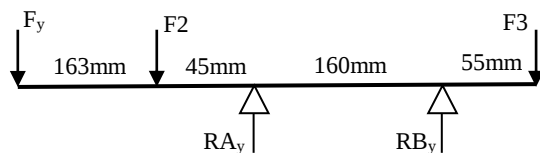
$$\begin{aligned} -F_x \cdot 208 \text{ mm} + R_{B_x} \cdot 160 \text{ mm} &= 0 \\ -0,51 \text{ kg} \cdot 208 \text{ mm} + R_{B_x} \cdot 160 \text{ mm} &= 0 \\ -106,08 \text{ kg} \cdot \text{mm} + R_{B_x} \cdot 160 \text{ mm} &= 0 \\ R_{B_x} \cdot 160 \text{ mm} + 106,08 \text{ kg} \cdot \text{mm} &= 0 \\ 160 R_{B_x} = 106,08 \text{ kg} \cdot \text{mm} &= \frac{106,08 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{160 \text{ mm}} \\ R_{B_x} = 0,663 \text{ kg} &= 6,50 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\sum M_{B_x} = 0$$

$$\begin{aligned} -F_x \cdot 368 \text{ mm} + R_{A_x} \cdot 160 \text{ mm} &= 0 \\ -0,51 \text{ kg} \cdot 368 \text{ mm} + R_{A_x} \cdot 160 \text{ mm} &= 0 \\ -187,68 \text{ kg} \cdot \text{mm} + R_{A_x} \cdot 160 \text{ mm} &= 0 \\ R_{A_x} \cdot 160 \text{ mm} - 187,68 \text{ kg} \cdot \text{mm} &= 0 \\ 160 \cdot R_{A_x} = 187,68 \text{ kg} \cdot \text{mm} \\ R_{A_x} &= \frac{187,68 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{160 \text{ mm}} \\ R_{A_x} &= 1,17 \text{ kg} = 11,47 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah menghitung reaksi tumpuan di titik A_x dan B_x , selanjutnya menghitung $\sum F_x = F_x - R_{A_x} + R_{B_x} = 0$

$$\sum F_x = 5 \text{ N} - 11,47 \text{ N} + 6,50 \text{ N} = 0$$



Gambar 4. Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Poros Dengan Arah Sumbu Y

Menghitung reaksi tumpuan di titik A_y dan B_y

$$\sum M_{A_y} = 0$$

$$\begin{aligned} -F_y \cdot 208 \text{ mm} - F_2 \cdot 45 \text{ mm} - R_{B_y} \cdot 160 \text{ mm} + F_3 \cdot 215 \text{ mm} &= 0 \\ -0,51 \text{ kg} \cdot 208 \text{ mm} - 2,49 \text{ kg} \cdot 45 \text{ mm} - R_{B_y} \cdot 160 \text{ mm} + 1 \text{ kg} \cdot 215 \text{ mm} &= 0 \\ -106,08 \text{ kg} \cdot \text{mm} - 112,05 \text{ kg} \cdot \text{mm} - R_{B_y} \cdot 160 \text{ mm} + 215 \text{ kg} \cdot \text{mm} &= 0 \\ -R_{B_y} \cdot 160 \text{ mm} + (-3,13 \text{ kg} \cdot \text{mm}) &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -160 R_{B_y} &= 3,13 \text{ kg} \cdot \text{mm} \\ R_{B_y} &= \frac{3,13 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{-160 \text{ mm}} = -0,019 \text{ kg} = -0,18 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\sum M_{B_y} = 0$$

$$\begin{aligned} -F_y \cdot 368 \text{ mm} - F_2 \cdot 205 \text{ mm} + R_{A_y} \cdot 160 \text{ mm} + F_3 \cdot 55 \text{ mm} &= 0 \\ -0,51 \text{ kg} \cdot 368 \text{ mm} - 2,49 \text{ kg} \cdot 205 \text{ mm} + R_{A_y} \cdot 160 \text{ mm} + 1 \text{ kg} \cdot 55 \text{ mm} &= 0 \\ -187,68 \text{ kg} \cdot \text{mm} - 510,45 \text{ kg} \cdot \text{mm} + R_{A_y} \cdot 160 \text{ mm} + 55 \text{ kg} \cdot \text{mm} &= 0 \\ R_{A_y} \cdot 160 \text{ mm} + (-643,13 \text{ kg} \cdot \text{mm}) &= 0 \\ 160 R_{A_y} &= 643,13 \text{ kg} \cdot \text{mm} \\ R_{A_y} &= \frac{643,13 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{160 \text{ mm}} = 4,019 \text{ kg} = 39,42 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah menghitung reaksi tumpuan di titik A_y dan B_y , selanjutnya menghitung

