

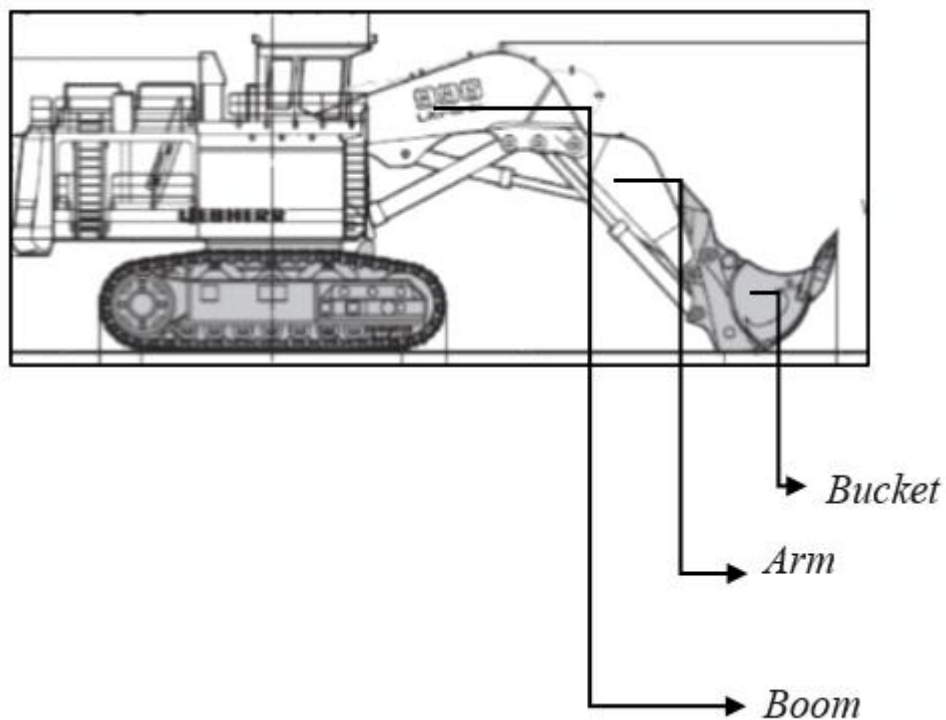
BAB IV

METODE PERANCANGAN ALAT

4.1. Proses Perancangan

4.1.1 Konsep Perancangan lengan *Front shovel*

Perancangan alat dilakukan sebisa mungkin sesuai dengan perhitungan desain. Dalam proses perancangan diperlukan pengetahuan alat-alat perancangan lengan front shovel meliputi : Bucket, Arm, dan Boom serta kemungkinan proses yang bisa dilakukan. Direncanakan kapasitas bucket adalah $101,795 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ dan jangkauan bucket terjauh adalah $532,93 \text{ mm}^2$.



Gambar 4.1. Desain lengan *front shovel*

4.2. Menentukan Aktuator Untuk *Bucket*

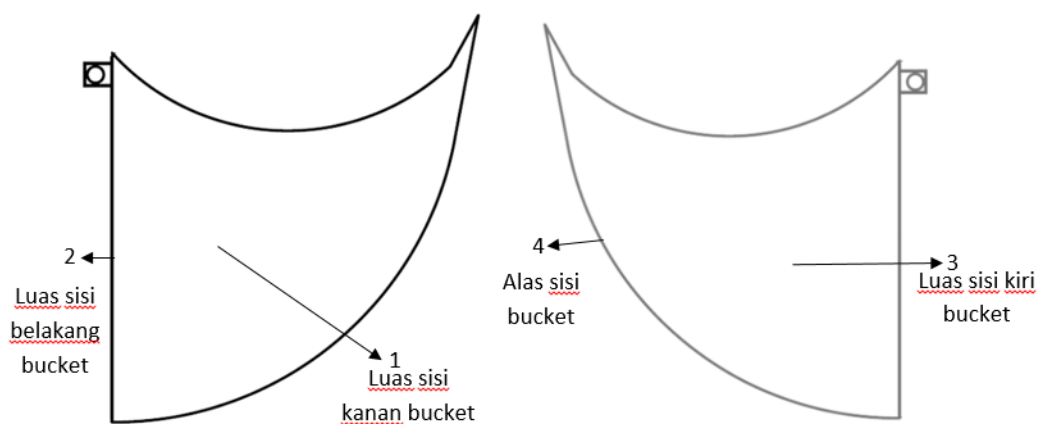
Dalam perancangan silinder pneumatik yang harus dihitung diameternya menentukan ukuran silinder pneumatik, perhitungan daya kompresor, menghitung kapasitas bucket, menghitung beban bucket, menghitung beban arm, menghitung beban boom, gaya efektif piston, konsumsi udara tiap langkah piston dan konsumsi udara yang diperlukan setiap menit. Hal utama yang didapatkan adalah berapa besar gaya yang diterima oleh silinder dan panjang langkah yang harus digunakan untuk memindahkan beban.

4.2.1 Menentukan Volume Bucket

Dalam menentukan volume bucket pertama yang dihitung adalah luas seperempat lingkaran dan luas tembereng setengah lingkaran kemudian gaya tekan yang didapatkan dengan rumus seperti dibawah ini :

Untuk menghitung volume bucket maka dapat dihitung dengan mengetahui luas seperempat lingkaran dengan tinggi 10 cm jari-jari 13 cm dan luas tembereng setengah lingkaran dengan tinggi 10 cm dan panjang busur 13 cm jari-jari 13 cm dalam perhitungan plat pembentukan bucket. Maka didapatkan rumus seperti di bawah ini :

4.2.2 Volume plat material yang ada di *bucket*

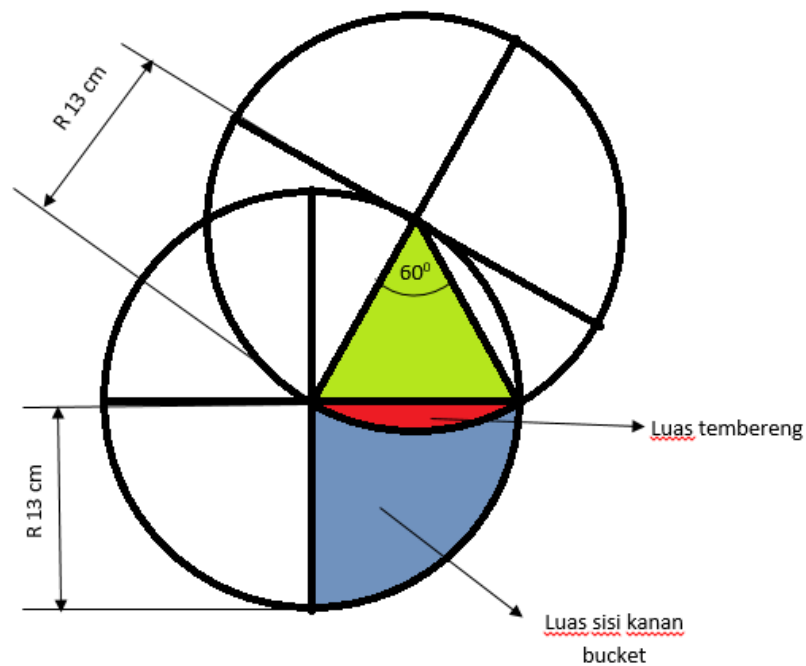


Gambar 4.2.sisi dari *bucket*

Keterangan :

- Gambar nomor satu menunjukkan sisi *bucket* luas $\frac{1}{4}$ lingkaran
- Gambar nomor dua menunjukkan sisi *bucket* luas persegi panjang
- Gambar nomor tiga menunjukkan sisi *bucket* luas $\frac{1}{4}$ lingkaran
- Gambar nomor empat menunjukkan sisi *bucket* luas persegi panjang

$\text{Luas}_{\text{sisisbucket 1}} = \text{luas } \frac{1}{4} \text{ lingkaran} - \text{luas tembereng}$



Gambar 4.3. Dimensi sisi *bucket* 1

Catatan = Lsb adalah Luas sisi *bucket*

$\text{Luas}_{\text{sisisbucket 1}} = \text{Luas } \frac{1}{4} \text{ lingkaran} - \text{luas tembereng}$

$$\begin{aligned} L \frac{1}{4} \text{ lingkaran} &= \frac{1}{4} \pi r^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 13^2 \\ &= 132,786 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

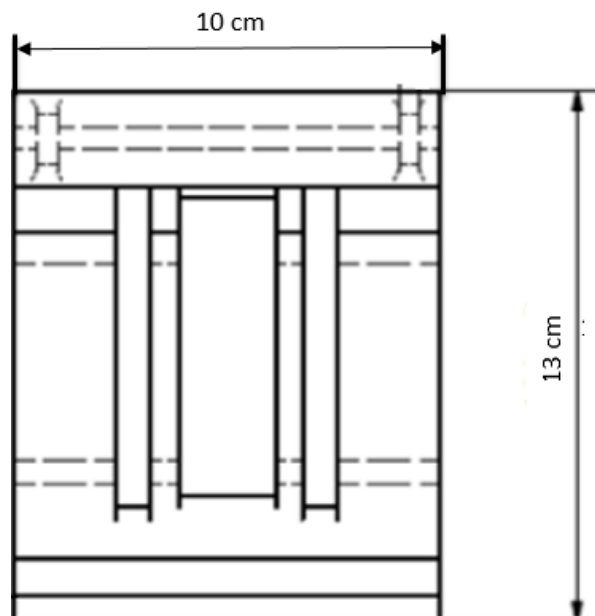
$$\begin{aligned}
 L \text{ tembereng} &= \frac{Sp}{360^\circ} \times \pi \times r^2 - \frac{1}{2} \times r^2 \sin \alpha \\
 &= \frac{60^\circ}{360^\circ} \times \frac{22}{7} \times 13^2 - \frac{1}{2} \times 13^2 \times \sin 60 \\
 &= 15,344 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{sb \ 1} &= \text{Luas } \frac{1}{4} \text{ lingkaran} - \text{luas tembereng} \\
 &= 132,786 \text{ cm}^2 - 15,344 \text{ cm}^2 \\
 &= 117,442 \text{ cm}^2 = 0,0117442 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Tebal } 1 = 3,02 \text{ mm} = 0,00302 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol } 1 &= \text{luas } 1 \times \text{tebal } 1 \\
 &= 0,0117442 \text{ m}^2 \times 0,00302 \text{ m} \\
 &= 3,5467484 \times 10^{-5} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Luas_{sisibucket} 2 = luas persegi panjang



Gambar 4.4. Sisi Belakang *Bucket*

Catatan = Lpp adalah luas persegi panjang

$$L_{pp\ 2} = P \times L$$

$$= 13\text{ cm} \times 10\text{ cm}$$

$$= 130\text{ cm}^2 = 0,013\text{ m}^2$$

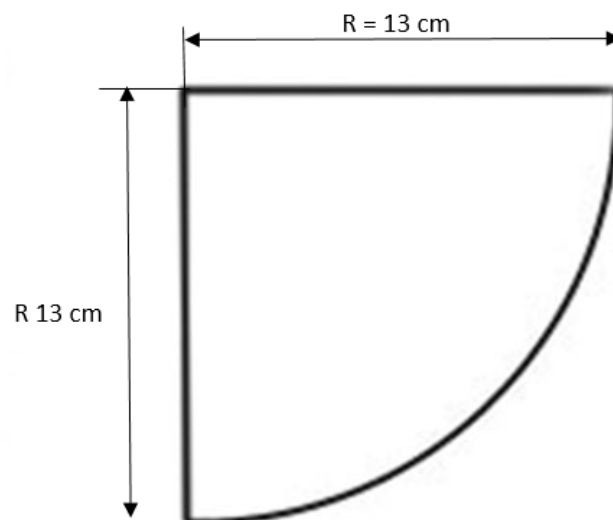
$$\text{Tebal 2} = 3,02\text{ mm} = 0,00302\text{ m}$$

$$\text{Vol 2} = \text{luas 2} \times \text{tebal 2}$$

$$= 0,013\text{ m}^2 \times 0,00302\text{ m}$$

$$= 3,926 \times 10^{-5}\text{ m}^3$$

$$\text{Luas}_{\text{sisi bucket 3}} = \text{luas } \frac{1}{4} \text{ lingkaran}$$



Gambar 4.5.luas $\frac{1}{4}$ lingkaran

Catatan = LSB adalah Luas sisi *bucket*

$$\text{Lsb 3} = \text{Luas } \frac{1}{4} \text{ lingkaran} - \text{luas tembereng}$$

$$L \frac{1}{4} \text{ lingkaran} = \frac{1}{4} \pi r^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 13^2$$

$$= 132,786\text{ cm}^2$$

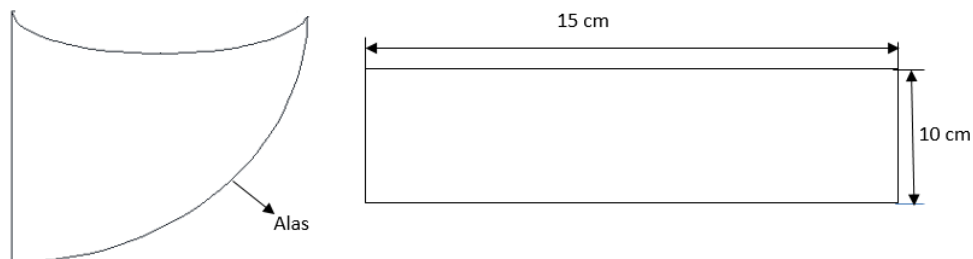
$$\begin{aligned}
 L \text{ tembereng} &= \frac{Sp}{360^\circ} \times \pi \times r^2 - \frac{1}{2} \times r^2 \times \sin \alpha \\
 &= \frac{60^\circ}{360^\circ} \times \frac{22}{7} \times 13^2 - \frac{1}{2} \times 13^2 \times \sin 60 \\
 &= 15,344 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{b3} &= \text{Luas } \frac{1}{4} \text{ lingkaran} - \text{luas tembereng} \\
 &= 132,786 \text{ cm}^2 - 15,344 \text{ cm}^2 \\
 &= 117,442 \text{ cm}^2 = 0,0117442 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Tebal } 3 = 3,02 \text{ mm} = 0,00302 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol } 3 &= \text{luas } 3 \times \text{tebal } 3 \\
 &= 0,0117442 \text{ m}^2 \times 0,00302 \text{ m} \\
 &= 3,5467484 \times 10^{-5} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$\text{Luas}_{\text{sisibucket } 4} = \text{luas keliling selimut bucket}$



Gambar 4.6.keliling selimut *bucket*

Catatan = Lks adalah Luas keliling selimut *bucket*

$$\begin{aligned}
 L_{k4} &= \text{keliling } \frac{1}{4} \text{ lingkaran} \times l \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times d \times l \\
 &= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 13 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \\
 &= 153,214 \text{ cm}^2 = 0,0153214 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Tebal } 4 = 3,02 \text{ mm} = 0,00302 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol } 4 &= \text{luas } 4 \times \text{tebal } 4 \\
 &= 0,0153214 \text{ m}^2 \times 0,00302 \text{ m} \\
 &= 4,6270628_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.2.3 Volume total *bucket*

$$\begin{aligned}
 V_{\text{totalbucket}} &= \text{volume plat 1} + \text{volume plat 2} + \text{volume plat 3} + \text{volume plat 4} \\
 &= 3,5467484_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3 + 3,926_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3 + 3,5467484_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3 + 4,6270628_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3 \\
 &= 15,6465596_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai dari volume total *bucket* yang diangkut adalah $15,6465596_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3$ Mencari berat *bucket* dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{bucket}} &= V_{\text{totalbucket}} \times \text{massa jenis material (baja)} \\
 &= 15,6465596_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 1,228 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4.2.4 Volume material yang akan diangkut *bucket*

$$\begin{aligned}
 \text{Volume material} &= \text{lsb} \times \text{tebal bucket} - V_{\text{totalbucket}} \\
 &= 0,0117442 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} - 15,6465596_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3 \\
 &= 117,442_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3 - 15,6465596_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3 \\
 &= 101,795_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.2.5 Berat total material yang diangkut *bucket*

$$\begin{aligned}
 W_m &= \text{Volume material} \times \text{massa jenis material (pasir)} \\
 &= 101,795_{\times 10^{-5}} \text{ m}^3 \times 1400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 1,425 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Catatan : W_m = berat material yang diangkut bucket

4.2.6 Menghitung titik berat Bucket Buat Aktuator

Untuk mencari berat bucket tentukan dahulu titik berat dari benda tersebut dengan cara sebagai berikut :

Diketahui :

$F_{sb} = F$ sudut bucket

$F_{sbx} = F$ sudut bucket x

Sudut $\alpha = 60^{\circ}$

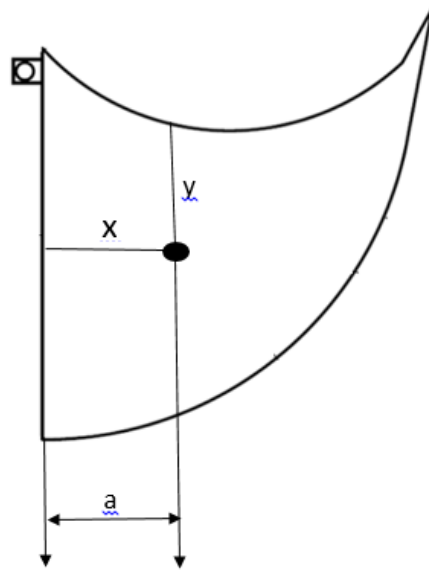
Gravitasi = $9,81 \text{ m/s}^2$

Berat *bucket* = $W_b = 1,228 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 12,046 \text{ N}$

Berat material = $W_m = 1,425 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 13,980 \text{ N}$

Jadi, hasil dari berat bucket ditambah dengan berat material adalah $26,026 \text{ N}$

a.) Pertama yang dicari titik berat dari (a)



Gambar 4.7. titik berat dari (a) *bucket*

Penampang bucket diasumsikan berbentuk seperempat lingkaran, sehingga untuk menghitung posisi titik berat dari bucket menggunakan rumus sebagai berikut:

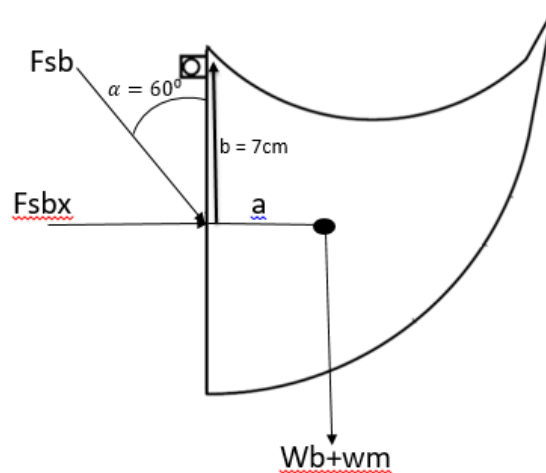
$$a = x = \frac{4r}{3\pi}$$

$$a = \frac{4 \times 13 \text{ cm}}{3\pi}$$

$$a = 5,52 \text{ cm}$$

jadi, hasil dari titik berat bucket (a) adalah 5,52 cm

b.) Kedua yang dicari titik b



Gambar 4.8. titik berat dari (b) bucket

Hasil dari titik b diambil dari setengah titik a = 7 cm

$$\sum MS1 = 0$$

$$F_{\text{bucket}} \cdot a - (w_m + w_b) \cdot b = 0$$

$$F_{\text{bucket}} = \frac{(w_b + w_m) \times a}{b}$$

$$= \frac{26,026 \text{ N} \times 5,52 \text{ cm}}{7 \text{ cm}}$$

$$F_{\text{bucket}} = 20,523 \text{ N}$$

$$F_{\text{bucket}} = \frac{F_{\text{sbx}}}{\sin 60} = \frac{20,523 \text{ N}}{\sin 60} = 23,697 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas dapat diperoleh gaya yang di hasilkan oleh bucket adalah 23,697 N

4.3. Menghitung diameter aktuator

Diketahui :

$$\text{Berat bucket menjadi} = 12,046 \text{ N}$$

$$\text{Berat material (pasir) menjadi} = 1.400 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 13,980 \text{ N}$$

Hasil dari perhitungan di atas adalah 13,980 N

$$\text{Berat bucket + berat material} \dots\dots\dots 1$$

$$12,046 \text{ N} + 13,980 \text{ N}$$

$$= 26,026 \text{ N}$$

Cara menghitung besar diameter Silinder Pneumatik batang piston yang digunakan, maka dapat digunakan rumus seperti dibawah ini :

4.3.1. Beban yang ditahan silinder aktuator (F) adalah

$$F = P \times A \times \mu$$

Keterangan :

$$F = \text{gaya (N)}$$

$$A = \text{luas penampang torak (mm)}$$

$$\mu = \text{koefisiensi gesekan}$$

$$P = \text{tekanan pengukuran (Pa)}$$

$$D = \text{diameter batang selinder}$$

$$F = 26,026 \text{ N}$$

$$P = 8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\mu = 0,8$$

$$F = P \times A \times \mu$$

$$26,026 \text{ N} = 8 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times 0,8$$

$$26,026 \text{ N} \times 4 = 8 \times 10^5 \text{ Pa} \times \pi \times D^2 \times 0,8$$

$$104,104 \text{ N} = 20 \times 10^5 \text{ Pa} \times D^2$$

$$D^2 = \frac{104,104 \text{ N}}{20 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

$$D^2 = 7,5052 \times 10^5 \text{ Pa}$$

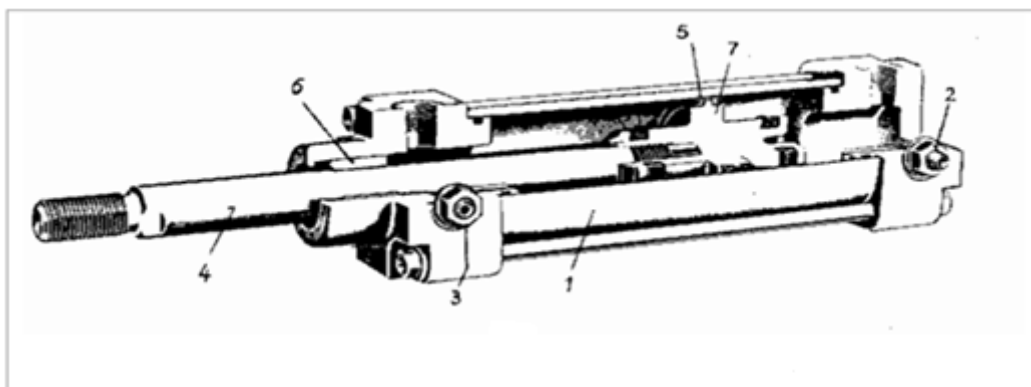
$$D^2 = \sqrt{7,5052 \times 10^{-5}}$$

$$D = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$D = 8 \text{ mm}$$

Dari perhitungan yang didapatkan maka diameter silinder pneumatik sebesar 8 mm dan diameter batang piston sebesar 6 mm.