$$\sum F_y = F_y + F_2 - R_{A_y} + R_{B_y} + F_3 = 0$$

$$\sum F_y = 5 \text{ N} + 24,52 \text{ N} - 39,42 \text{ N} + (-0,18 \text{ N}) + 9,81 \text{ N} = 0$$

Dalam alat *cutting* botol kaca ini, menggunakan *spindle* dengan diameter 150mm. Dalam suatu pengoperasian alat diperlukan torsi untuk mengoperasikan alat sehingga muncul perhitungan torsi yang dihitung dengan rumus:

$$T = F_x \cdot r \text{ (N.m)} \dots \dots \dots (2.8 ; 25)$$

$$T = 5 \text{ N} \times 75 \text{ mm} = 375 \text{ N.mm} = 0,375 \text{ N.m}$$

dimana:

T = Torsi yang dibutuhkan untuk memutar botol kaca (N.m)

F_3 = beban pada *spindle* (N)

r = jari-jari *spindle* (mm)

Perhitungan daya yang dibutuhkan (P_d)

dengan rumus:

$$P_d = \frac{(T/1000)(2\pi n_1/60)}{102} \text{ (kW)} \dots \dots \dots (2.7 ; 24)$$

$$\begin{aligned} P_d &= \frac{(735,75 \text{ N.mm}/1000)(2,3,14,5 \text{ rpm}/60)}{102} \\ &= \frac{0,73 \cdot 0,52}{102} = 0,003 \text{ kW} \end{aligned}$$

dimana:

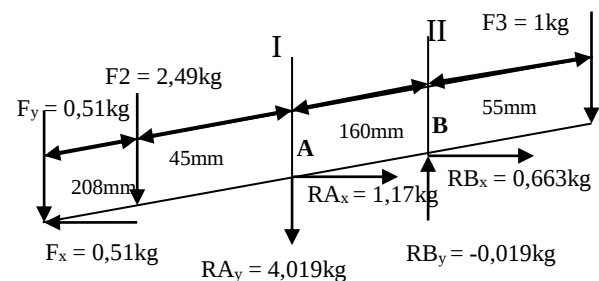
P_d = Daya yang direncanakan (kW)

T = Torsi yang dibutuhkan pada *spindle* (N.m)

n_1 = kecepatan putaran (dalam 1 menit, tuas *spindle* berputar sebanyak 5 kali) (rpm)

3.3 Perencanaan Dimensi Poros

Poros dibuat dari ST 37 (kekuatan mulur $S_y = 340 \text{ N/mm}^2$ dan faktor keamanan (F_s) digunakan 2 dan momen lentur dihitung dengan cara:



$$R_{A_x} = \frac{1,17 \text{ kg} \times 215 \text{ mm} + 0,663 \text{ kg} \times 55 \text{ mm}}{1000} = 251,58 \text{ kg}$$

$$R_{B_x} = (1,17 \text{ kg} + 0,663 \text{ kg}) - 251,58 \text{ kg} = -249,74 \text{ kg}$$

$$R_{A_y} = \frac{4,019 \text{ kg} \times 215 \text{ mm} + (-0,019 \text{ kg}) \times 55 \text{ mm}}{1000} = 864,08 \text{ kg}$$

$$RB_y = (4,019\text{kg} + (-0,019\text{kg})) - 864,08\text{kg} = -860,08\text{kg}$$

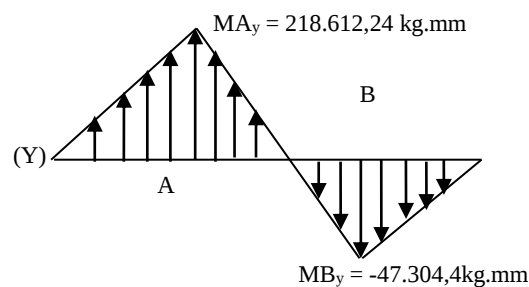
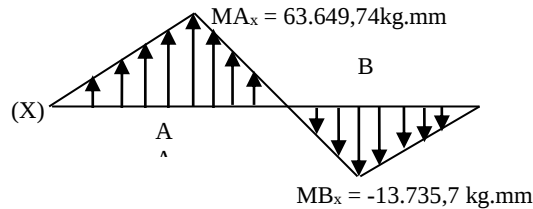
Dari diagram momen lentur, harga-harga momen lentur horizontal dan vertikal pada posisi bantalan I dan bantalan II adalah,

$$MA_x = 251,58\text{kg} \times 253\text{mm} = 63.649,74 \text{ kg.mm}$$

$$MB_x = -249,74\text{kg} \times 55\text{mm} = -13.735,7 \text{ kg.mm}$$

$$MA_y = 864,08\text{kg} \times 253\text{mm} = 218.612,24 \text{ kg.mm}$$

$$MB_y = -860,08\text{kg} \times 55\text{mm} = -47.304,4 \text{ kg.mm}$$



Sehingga Momen Lentur gabungan adalah,

$$MR_x = \sqrt{(63.649,74\text{kg.mm})^2 + (218.612,24\text{kg.mm})^2}$$

$$MR_x = 226.244,92 \text{ kg.mm}$$

$$MR_y = \sqrt{(-13.735,7)^2 + (-47.304,4)^2}$$

$$MR_y = 49.258,25 \text{ kg.mm}$$

Sehingga diameter poros dapat dihitung dengan rumus

$$d^3 = \frac{32 \cdot F_s}{\pi \cdot S_y} \cdot \sqrt{(ML)^2 + \left(\frac{T}{2}\right)^2} \text{ (mm)} \dots \dots \dots (2.9 ; 25)$$

$$d^3 = \frac{32 \cdot 2}{3,14 \cdot 340} \cdot \sqrt{(226.244,92)^2 + \left(\frac{0,735}{2}\right)^2}$$

$$d^3 = (0,06) \cdot \sqrt{(51.186.763.825,80) + (0,13505625)}$$

$$d^3 = (0,06) \cdot \sqrt{51.186.763.825,935}$$

$$d^3 = (0,06) \cdot (226.244,92)$$

$$d = \sqrt[3]{13.574,69} = 23,85 \text{ mm}$$

dimana:

T = Torsi yang dibutuhkan untuk memutar botol kaca (N.m)

M_L = Momen Lentur didapat dari momen lentur gabungan

S_y = Kekuatan mulur (N/mm²)

F_s = Faktor keamanan

d = Diameter poros minimum (mm)

Jadi diameter minimum untuk poros adalah 23,85 mm. Maka perencanaan poros dengan diameter 25,4 mm dinyatakan aman. Untuk itu selanjutnya diameter poros disesuaikan dengan diameter dalam bantalan yang akan digunakan.

3.4 Perhitungan Kecepatan Pemotongan

Pada rancang bangun alat *cutting* botol kaca ini menggunakan pisau pemotong kaca dimana pada mata pisau memiliki lebar 1mm dan berdiameter 3mm. Kecepatan pemotongan pada mata pisau dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C_s = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/menit)} \dots \dots \dots (2.11 ; 30)$$

$$C_s = \frac{3,14 \cdot 76,65 \cdot 5}{1000} = \frac{1203,405}{1000} = 1,20 \text{ m/menit}$$

dimana:

C_s = Kecepatan pemotongan (m/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

n = Kecepatan putaran pada *spindle* (rpm)

3.5 Perhitungan Las T Silinder

Untuk menyambung beberapa komponen alat salah satu cara yang digunakan adalah dengan pengelasan. Untuk menyambung poros *sleeding* dengan rangka digunakan sambungan las T silinder sehingga pengelasan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\tau_s = \frac{2M_t}{0,7 \cdot a \cdot d^2} \text{ (kg/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (2.1 ; 14)$$

$$\tau_s = \frac{2 \cdot 735,75 \text{ N.mm}}{0,7 \cdot 10\text{mm} \cdot 645,16}$$

$$\tau_s = \frac{1471,5 \text{ N}}{4516,12 \text{ mm}^2} = 0,32 \text{ N/mm}^2 = 0,03 \text{ kg/mm}^2$$

dimana:

τ_s = Tegangan pada silinder (kg/mm²)

M_t = Momen puntir (N.mm)

a = Lebar pengelasan (mm)

d = Diameter poros *chuck* rahang tiga (mm)

Jadi kekuatan sambungan las pada poros *chuck* rahang tiga adalah 0,03 kg/mm². Dengan demikian berarti setiap 1 mm² sambungan las menahan beban sebesar 0,03 kg.