4.4. Desain Silinder Pneumatik



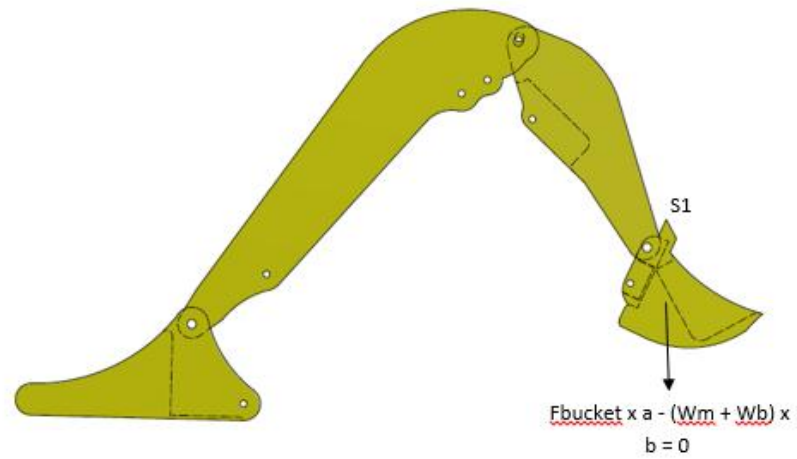
Keterangan :	
1. Batang / rumah silinder	5. Seal
2. Saluran masuk	6. Bearing
3. Saluran keluar	7. Piston
4. Batang piston	

Gambar 4.9. konstruksi silinder kerja ganda

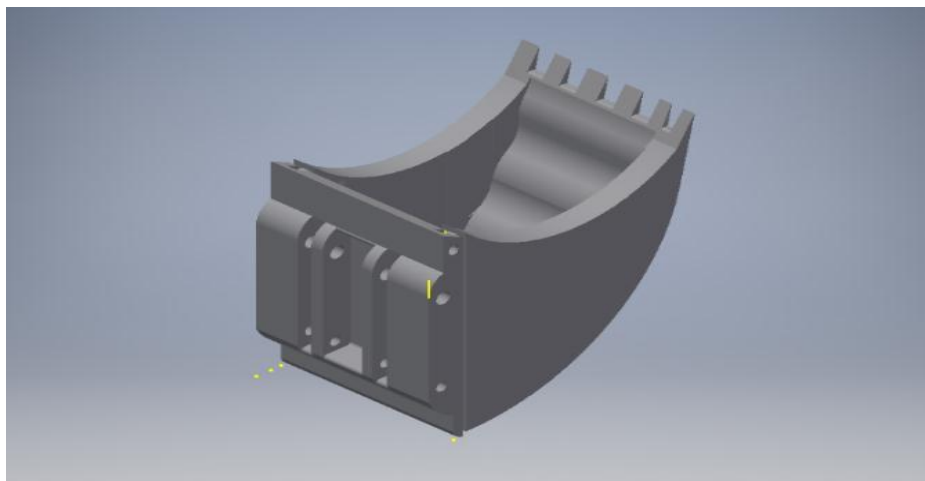
4.4.1 Silinder Penggerak Ganda

Konstruksi silinder kerja ganda mempunyai dua saluran (saluran masuk dan saluran pembuangan). Silinder terdiri dari tabung/rumah silinder dan penutupnya, piston dengan seal, batang piston, bantalan, bearing dan penyambungan.

4.5 Desain Gambar *bucket*

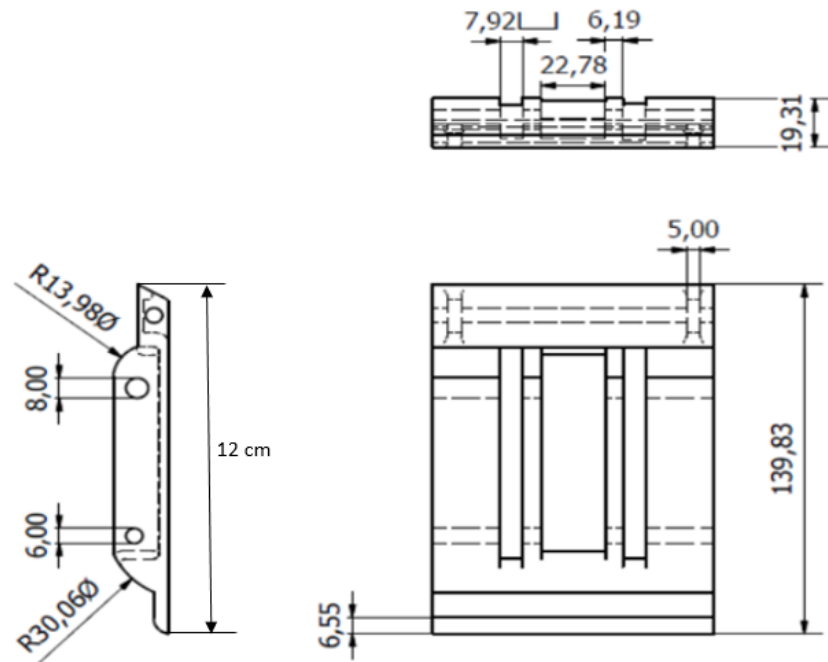


Gambar 4.10. Desain gambar *bucket* 3D

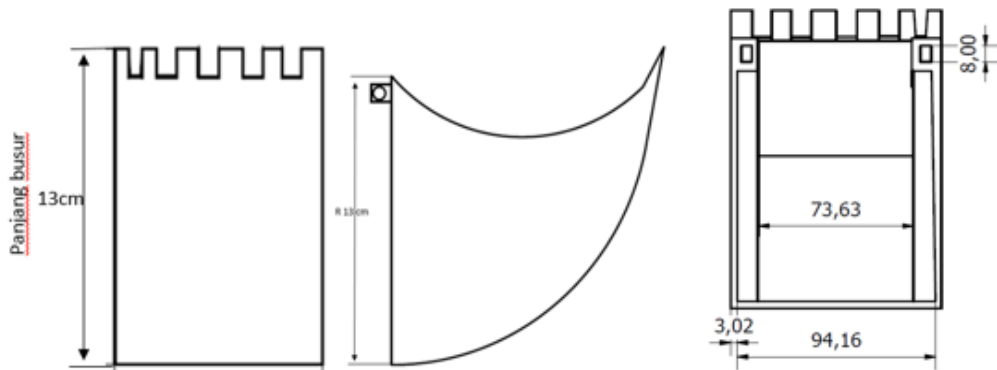


Gambar 4.11. Desain *bucket front shovel*

4.5.2. Gambar Kerja



Gambar 4.12. ukuran *bucket* bagian dalam *front shovel*



Gambar 4.13. ukuran *bucket* yang bagian depan *front shovel*

4.6 Perhitungan *bucket*

4.6.1 Beban *bucket*

Diketahui :

Berat *bucket* menjadi = 12,046 N

Berat material (pasir) menjadi = 1.400 kg x 9,81 m/s² = 13,980 N

Hasil dari perhitungan di atas adalah 13,980 N

Berat *bucket* + berat material 1
12,046 N + 13,980 N
= 26,026 N

4.6.1 Menentukan Silinder Pneumatik untuk *bucket*

Cara menghitung besar diameter Silinder Pneumatik batang piston yang digunakan, maka dapat digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$F = P \times A \times \mu$$

Keterangan :

F = gaya (N)

A = luas penampang torak (mm)

μ = koefisiensi gesekan

P = tekanan pengukuran (Pa)

D = diameter batang selinder

$$F = 26,026 \text{ N}$$

$$P = 8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\mu = 0,8$$

$$F = P \times A \times \mu$$

$$26,026 \text{ N} = 8 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times 0,8$$

$$26,026 \text{ N} \times 4 = 8 \times 10^5 \text{ Pa} \times \pi \times D^2 \times 0,8$$

$$104,104 \text{ N} = 20 \times 10^5 \text{ Pa} \times D^2$$

$$D^2 = \frac{104,104 \text{ N}}{20 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

$$D^2 = 7,5052 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$D^2 = \sqrt{7,5052 \times 10^{-5}}$$

$$D = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$D = 8 \text{ mm}$$

Dari perhitungan yang didapatkan maka diameter silinder pneumatik sebesar 8 mm dan diameter batang piston sebesar 6 mm.

4.6.2 Perhitungan Daya Kompresor

a. Debit kompresor

Debit kompresor merupakan jumlah udara yang dialirkan kedalam silinder pneumatik dapat dihitung dengan cara :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots 3$$

Keterangan :

Q = debit aliran udara

A = luas penampang saluran

V = kecepatan piston direncanakan 500 m/menit = 8,3 mm/dtk

D = diameter saluran pipa udara

Debit aliran udara

$$D = 5 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 5^2 = 19,634 \text{ mm}^2 = 0,0196 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times V$$

$$= 0,0196 \text{ m}^2 \times 8,3 \text{ m/dtk}$$

$$= 2,365 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

b. Daya Kompresor

setelah didapatkan dari debit kompresor yang telah dihitung maka daya kompresor dapat dicari dengan rumus :

$$N_s = (Q_s) \times (\eta_{\text{tot}}) \dots\dots\dots 4$$

$$N_s = (\text{Daya Kompresor}) (1/\text{dtk})$$

$$\eta_{\text{tot}} = \text{Effisiensi total} = 0,8$$

Diketahui :

$$Q_s \text{ (debit kompresor)} = 2,365 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\eta_{\text{tot}} = \text{Effisiensi total} = 0,8$$

perhitungan :

$$N_s = (2,365 \text{ m}^3/\text{dtk}) \times (0,8)$$

$$N_s = 1,892 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$N_s = 1,892 \text{ m}^3/\text{dtk} : 746 \text{ kw}$$

$$N_s = 2,536 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Maka didapatkan daya kompresor sebesar $2,536 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dtk}$ sehingga dapat memilih kompresor dengan spesifikasi 16 Pk.

c. Tekanan udara (Kg/cm^2) yang dimasukkan.

$$P = F/A \dots\dots\dots 5$$

Keterangan :

- P = (tekanan) satuannya N/m^2 .
- F = (gaya) satuannya *Newton*.
- A = (luas penampang) satuannya m^2 .

$$F = 26,026 \text{ N}$$

$$A = 0,0196 \text{ m}^2$$

$$P = F/A$$

$$= \frac{26,026 \text{ N}}{0,0196 \text{ m}^2}$$

$$= 1325,152 \text{ N}/\text{m}^2$$

4.6.3 Kecepatan Efektif Piston

Kecepatan efektif piston mempunyai dua arah dan bisa dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$V_{\text{maju}} = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots 6$$

$$V_{\text{mundur}} = \frac{Q}{An} \dots\dots\dots 7$$

$$A = \pi \times D^2$$

$$A_n = A - A_k$$

$$A_k = \pi - d^2$$

Keterangan :

V = kecepatan torak (m/s)

Q = debit aliran udara (m³/s)

A = luas penampang torak belakang (m²)

A_n = luas penampang torak bagian depan

A_k = luas penampang batang torak

D = diameter torak

d = diameter batang torak

$$D = 8 \text{ mm}$$

$$d = 6 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times 8^2 = 50,26 \text{ mm}^2 = 0,05026 \text{ m}^2$$

$$A_n = A - A_k$$

$$A_k = \frac{\pi}{4} \times 6^2 = 28,26 \text{ mm}^2$$

$$A_n = 50,26 \text{ mm}^2 - 28,26 \text{ mm}^2 = 22 \text{ mm}^2 = 0,0022 \text{ m}^2$$

a. Kecepatan piston saat maju

$$V_{\text{maju}} = \frac{Q}{A}$$

$$V_{\text{maju}} = \frac{127,7 \text{ m}^3/\text{s}}{0,05026 \text{ m}^2}$$

$$= 25 \text{ m/s}$$

b. Kecepatan piston saat mundur

$$V_{\text{mundur}} = \frac{Q}{A_n}$$

$$= \frac{127,7 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0022}$$

$$= 58 \text{ m/s}$$

4.6.4 Gaya Efektif Piston

Gaya efektif piston mempunyai dua arah dan bisa dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Langkah}_{\text{Maju}} = F = A \times Pa \dots\dots\dots 8$$

$$\text{Langkah}_{\text{Mundur}} = F = A_n \times Pa \dots\dots\dots 9$$

keterangan:

F = gaya torak (N)

Pa = tekanan (N/m²)

Pa = 6 bar = 6 x 10⁵ N/m²

a. Gaya Efektif Piston Langkah_{maju}

$$F = A \times Pa$$

$$F = 0,05026 \text{ m}^2 \times 6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$= 30156 \text{ N}$$

b. Gaya Efektif Piston Langkah_{mundur}

$$F = A_n \times Pa$$

$$F = 0,0022 \text{ m}^2 \times 6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$= 1320 \text{ N}$$

4.6.5 Konsumsi Udara Yang Diperlukan Setiap Menit

Konsumsi udara tiap langkah piston mempunyai dua arah, dan dapat di hitung sebagai berikut :

$$q_{\text{maju}} = A \times S \times n \times \frac{(Pa+Patm)}{Patm} \dots\dots\dots 10$$

$$q_{\text{mundur}} = A_n \times S \times n \times \frac{(Pa+Patm)}{Patm} \dots\dots\dots 11$$

keterangan:

q = udara akuator

S = stroke (langkah torak) (m)

n = banyak langkah torak (kali/menit)

Patm = tekanan atmosfer

$$P_{atm} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$S = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

$$n = 2$$

$$P_a = 6 \text{ bar} = 6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

a. Konsumsi Udara Saat Piston Maju

$$\begin{aligned} Q_{\text{maju}} &= A \times S \times n \times \frac{(P_a + P_{atm})}{P_{atm}} \\ &= 0,05026 \times 0,1 \times 2 \times \frac{(6 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})}{10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \\ &= 0,070 \text{ liter/min} \end{aligned}$$

b. Konsumsi Udara Saat Piston Mundur

$$\begin{aligned} q_{\text{mundur}} &= A_n \times S \times n \times \frac{(P_a + P_{atm})}{P_{atm}} \\ &= 0,0022 \text{ m}^2 \times 0,1 \times 2 \times \frac{(6 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})}{10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \\ &= 0,00308 \text{ liter/min} \end{aligned}$$

4.6.6 Perhitungan untuk daya silinder *bucket*

Diketahui :

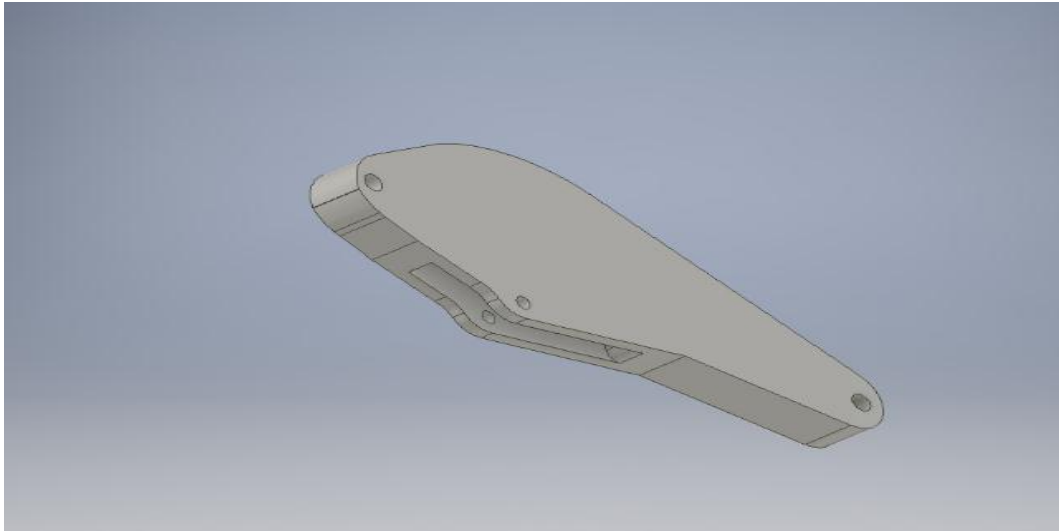
$$F_{\text{bucket}} = 1,228 \text{ kg}$$

$$V_{\text{bucket}} = 42,65 \text{ kecepatan piston bucket (m/s)}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{bucket}} &= \frac{F_{\text{bucket}} \cdot V}{75} \\ &= \frac{1,228 \text{ kg} \times 5 \text{ (m/s)}}{75} = 0,081 \text{ kgm/s} \end{aligned}$$

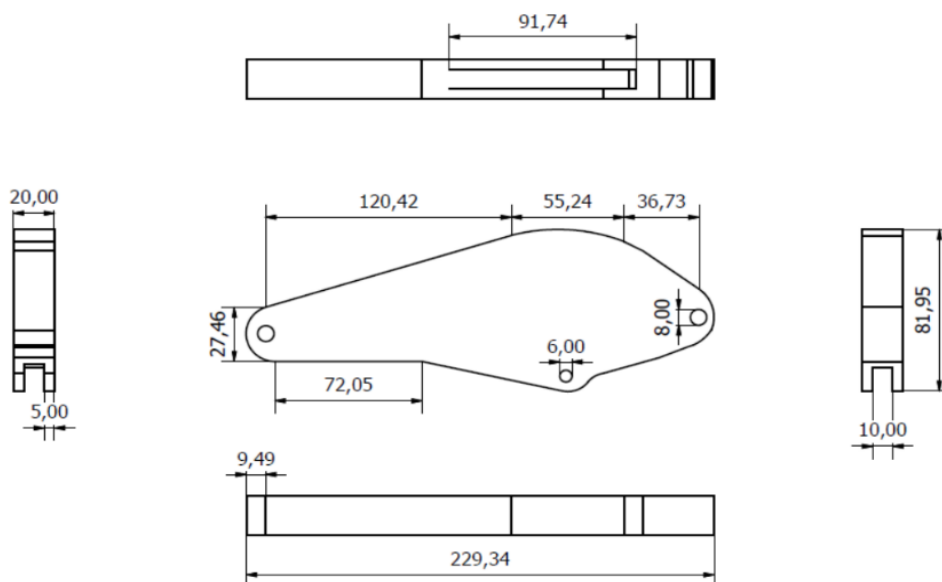
4.7. Desain Gambar Arm

4.7.1 Desain gambar arm 3D



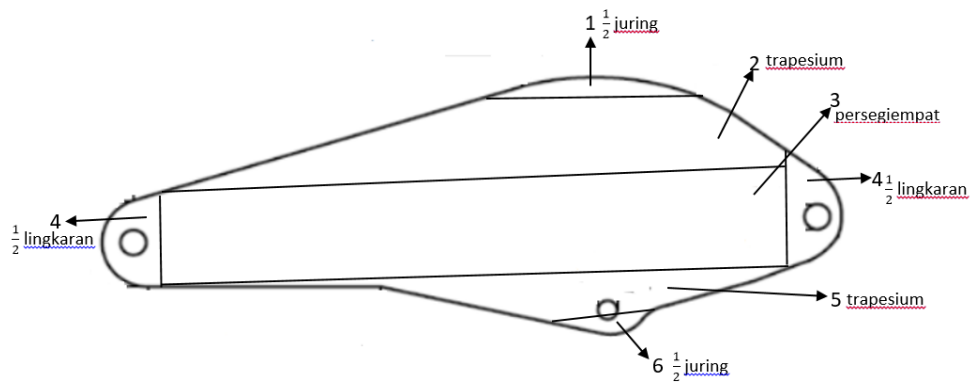
Langkah kedua ini membuat lengan *Arm* dengan desain 3D.

Gambar 4.14. Desain arm *front shovel*



Gambar 4.15. Ukuran Arm front shovel

4.8.Perhitungan Arm



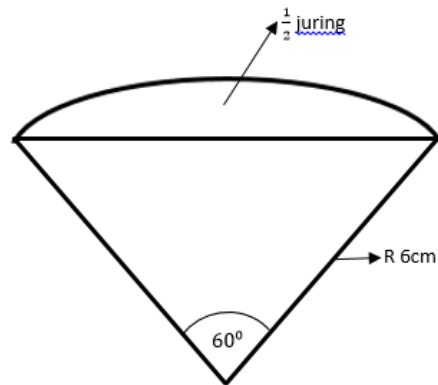
Gambar 4.16. sisi dari arm

Keterangan :

- Gambar nomor satu menunjukkan sisi Arm luas $\frac{1}{2}$ tembereng
- Gambar nomor dua menunjukkan sisi Arm luas trapesium
- Gambar nomor tiga menunjukkan sisi Arm persegiempat
- Gambar nomor empat menunjukkan sisi Arm luas $\frac{1}{2}$ lingkaran
- Gambar nomor lima menunjukkan sisi Arm luas trapesium
- Gambar nomor enam menunjukkan sisi Arm luas $\frac{1}{2}$ tembereng

4.8.1. Pembagian sisi Arm

Luassisi_{arm1} = luas tembereng



Gambar 4.17. luas $\frac{1}{2}$ tembereng

$$Sp = 60^\circ$$

$$R = 6 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} L \text{ tembereng} &= \frac{Sp}{360^\circ} \times \pi \times r^2 - \frac{1}{2} \times r^2 \sin \alpha \\ &= \frac{60^\circ}{360^\circ} \times \frac{22}{7} \times 6^2 - \frac{1}{2} \times 6^2 \sin 60 \\ &= 3,268 \text{ cm}^2 = 3,268 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

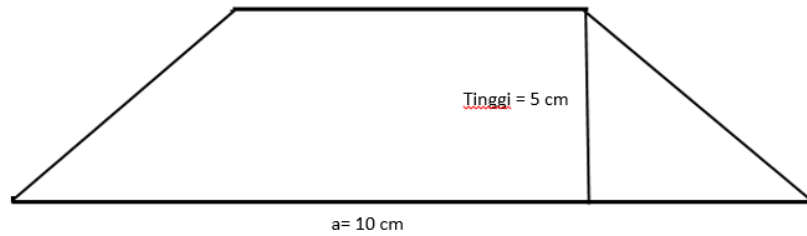
Catatan :

Sp = sudut pusat

Pb = panjang busur

Lt = luas tembereng

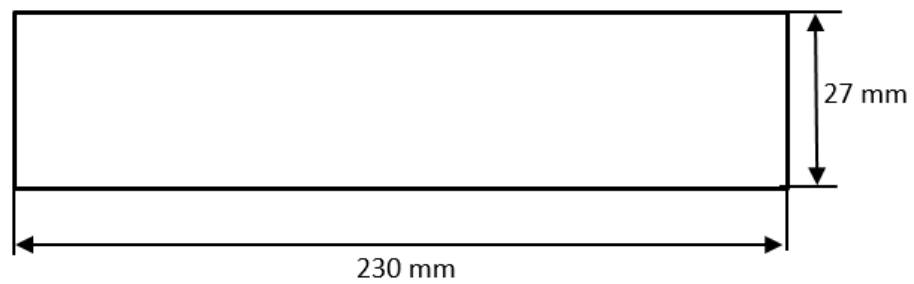
Luassisi_{arm2} = trapesium



Gambar 4.18. luas trapesium

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times (a + b) \times t \\
 &= \frac{1}{2} \times (10 + 5) \times 5 \\
 &= 37,5 \text{ cm}^2 = 37,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

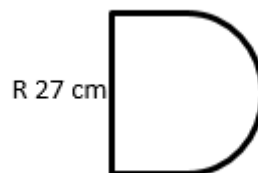
Luassisi_{arm3} = persegiempat



Gambar 4.19. luas persegi panjang

$$\begin{aligned}
 &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\
 &= 230 \text{ mm} \times 27 \text{ mm} \\
 &= 6210 \text{ mm}^2 = 6210 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 62,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