3.6 Perencanaan Suaian Longgar

Pada alat ini menggunakan poros *sleeding* dengan diameter 25,4mm (1 *inch*) sehingga berdasarkan tabel suaian longgar dapat ditentukan dengan

$$\varnothing = 1 \text{ inch} + 0,5 \text{ mm} = 25,4 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} = 25,9 \text{ mm}$$

3.7 Menghitung umur bantalan

Dalam menentukan umur bantalan, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan besar equivalent (P) yang bekerja pada bantalan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = RA \times F_p \text{ (kg)} \dots \dots \dots (2.5 ; 19)$$

$$P = 29,22 \text{ N} \times 1,0 = 29,22 \text{ N} = 2,97 \text{ kg}$$

dimana:

P = Besar equivalent (kg)

RA = Reaksi pada tumpuan poros sebelumnya (N)

F_p = Faktor putaran

Dimana nilai RA (reaksi pada tumpuan) didapat pada perhitungan poros sebelumnya diambil nilai R yang terbesar dan nilai F_p (faktor putaran) didapat pada Tabel 2.

Faktor kecepatan untuk bantalan adalah:

$$f_n = \left(\frac{33,33}{n} \right)^{1/3} \text{ (m/menit)} \dots\dots\dots (2.4 ; 18)$$

$$f_n = \left(\frac{33,33}{5} \right)^{1/3} = 6,66^{1/3} = 1,87 \text{ m/menit}$$

Faktor umur bantalan (f_h) adalah pada tabel nomer bearing 6205 nilai C didapat 2.430, maka:

$$f_h = f_n \cdot \frac{C}{P} \text{ (jam)} \dots\dots\dots (2.2 ; 17)$$

$$f_h = 1,87 \text{ m/menit} \times \frac{2.430}{2,97 \text{ kg}} = 152,99 \text{ jam}$$

Maka umur bantalan adalah:

$$L_h = 500 \cdot f_h^3 \text{ (jam)} \dots\dots\dots (2.3 ; 17)$$

$$= 500 \times 152,99^3$$

$$L_h = 500 \times 23.405,94 \text{ jam} = 11.702.970 \text{ jam}$$

dimana:

f_n = faktor kecepatan (m/menit)

n = putaran (rpm)

f_h = faktor umur (jam)

C = Basic dynamic load rating

P = Besar equivalen (kg)

L_h = Umur bantalan (jam)

Dengan perawatan yang optimal maka bantalan yang digunakan akan mencapai umur pakai yang optimal juga.

3.8 Proses Pembuatan Komponen

Pada proses pembuatan ini, akan dijelaskan mengenai proses-proses pembuatan setiap komponen yang diperlukan, antara lain:

1. Membaca gambar secara teliti.
2. Mempersiapkan alat yang akan digunakan.
3. Mempersiapkan besi siku ukuran 3x30x30 mm.
4. Potong besi siku berukuran panjang 650 mm sebanyak 2 buah, panjang 240 mm sebanyak 4 buah, panjang 120 mm sebanyak 2 buah, panjang 165 mm sebanyak 7 buah, panjang 155 mm sebanyak 4 buah.
5. Setelah selesai memotong semua bahan-bahan yang akan di gunakan kemudian sambung besi siku dengan menggunakan las listrik sehingga mejadi sebuah rangka yang sesuai pada gambar.
6. Proses pembuatan poros penerus putaran *spindle* dan poros *sleeding* dengan menggunakan besi as diameter 1 inci dengan panjang 260 mm kemudian dibubut.

3.9 Proses Perakitan

Setelah semua komponen yang dibeli dan dibuat lengkap maka dilakukan proses perakitan. Adapun proses perakitan pada alat ini terdiri dari beberapa tahapan antara lain:

1. Pemasangan *spindle*, bantalan, dan *chuck* rahang tiga pada poros.
2. Pemasangan *centre* putar pada dudukannya.
3. Pemasangan pemegang pisau pemotong.
4. Pemasangan *bushing sleeding* pada poros *sleeding*.
5. Pengencangan dan pemeriksaan kembali baut-baut pengikat. Setelah yakin sepenuhnya lakukan pengetestan mekanisme kerja hasil rancangan.