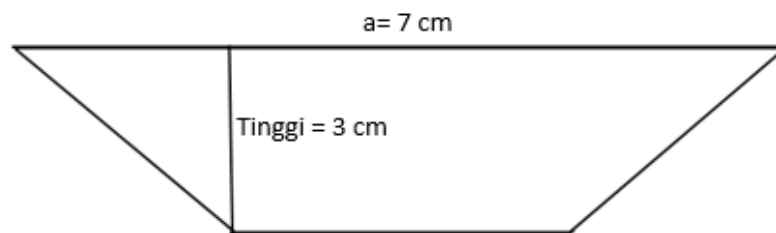
Luassis_{arm4} = setengah lingkaran



Gambar 4.20. luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

$$\begin{aligned}
 \text{luas } \frac{1}{2} \text{ lingkaran} &= \frac{\pi r^2}{2} \\
 &= \frac{\frac{22}{7} \times 27}{2} \\
 &= 42,428 \text{ cm}^2 = 42,428 \times 10^{-4} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

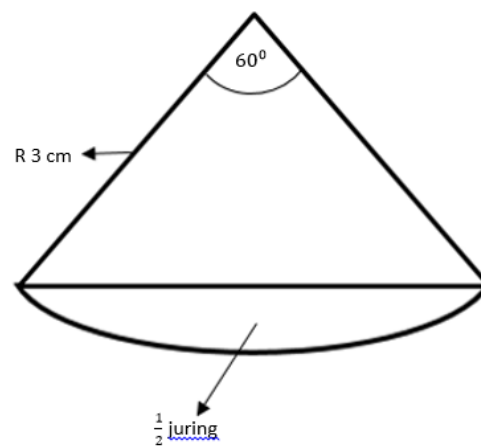
Luassisi_{arm5} = trapesium



Gambar 4.21.luas trapesium

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times (a + b) \times t \\
 &= \frac{1}{2} \times (7 + 3) \times 3 \\
 &= 15 \text{ cm}^2 = 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luassisi_{arm6} = luas tembereng



Gambar 4.22.luas $\frac{1}{2}$ tembereng

$$Sp = 60^\circ$$

$$R = 4 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} L \text{ tembereng} &= \frac{Sp}{360^\circ} \times \pi \times r^2 - \frac{1}{2} \times r^2 \times \sin \angle \\ &= \frac{60^\circ}{360^\circ} \times \frac{22}{7} \times 4^2 - \frac{1}{2} \times 4^2 \times \sin 60 \\ &= 1,452 \text{ cm}^2 = 1,452 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Catatan :

Sp = sudut pusat

Pb = panjang busur

Lj = luas tembereng

4.8.2. Luas bidang Arm adalah jumlah volume sisi Arm

luas Arm 1 + luas Arm 2 + luas Arm 3 + luas Arm 4 + luas Arm 5

+ luas Arm6

$$\begin{aligned} &= 3,268 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 37,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 62,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 42,428 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ &+ 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 1,452 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ &= 161,748 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kemudian akan di kali 2 dengan sisi sebelah kanan karna mempunyai dua sisi dengan perhitngan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_{\text{totalarm}} &= L_{\text{bidangarm}} \times 2 \\ &= 161,748 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 2 \\ &= 323,496 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan hasil dari luas bidang Arm adalah $323,496 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ kemudian menghitung berapa Volume total bidang Arm dengan rumus seperti dibawah ini :

Diketahui :

$$L_{\text{sa}} = 323,496 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{lebar (W)} = 20 \text{ mm} = 0,002 \text{ m}$$

Ditanyakan :

$V_{\text{totalbidangArm}}$?

$$\begin{aligned}V_{\text{totalbidang}_{\text{arm}}} &= \text{luas bidang}_{\text{arm}} \times \text{lebar (w)} \\ &= 323,496 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 0,002 \text{ m} \\ &= 0,646 \times 10^{-4} \text{ m}^3\end{aligned}$$

Diibaratkan Arm berbentuk Persegi dengan luas $0,646 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ panjang sisinya
 $= \sqrt{0,646 \times 10^{-4}}$ dari luas Keliling = $8,037 \text{ mm} \times 4 = 0,032 \text{ mm}$

Volume selimutArm ?

Diketahui = luas selimut Arm = $0,032 \text{ mm}$

$T_{\text{eabl}} = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$

$$\begin{aligned}V_{\text{selimut}_{\text{arm}}} &= \text{luas selimut Arm} \times \text{tebal (w)} \\ &= 0,032 \text{ mm} \times 0,005 \text{ m} \\ &= 1,607 \times 10^{-4} \text{ m}^3\end{aligned}$$

Setelah hasil berat total arm diketahui adalah $1,607 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, kemudian menghitung berat massa jenis besi yang digunakan, disini massa jenis besi sudah ditentukan menjadi 7850 kg . dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}V_{\text{totalarm}} &= V_{\text{total bidang arm}} + V_{\text{selimut arm}} \\ &= 0,646 \times 10^{-4} \text{ m}^3 + 1,607 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\ &= 2,253 \times 10^{-4} \text{ m}^3\end{aligned}$$

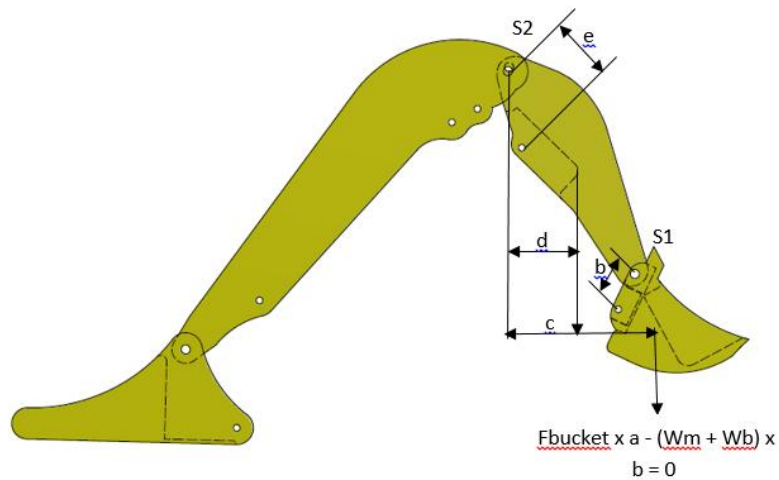
$$\begin{aligned}\text{Massa}_{\text{totalarm}} &= V_{\text{total arm}} \times \text{massa jenis besi} \\ &= 2,253 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1,768 \text{ kg}\end{aligned}$$

Catatan : Bma = berat bahan material Arm

Bjb = massa jenis bahan besi (7850 kg)

Berat Bahan Arm = 1,768 kg

4.8.3 Menghitung titik berat Arm



Gambar 4.23. titik berat Arm

Untuk mencari berat Arm tentukan dahulu titik berat dari benda tersebut dengan cara sebagai berikut :

Diketahui :

F_{arm} = gaya total yang dihasilkan Arm

$$F_{\text{bucket}} = 23,697 \text{ N}$$

$$f = 75,75 \text{ mm}$$

$$\text{Sudut } \alpha = 45^\circ$$

$$\text{Gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} W_{\text{arm}} &= 1,768 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 17,350 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= (W_b + W_m) \times \cos(\alpha) + a \\ &= 26,026 \text{ N} \times \cos(45^\circ) + 5,52 \\ &= 23,923 \text{ N} \\ D &= \frac{(W_b + W_m)}{2} \times \cos(\alpha) \end{aligned}$$

$$= \frac{(26,026)}{2} \times \cos(45^\circ)$$

$$= 9,201 \text{ N}$$

$$E = 71,67 \text{ mm}$$

4.8.4 Perhitungan titik berat dari Arm

$$\sum Ms_2 = 0$$

$$= -(W_b + W_m) \times c + (F_1 + f) - (W_{arm} \times d) + (F_2 \times e)$$

$$-(F_2 \times e) = -(W_b + W_m) \times c + (F_1 + f) - (W_{arm} \times d)$$

$$(F_2 \times e) = (W_b + W_m) \times c - (F_1 + f) + W_{arm} \times d$$

$$F_2 = \frac{(W_b + W_m) \times c - (F_1 + f) + W_{arm} \times d}{e}$$

$$= \frac{((26,026 \text{ N}) \times 23,923 \text{ N}) - (23,697 \text{ N} + 75,75 \text{ mm}) + (17,350 \text{ N} \times 9,201 \text{ mm})}{71,67 \text{ mm}}$$

$$F_2 = 11,640 \text{ N}$$

$$F_{arm} = \frac{F_{arm} \times \cos 45^\circ}{\cos 45^\circ}$$

$$= \frac{11,640 \text{ N}}{\cos 45^\circ}$$

$$= 16,461 \text{ N}$$

Jadi, hasil dari berat Arm adalah 16,461 N

Dalam menentukan perhitungan Arm pertama yang dihitung adalah berat Arm, berat bucket dan berat material dengan rumus seperti dibawah ini :

4.9. Beban Arm

Diketahui :

$$\text{Berat Arm} = 17,350 \text{ N}$$

$$\text{Berat bucket} = 12,046 \text{ N}$$

$$\text{Berat material} = 13,980 \text{ N}$$

$$\text{Berat Arm} + \text{Berat bucket} + \text{berat material}$$

$$17,350 \text{ N} + 12,046 \text{ N} + 13,980 \text{ N}$$

$$= 43,376 \text{ N}$$

Jadi, hasil dari berat Arm total adalah 43,376 N

4.9.1 Beban yang ditahan silinder Arm (F) adalah

$$F = P \times A \times \mu$$

Keterangan :

F = gaya (N)

A = luas penampang torak (mm)

μ = koefisiensi gesekan

P = tekanan pengukuran (Pa)

D = diameter batang selinder

$$F = 43,376 \text{ N}$$

$$P = 8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\mu = 0,8$$

$$F = P \times A \times \mu$$

$$43,376 \text{ N} = 8 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times 0,8$$

$$43,376 \text{ N} \times 4 = 8 \times 10^5 \text{ Pa} \times \pi \times D^2 \times 0,8$$

$$173,504 \text{ N} = 20 \times 10^5 \text{ Pa} \times D^2$$

$$D^2 = \frac{173,504 \text{ N}}{20 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

$$D^2 = 7,478 \times 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$D^2 = \sqrt{7,478 \times 10^{-5}}$$

$$D = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$D = 8 \text{ mm}$$

Dari perhitungan yang didapatkan maka diameter silinder pnumatik sebesar 8 mm dan diameter batang piston sebesar 6 mm.

4.9.2. Perhitungan Daya Kompresor

a. Debit kompresor

Debit kompresor merupakan jumlah udara yang dialirkan kedalam silinder pneumatik dapat dihitung dengan cara :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots 3$$

Keterangan :

Q = debit aliran udara

A = luas penampang saluran

V = kecepatan piston direncanakan 500 m/menit = 8,3 mm/dtk

D = diameter saluran pipa udara

Debit aliran udara

$$D = 5 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 5^2 = 19,634 \text{ mm}^2 = 0,0196 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times V$$

$$= 0,0196 \text{ m}^2 \times 8,3 \text{ m/dtk}$$

$$= 2,365 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

b. Daya Kompresor

setelah didapatkan dari debit kompresor yang telah dihitung maka daya kompresor dapat dicari dengan rumus :

$$N_s = (Q_s) \times (\eta_{\text{tot}}) \dots\dots\dots 4$$

$$N_s = (\text{Daya Kompresor}) (l/\text{dtk})$$

$$\eta_{\text{tot}} = \text{Effisiensi total} = 0,8$$

Diketahui :

$$Q_s \text{ (debit kompresor)} = 2,365 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\eta_{\text{tot}} = \text{Effisiensi total} = 0,8$$

perhitungan :

$$N_s = (2,365 \text{ m}^3/\text{dtk}) \times (0,8)$$

$$N_s = 1,892 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$N_s = 1,892 \text{ m}^3/\text{dtk} : 746 \text{ kw}$$

$$N_s = 2,536 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Maka didapatkan daya kompresor sebesar $2,536 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dtk}$ sehingga dapat memilih kompresor dengan spesifikasi 16 Pk.

c. Tekanan udara (Kg/cm²) yang dimasukkan.

$$P = F/A \dots\dots\dots 5$$

Keterangan :

- $P =$ (tekanan) satuannya N/m^2 .
- $F =$ (gaya) satuannya *Newton*.
- $A =$ (luas penampang) satuannya m^2 .

$$F_2 = 43,376 \text{ N}$$

$$A = 0,0196 \text{ m}^2$$

$$P = F/A$$

$$= \frac{43,376 \text{ N}}{0,0196 \text{ m}^2}$$

$$= 2208,553 \text{ N/m}^2$$

4.9.3 Perhitungan untuk silinder *arm*

Diketahui :

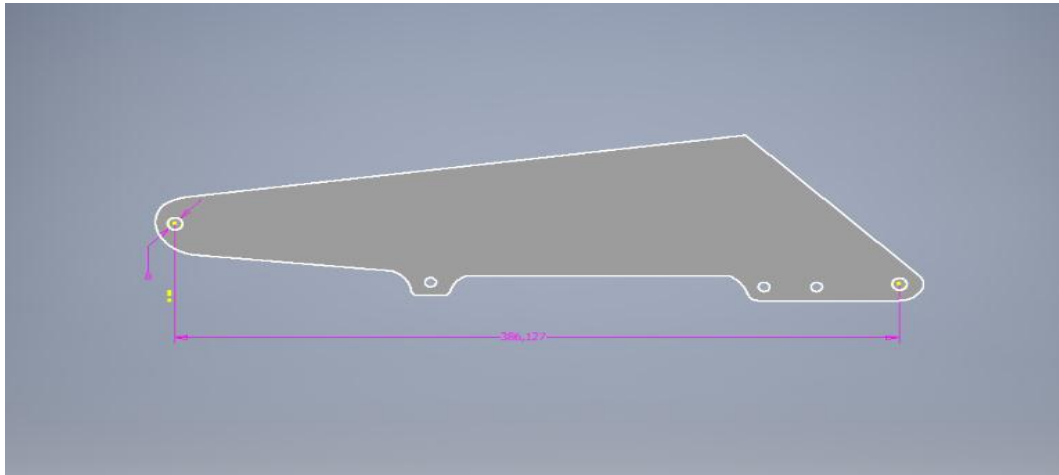
$$F_{Arm} = 1,768 \text{ kg}$$

$$V_{Arm} = 76,61 \text{ kecepatan piston Arm (m/s)}$$

$$\begin{aligned} N_{sarm} &= \frac{F_{arm} \cdot V}{75} \\ &= \frac{1,768 \text{ kg} \times 5 \text{ (m/s)}}{75} = 0,117 \text{ kgm/s} \end{aligned}$$

4.10. Perancangan desain *boom front shovel*

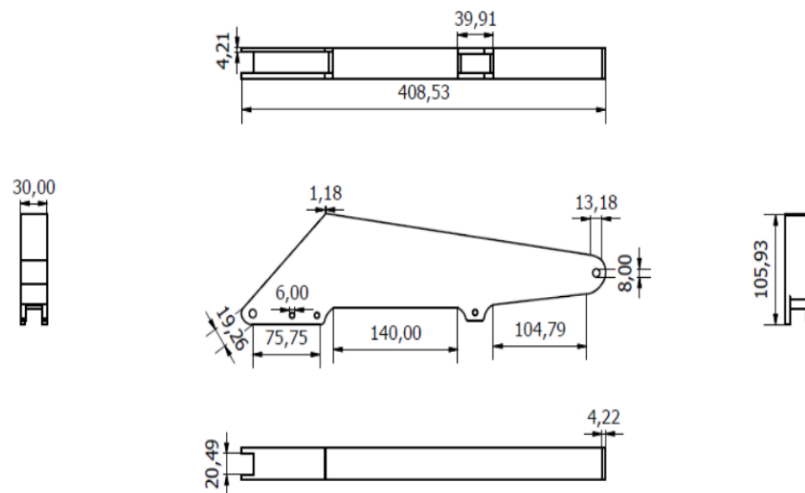
4.10.1. Gambar desain lengan *boom*



Langkah ketiga ini membuat lengan *boom* dengan desain 3D.

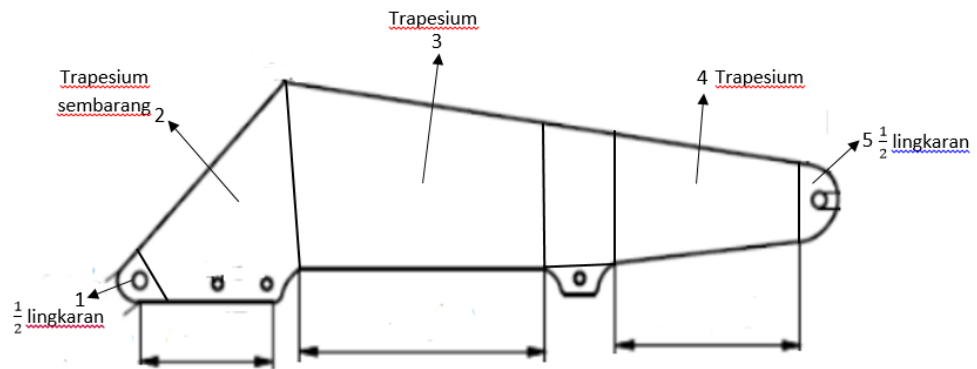
Gambar 4.24. Desain boom *front shovel*

4.10.2. Gambar kerja



Gambar 4.25. Ukuran boom *front shovel*

4.11. Perhitungan *Boom*

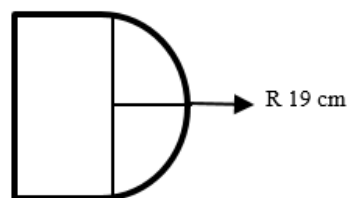


Gambar 4.26. pembagian sisi boom

- Gambar nomor satu menunjukkan sisi *Boom* luas $\frac{1}{2}$ lingkaran
- Gambar nomor dua menunjukkan sisi *Boom* luas trapesium sembarang
- Gambar nomor tiga menunjukkan sisi *Boom* luas trapesium
- Gambar nomor empat menunjukkan sisi *Boom* luas trapesium
- Gambar nomor lima menunjukkan sisi *Boom* luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

4.11.1. Pembagian sisi dari *Boom*

$$\text{Luassisi}_{\text{boom1}} = \frac{1}{2} \text{lingkaran}$$



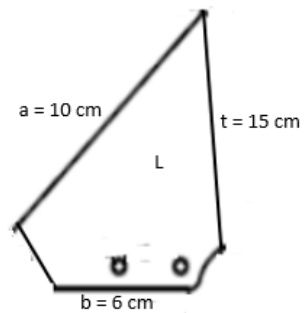
Gambar 4.27. luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

$$= \frac{1}{2} \text{lingkaran} \times \pi \times r$$

$$= \frac{1}{2} \times 3,14 \times 19 \text{ cm}$$

$$= 30 \text{ cm}^2 = 30 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Luassisi_{boom2} = = trapesium sembarang



Gambar 4.28. luas trapesium sembarang

$$= \frac{1}{2} (a + b) t$$

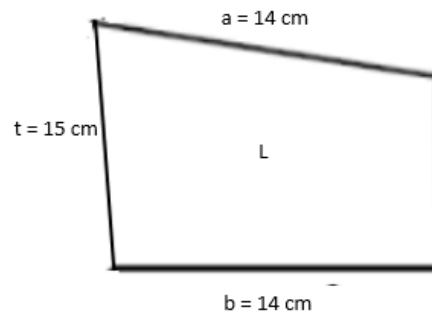
$$= \frac{1}{2} \times (10\text{cm} + 6\text{cm}) \times 15\text{cm}$$

$$L = 120 \text{ cm}^2 = 120 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Catatan :

- a : panjang sisi atas trapesium
- b : panjang sisi bawah trapesium
- t : tinggi trapesium

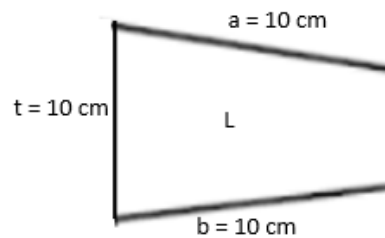
Luassisi_{boom3} = trapesium



Gambar 4.29. luas trapesium

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} (a + b) t \\
 &= \frac{1}{2} \times (14\text{cm} + 14 \text{ cm}) \times 15 \text{ cm} \\
 &= 210 \text{ cm}^2 = 210 \times 10^{-4} \text{ m}
 \end{aligned}$$

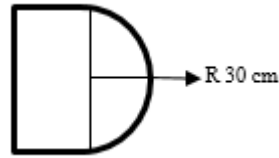
Luassisi_{boom4} = trapesium



Gambar 4.30. trapesium

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} (a + b) t \\
 &= \frac{1}{2} \times (10\text{cm} + 10\text{cm}) \times 10\text{cm} \\
 &= 100 \text{ cm}^2 = 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Luassisi}_{\text{boom5}} = \frac{1}{2} \text{ lingkaran}$$



Gambar 4.31. luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \text{ lingkaran} \times \pi \times r \\ &= \frac{1}{2} \times 3,14 \times 30 \\ &= 48 \text{ cm}^2 = 48 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4.11.2 Luas sisi bagian *Boom* adalah jumlah Luas sisi *Boom*

$$\begin{aligned} &\text{Luas sisi Boom 1} + \text{Luas sisi Boom 2} + \text{Luas sisi Boom 3} \\ &+ \text{Luas sisi Boom 4} + \text{Luas sisi Boom 5} \\ &= 30 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 120 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 210 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 48 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ &= 508 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kemudian akan di kali 2 dengan sisi sebelah karena mempunyai dua sisi dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= \text{Lsb} \times 2 \\ &= 508 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 2 \\ &= 1016 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan hasil dari luas bidang *Boom* adalah $1016 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, kemudian menghitung berapa Volume total bidang *Boom* dengan rumus seperti dibawah ini:

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Lsa} &= 1016 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ \text{lebar (W)} &= 30 \text{ mm} = 0,003 \text{ m} \end{aligned}$$

Ditanyakan :

$V_{\text{total bidang Boom}}$?

$$\begin{aligned}V_{\text{total bidang Boom}} &= \text{luas bidang Boom} \times \text{lebar (w)} \\ &= 1016 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 0,003 \text{ m} \\ &= 3,048 \times 10^{-4} \text{ m}^3\end{aligned}$$

Diibaratkan *Boom* berbentuk Persegi dengan luas $3,048 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ panjang sisinya
 $= \sqrt{3,048 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$ dari luas Keliling = $1,321 \text{ mm} \times 4 = 5,285 \text{ mm}$

Volume selimut *Arm* ?