3.10 Proses Finishing

Setelah proses perakitan selesai dilanjutkan dengan proses *finishing*, adapun langkah-langkah dalam proses ini adalah:

1. Amplas bagian yang akan di cat dengan menggunakan amplas no 125 agar permukaan yang akan di cat menjadi bersih dan halus.
2. Lakukan proses pendempulan pada bagian-bagian yang tidak rata atau bekas pengelasan dengan menggunakan kapi agar halus dan rata.
3. Lakukan pencampuran cat dengan tiner.
4. Tuangkan cat ke *spray gun*, hidupkan kompresor, lalu lakukan pengecatan pada bagian yang akan di cat.

3.11 Hasil Rancang Bangun

Setelah proses *finishing*, adapun hasil dari rancang bangun alat *cutting* botol kaca seperti gambar 5.



Gambar 5. Hasil Rancang Bangun Alat *Cutting* Botol Kaca

3.12 Cara Pengoperasian dan Perawatan Alat

Cara pengoperasian dan perawatan dari alat *cutting* botol kaca ini adalah sebagai berikut:

3.11.1 Cara pengoperasian alat

- Pastikan semua komponen dalam keadaan baik.
- Cekam botol kaca yang akan dipotong dengan menggunakan *chuck* rahang tiga dengan mengencangkan penyetel rahang.
- Masukkan ujung dari *centre* lepas ke dalam ujung botol kaca lalu kencangkan tuas pengunci *centre* lepas lalu kencangkan juga baut pengunci pada *bushing sleeding centre* lepas.
- Atur posisi pisau pemotong sesuai dengan titik potong yang diinginkan lalu kencangkan baut pengunci pada *bushing sleeding* pemegang pisau pemotong dan baut pengunci pisau pemotong.
- Putar *spindle* sambil menekan pisau pemotong hingga permukaan botol kaca menjadi tergores setelah itu panaskan dengan nyala api lilin lalu masukkan botol kaca ke dalam air es.
- Terakhir dilakukan proses *finishing* pada permukaan bekas pemotongan yang masih tajam.

3.11.2 Cara perawatan alat

Setiap peralatan memerlukan perawatan untuk menjamin alat bekerja sesuai dengan standar saat digunakan. Adapun perawatan yang dilakukan pada alat ini adalah sebagai berikut:

1. Perawatan pencegahan

Adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk menghindari gagalnya alat, seperti:

- Pemeriksaan kondisi dari bantalan, jika telah terjadi keausan dan pada pengoperasiannya mengeluarkan bunyi, maka lakukan pelumasan.
- Pemeriksaan kekencangan dari mur dan baut, jika ada yang kurang kencang maka segera dikencangkan.
- Pengisian ulang minyak tanah pada pisau pemotong.

2. Perawatan korektif

Adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengembalikan fungsi alat dalam keadaan yang layak pakai kembali, seperti:

- Penggantian pisau pemotong yang telah aus.
- Penggantian bantalan yang sudah rusak.

3. Perawatan tidak terencana

Adalah kegiatan perawatan yang harus segera dilakukan setelah terjadi kegagalan fungsi atau kerusakan mendadak, seperti:

- Penggantian pisau pemotong yang telah aus.
- Penggantian *bearing* pada *centre* lepas yang sudah aus.

3.12 Pengujian Alat

Setelah alat selesai dirakit penulis melakukan percobaan untuk mengetahui hasil yang diperoleh dan membandingkannya dengan hasil yang diperoleh dari alat sebelumnya. Adapun data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil data pengujian pemotongan pada alat sebelumnya

No.	Jenis botol kaca	Ø botol kaca (mm)	Tebal botol kaca (mm)	Waktu pemotongan (menit)	Panjang botol kaca (mm)
1	Bir bintang (besar)	76,65	3,80	4	280
2	Absolut vodka	80	4,40	5	245