Diketahui = luas selimut *Boom* = $5,285 \text{ mm}$

$T_{\text{tebal}} = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$

$$\begin{aligned}V_{\text{selimut Boom}} &= \text{luas selimut Boom} \times \text{tebal (w)} \\ &= 5,285 \text{ mm} \times 0,005 \text{ m} \\ &= 0,026 \times 10^{-4} \text{ m}^3\end{aligned}$$

Setelah hasil berat total *Boom* diketahui adalah $0,026 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, kemudian menghitung berat massa jenis besi yang digunakan, disini massa jenis besi sudah ditentukan menjadi 7850 kg . dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}V_{\text{total arm}} &= V_{\text{total bidang Boom}} + V_{\text{selimut Boom}} \\ &= 3,048 \times 10^{-4} \text{ m}^3 + 0,026 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\ &= 3,071 \times 10^{-4} \text{ m}^3\end{aligned}$$

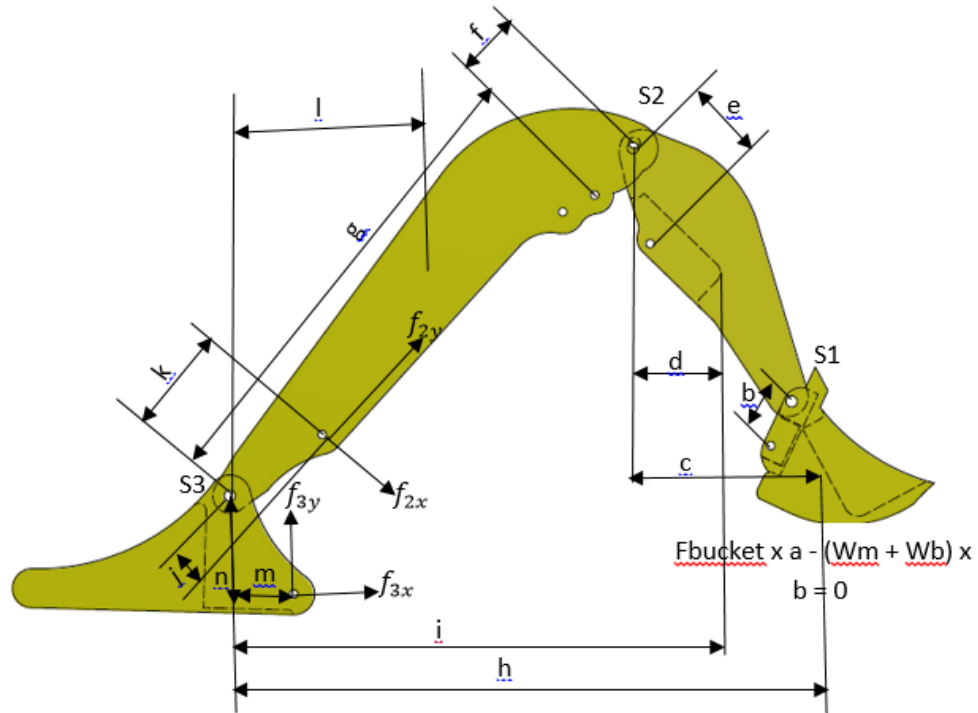
$$\begin{aligned}\text{Massa}_{\text{total Boom}} &= V_{\text{total Boom}} \times \text{massa jenis besi} \\ &= 3,071 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 2,410 \text{ kg}\end{aligned}$$

Catatan : B_{ma} = berat bahan material *Boom*

Bjb = massa jenis bahan besi (7850 kg)

Berat Bahan Boom = 2,410 kg

4.11.3 Menghitung titik berat Boom



Gambar 4.32. titik berat Boom

Untuk mencari berat Arm tentukan dahulu titik berat dari benda tersebut dengan cara sebagai berikut :

Diketahui :

F_{Boom} = gaya total yang dihasilkan Boom

$F_{1bucket}$ = 23,697 N

F_{2Arm} = 16,461 N

Sudut α = 45^0

Gravitasi = 9,81 m/s²

W_{Boom} = 2,410 kg x 9,81 m/s²

= 23,642 N

$$\begin{aligned}
 C &= (Wb + Wm) \times \cos(\alpha) + a \\
 &= 26,026 \text{ N} \times \cos(45^\circ) + 5,52 \\
 &= 23,923 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(Wb+Wm)}{2} \times \cos(\alpha) \\
 &= \frac{(26,026)}{2} \times \cos(45^\circ) \\
 &= 9,201 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$E = 71,67 \text{ mm}$$

$$f = 75,75 \text{ mm}$$

$$G = 340,1 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 H &= C + ((f + g)) \times \cos(30^\circ) \\
 &= 23,923 + ((75,75 + 340,1)) \times \cos(30^\circ) \\
 &= 384,059 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I &= ((f + g)) \times \cos(30^\circ) + D \\
 &= ((75,75 + 340,1)) \times \cos(30^\circ) + 9,201 \text{ N} \\
 &= 369,337 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{((75,75 + 340,1)) \times \cos(30^\circ)}{2} \\
 &= 180,068 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$K = 136,04 \text{ mm} \quad f_{2y} = 30^\circ$$

$$L = 180,068 \text{ mm} \quad f_{2x} = 30^\circ$$

$$M = 50 \text{ mm} \quad f_{3y} = 45^\circ$$

$$N = 65 \text{ mm} \quad f_{3x} = 45^\circ$$

4.11.4 Perhitungan titik berat dari Boom

$$\sum Ms_3 = 0$$

$$= -(W_b + W_m) \times h + (F_1 + g) - (W_{Arm} \times i) + (F_2y \times j) - (F_2x \times k) -$$

$$(W_{Boom} \times l) + (F_3x \times n) + (F_3y \times m)$$

$$(F_3x \times n) + (F_3y \times m) = -(W_b + W_m) \times h + (F_1 + g) - (W_{Arm} \times i) +$$

$$(F_2y \times j) - (F_2x \times k) - (W_{Boom} \times l)$$

$$(F_3x \times n) + (F_3y \times m) = (W_b + W_m) \times h - (F_1 + g) + (W_{Arm} \times i) -$$

$$(F_2y \times j) + (F_2x \times k) - (W_{Boom} \times l)$$

$$F_3 = \frac{(W_b + W_m) \times h - (F_1 + g) + (W_{Arm} \times i) - (F_2y \times j) + (F_2x \times k) - (W_{Boom} \times l)}{(F_3x \times n) + (F_3y \times m)}$$

$$\frac{((26,026N) \times 384,059mm - (23,697 N + 340,1 mm) + (17,350 N \times 369,337 N) - (30^0 \times 43mm) + (30^0 \times 136,04) + (23,642 N \times 180,068 mm))}{(45^0 \times 65mm) + (45^0 \times 50mm)}$$

$$\frac{((26,026N) \times 384,059mm - (23,697 N + 340,1 mm) + (17,350 N \times 369,337 N) - (30^0 \times 43mm) + (30^0 \times 136,04) + (23,642 N \times 180,068 mm))}{115 mm}$$

$$F_3 = 177,275 N$$

$$F_{boom} = \frac{F_{arm} \times x}{\cos 45^0}$$

$$= \frac{177,275 N}{\cos 45^0}$$

$$= 250,704 N$$

Jadi, hasil dari titik berat Boom adalah 250,704 N

4.12. Beban Boom

Diketahui :

$$\text{Berat Boom} = 23,642 N$$

$$\text{Berat Arm} = 17,350 N$$

$$\text{Berat Bucket} = 12,046 N$$

$$\text{Berat material} = \text{berat jenis pasir} = 13,980 N$$

$$\begin{aligned} & \text{Berat Boom} + \text{Berat Arm} + \text{Berat bucket} + \text{berat material} \\ & 23,642 \text{ N} + 17,350 \text{ N} + 12,046 \text{ N} + 13,980 \text{ N} \\ & = 67,018 \text{ N} \end{aligned}$$

Cara menghitung besar diameter Silinder Pneumatik yang digunakan, maka dapat digunakan rumus seperti dibawah ini :

4.12.1. Beban yang dikeluarkan silinder Arm (F)

$$F = P \times A \times \mu$$

Keterangan :

F = gaya (N)

A = luas penampang torak (mm)

μ = koefisiensi gesekan

P = tekanan pengukuran (Pa)

D = diameter batang selinder

$$F = 67,018 \text{ N}$$

$$P = 8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\mu = 0,8$$

$$F = P \times A \times \mu$$

$$67,018 \text{ N} = 8 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times 0,8$$

$$67,018 \text{ N} \times 4 = 8 \times 10^5 \text{ Pa} \times \pi \times D^2 \times 0,8$$

$$175,124 \text{ N} = 20 \times 10^5 \text{ Pa} \times D^2$$

$$D^2 = \frac{175,124 \text{ N}}{20 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

$$D^2 = 7,7562 \times 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$D^2 = \sqrt{7,7562 \times 10^{-5}}$$

$$D = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$D = 8 \text{ mm}$$

Dari perhitungan yang didapatkan maka diameter silinder pneumatik sebesar 8 mm dan diameter batang piston sebesar 6 mm.

4.12.2 Perhitungan Daya Kompresor

a. Debit kompresor

Debit kompresor merupakan jumlah udara yang dialirkan kedalam silinder pneumatik dapat dihitung dengan cara :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots 3$$

Keterangan :

Q = debit aliran udara

A = luas penampang saluran

V = kecepatan piston direncanakan 500 m/menit = 8,3 mm/dtk

D = diameter saluran pipa udara

Debit aliran udara

$$D = 5 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 5^2 = 19,634 \text{ mm}^2 = 0,0196 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times V$$

$$= 0,0196 \text{ m}^2 \times 8,3 \text{ m/dtk}$$

$$= 2,365 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

d. Daya Kompresor

setelah didapatkan dari debit kompresor yang telah dihitung maka daya kompresor dapat dicari dengan rumus :

$$N_s = (Q_s) \times (\eta_{\text{tot}}) \dots\dots\dots 4$$

$$N_s = (\text{Daya Kompresor}) (1/\text{dtk})$$

$$\eta_{\text{tot}} = \text{Effisiensi total} = 0,8$$

Diketahui :

$$Q_s \text{ (debit kompresor)} = 2,365 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\eta_{\text{tot}} = \text{Effisiensi total} = 0,8$$

perhitungan :

$$N_s = (2,365 \text{ m}^3/\text{dtk}) \times (0,8)$$

$$N_s = 1,892 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$N_s = 1,892 \text{ m}^3/\text{dtk} : 746 \text{ kw}$$

$$N_s = 2,536 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Maka didapatkan daya kompresor sebesar $2,536 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dtk}$ sehingga dapat memilih kompresor dengan spesifikasi 16 Pk.

b. Tekanan udara (Kg/cm²) yang dimasukkan.

$$P = F/A \dots\dots\dots 5$$

Keterangan :

- P = (tekanan) satuannya N/m^2 .
- F = (gaya) satuannya *Newton*.
- A = (luas penampang) satuannya m^2 .

$$F3 = 67,018 \text{ N}$$

$$A = 0,0196 \text{ m}^2$$

$$P = F/A$$

$$= \frac{67,018 \text{ N}}{0,0196 \text{ m}^2}$$

$$= 3412,321 \text{ N/m}^2$$

4.12.3. Perhitungan untuk daya silinder *boom*

Diketahui :

$$F_{boom} = 2,410 \text{ kg}$$

$$V_{boom} = 21,41 \text{ kecepatan piston bucket (m/s)}$$

$$Nsboom = \frac{F_{boom} \cdot V}{75}$$

$$= \frac{2,410 \text{ kg} \times 5 \text{ (m/s)}}{75} = 0,160 \text{ kgm/s}$$

Jadi daya untuk perlengkapan kerja :

$$N_p : N_s \text{ bucket} + N_{sarm} + N_{sboom} =$$

$$N_p : 0,081 \text{ m/s} + 0,117 \text{ m/s} + 0,160 \text{ m/s} = 0,358 \text{ Hp}$$

Hasil daya untuk perlengkapan kerja adalah 0,358 Hp Daya mesin untuk menggerakkan model shovel menggunakan motor berkapasitas ½ hp dengan 1 phase 1450 rpm dengan merek modern.



1/2 HP

Gambar 4.33. Motor Dengan Merek Modern ½ Hp

Tabel Spesifikasi Modern ½ Hp

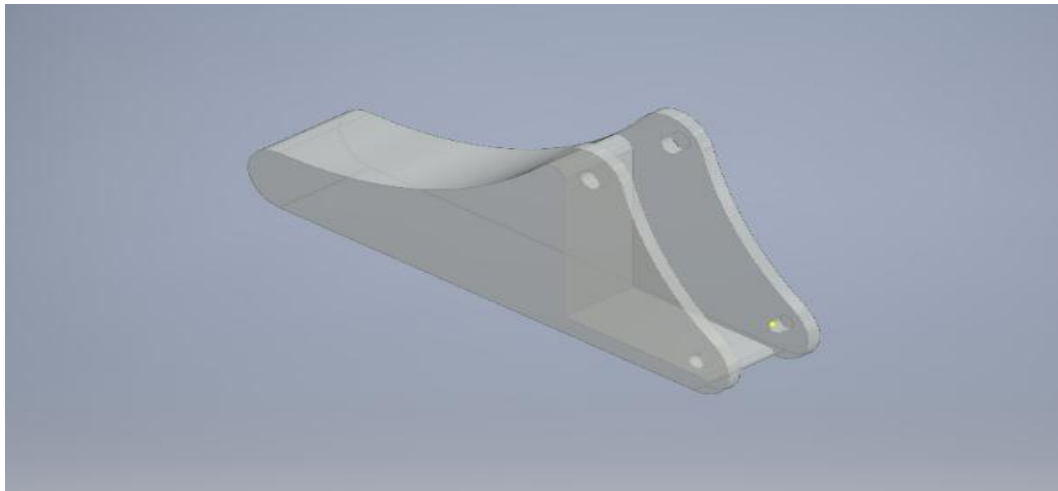
Berat	18kg
Merek	Modern
Tipe	JY1A4
Daya (hp)	½ hp
Daya (kw)	0.37 kw
Voltage	Ac 220 V
Phase	1 phase
Frekuensi	50 Hz
Pole	4

Gambar 4.1 Spesifikasi Modern ½ Hp

4.13. Perancangan desain dudukan dan ukuran dudukan pada *front shovel*

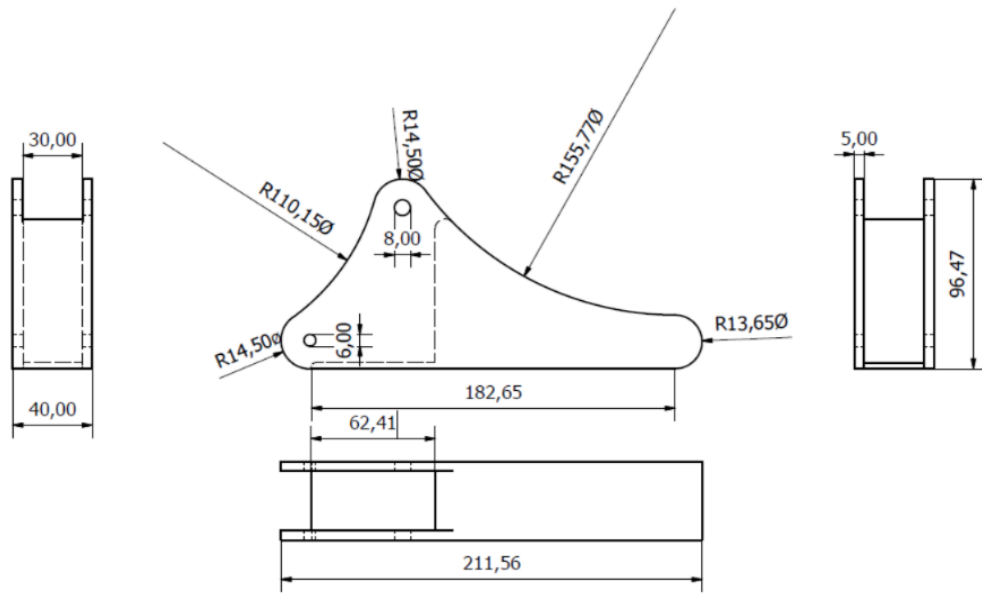
Konsep perancangan dudukan *front shovel* Langkah-langkahnya sebagai berikut :

4.13.1 Perancangan desain dudukan



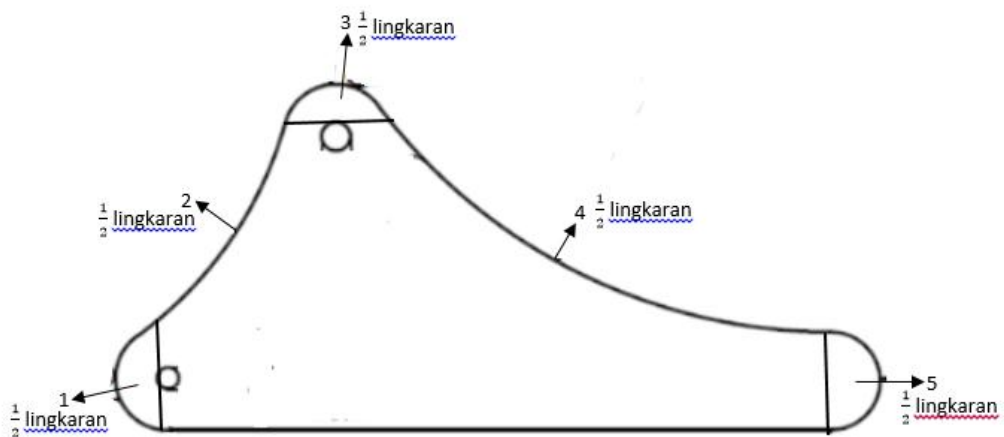
Gambar 4.34. Desain dudukan *front shovel*

4.13.2. Gambar kerja



Gambar 4.35. Ukuran dudukan *front shovel*

4.14. pembagian sisi Dudukan

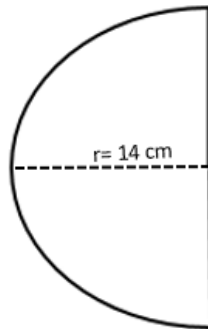


Gambar 4.36. sisi dari dudukan

Keterangan :

- Gambar nomor satu menunjukkan sisi Dudukan luas $\frac{1}{2}$ lingkaran
- Gambar nomor dua menunjukkan sisi Dudukan luas $\frac{1}{2}$ lingkaran
- Gambar nomor tiga menunjukkan sisi Dudukan luas $\frac{1}{2}$ lingkaran
- Gambar nomor empat menunjukkan sisi Dudukan luas $\frac{1}{2}$ lingkaran
- Gambar nomor lima menunjukkan sisi Dudukan luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

Luassisi_{dudukan1} = $\frac{1}{2}$ lingkaran



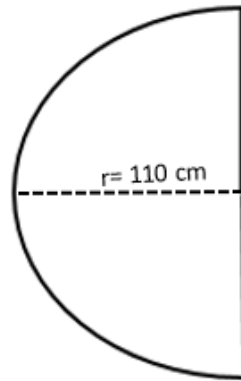
Gambar 4.37. luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

$$\frac{1}{2} \text{ lingkaran} = \frac{1}{2}\pi r$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{22}{7} \times 14 \text{ cm}$$

$$= 22 \text{ cm}^2 = 22 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad = 48 \text{ cm}^2 = 48 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Luassisi_{dudukan2} = $\frac{1}{2}$ lingkaran



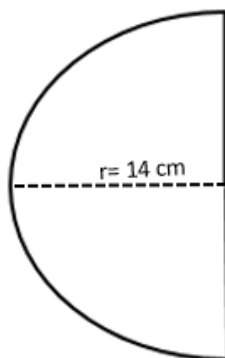
Gambar 4.38. luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

$$\frac{1}{2} \text{ lingkaran} = \frac{1}{2}\pi r$$

$$= \frac{1}{2} \times 3,14 \times 110 \text{ cm}$$

$$= 172,7 \text{ cm}^2 = 172,7 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

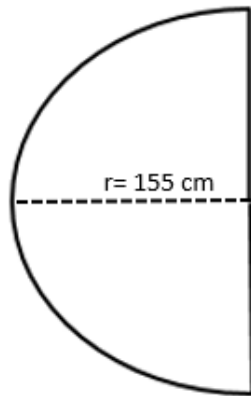
Luassisi_{dudukan3} = $\frac{1}{2}$ lingkaran



Gambar 4.39. luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ lingkaran} &= \frac{1}{2} \pi r \\ &= \frac{1}{2} \times \frac{22}{7} \times 14 \text{ cm} \\ &= 22 \text{ cm}^2 = 22 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

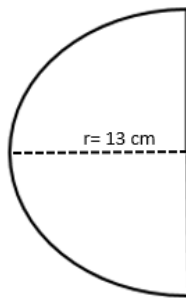
$$\text{Luassisi}_{\text{dudukan4}} = \frac{1}{2} \text{ lingkaran}$$



Gambar 4.40. luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ lingkaran} &= \frac{1}{2} \pi r \\ &= \frac{1}{2} \times 3,14 \times 155 \text{ cm} \\ &= 243,35 \text{ cm}^2 = 243,35 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Luassisi}_{\text{dudukan5}} = \frac{1}{2} \text{ lingkaran}$$



Gambar 4.41. luas $\frac{1}{2}$ lingkaran

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ lingkaran} &= \frac{1}{2} \pi r \\ &= \frac{1}{2} \times 3,14 \times 13 \text{ cm} \\ &= 20,41 \text{ cm}^2 = 20,41 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4.14.1 luas sisi Dudukan adalah jumlah sisi Dudukan

$$\begin{aligned} &\text{Luas sisi Dudukan 1} + \text{Luas sisi Dudukan 2} + \text{Luas sisi Dudukan 3} + \text{Luas} \\ &\text{sisi Dudukan 4} + \text{Luas sisi Dudukan 5} \\ &= 22 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 172,7 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 22 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 243,35 \times 10^{-4} \text{ m}^2 + 20,41 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ &= 480,46 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kemudian akan di kali 2 dengan sisi sebelah karena mempunyai dua sisi dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= L_{sb} \times 2 \\ &= 480,46 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 2 \\ &= 960,92 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan hasil dari luas total sisi boom adalah 4,8 m³, kemudian menghitung berapa volume dudukan dengan rumus seperti dibawah ini :

Diketahui :

$$\begin{aligned} L_{sa} &= 960,92 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\ \text{lebar (W)} &= 40 \text{ mm} = 0,004 \text{ m} \end{aligned}$$

Ditanyakan :

$V_{\text{totalbidangBoom}}$?

$$\begin{aligned} V_{\text{total bidang Dudukan}} &= \text{luas bidang dudukan} \times \text{lebar (w)} \\ &= 960,92 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 0,004 \text{ m} \\ &= 3,843 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Diibaratkan *dudukan* berbentuk Persegi dengan luas $3,843 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ panjang sisinya $= \sqrt{3,843 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$ dari luas Keliling $= 1,960 \text{ mm} \times 4 = 7,842 \text{ mm}$

Volume selimut dudukan ?

Diketahui = luas selimut *dudukan* = 7,842 mm

Tebal = 5 mm = 0,005 m

$Vol_{\text{selimut Dudukan}} = \text{luas selimut } Dudukan \times \text{tebal (w)}$

$$= 7,842 \text{ mm} \times 0,005 \text{ m}$$

$$= 0,0392 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Setelah hasil berat total *Boom* diketahui adalah $0,0392 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, kemudian menghitung berat massa jenis besi yang digunakan, disini massa jenis besi sudah ditentukan menjadi 7850 kg. dengan rumus sebagai berikut :

$V_{\text{totaldudukan}} = V_{\text{total bidang } dudukan} + V_{\text{selimut } dudukan}$

$$= 3,843 \times 10^{-4} \text{ m}^3 + 0,0392 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$= 3.882 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$Massa_{\text{totaldudukan}} = V_{\text{total } Dudukan} \times \text{massa jenis besi}$

$$= 3.882 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 3,047 \text{ kg}$$

Catatan :

jb = massa jenis bahan besi (7850 kg)

Berat Bahan dudukan = 3,047 kg

Dudukan desain shovel berfungsi sebagai penyangga boom supaya boom bisa tegak lurus terhadap benda kerja. Pada desain dudukan ini berfungsi juga untuk menahan beban boom arm dan bucket.