Tabel 3. Hasil data pengujian pemotongan pada alat yang dirancang

No.	Jenis botol kaca	Ø botol kaca (mm)	Tebal botol kaca (mm)	Waktu pemotongan (menit)	Panjang botol kaca (mm)
1	Bir bintang (besar)	76,65	3,80	3	280
2	Bir bintang (besar)	76,65	3,30	2,30	280
3	Bir bintang (besar)	76,65	4,20	3,20	280
4	Bir bintang (besar)	76,65	3,70	3,10	280
5	Bir bintang (besar)	76,65	3,90	3,15	280
Rata-rata		76,65	3,78	3,35 (2,95)	280
6	Absolut vodka	80	4,40	4	245
7	Absolut vodka	80	3,90	3,50	245
8	Absolut vodka	80	3,80	3,50	245
9	Absolut vodka	80	3,20	3,10	245
10	Absolut vodka	80	4,20	4	245
Rata-rata		80	3,90	4,2 (3,62)	245

Setelah melakukan pengujian dengan menggunakan botol kaca jenis bir bintang besar pada proses pemanasan, penulis mendapatkan hasil data uji seperti pada Tabel 3.3 dimana dari hasil data uji tersebut yang telah dicari nilai rata-ratanya, penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa pada alat *cutting* botol kaca yang penulis rancang membutuhkan 3 kali putaran dari *spindle* untuk menggores permukaan botol kaca dan membutuhkan waktu 50 detik untuk

memanasi garis goresan tersebut dengan jarak antara api lilin dengan permukaan botol kaca sebesar 10 mm dengan ketebalan rata-rata botol kaca adalah 3,78 mm.

3.13 Hasil Potongan Botol Kaca

Setelah uji coba dilakukan pada alat yang dirancang hasil dari potongan botol kaca yang telah dipotong menggunakan alat hasil rancangan maka dapat ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Potongan botol kaca

3.14 Analisa Data

Berdasarkan dari hasil pengujian pada Tabel 2 dan Tabel 3, maka alat yang dirancang dapat memenuhi fungsi yang diharapkan yaitu membantu warga lokal yang mempunyai usaha *bar/café*. Alat ini juga dapat mereduksi waktu pemotongan dari alat sebelumnya dan garitan pada proses pemotongan menjadi segaris.

4 SIMPULAN

Adapun simpulan yang dapat diambil dari pembuatan rancang bangun alat *cutting* botol kaca ini yaitu:

1. Bentuk dari rancang bangun alat *cutting* botol Kaca ini memiliki dimensi ukuran panjang

rangka 880 mm, lebar 200 mm, tinggi 240 mm, menggunakan penggerak berupa *spindle* dengan diameter 15 mm yang digerakkan secara manual dan menggunakan *chuck* rahang tiga sebagai pencekam botol kaca.

2. Rancang bangun alat *cutting* botol kaca ini mampu mereduksi waktu lebih cepat pada proses pemotongan dibandingkan dengan alat sebelumnya, dimana proses pemotongan dengan alat yang penulis rancang dapat mereduksi waktu pemotongan lebih cepat pada botol bir bintang besar sebesar 25 detik dan pada botol absolut vodka sebesar 58 detik dari alat sebelumnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2015. Tentang botol (Diakses 2015 April 9 18.00) Tersedia di: <http://id.wikipedia.org/wiki/Botol>.
- [2] Anonim. 2015. Tentang botol kaca. (Diakses 2015 9 18.26) Tersedia di: <http://kbbi.web.id/botol>.
- [3] Anonim. 2015. Pengertian gelas. (Diakses 2015 11 14.00) Tersedia di: <http://id.wikipedia.org/wiki/Gelas>.
- [4] Anonim. 2015. Pemotongan kaca. (Diakses 2015 20 16.00) Tersedia di: <http://belajar-usaha.com/memotong-kaca-jilid-2.htm>.
- [5] Ir. Hery Sonawan. 2010. *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung: CV. ALFABETA.
- [6] Ir. Heinz Frick. 1979. *Mekanika Teknik 1 statika dan kegunaannya*. Daerah Istimewa Yogyakarta: PT KANISIUS.
- [9] Ir. Zainun Achmad, M.Sc. 2006. *Elemen Mesin I*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- [10] R. Syamsudin. 1997. *Teknik Bubut*. Jakarta: Puspa Swara, anggota Ikapi.
- [11] Robert L.Mott. 2009. *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis*. Yogyakarta: ANDI.
- [12] Sularso dan Kiyukatsu Suga. 1987. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.