

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Dasar Teori**

##### **2.1.1 Pengertian Kendaraan Roda Tiga**

Alat transportasi bagi penderita disabilitas pada umumnya berupa modifikasi dari kendaraan roda dua atau sepeda motor. Sepeda motor dimodifikasi sedemikian rupa sehingga tidak membutuhkan kaki pengendara untuk menjadikan sepeda motor stabil saat kondisi diam. Sepeda motor diberi tambahan roda pada bagian belakang maupun depan untuk membuat sepeda motor tersebut menjadi stabil. Sehingga para penderita tidak perlu kesulitan untuk menstabilkan kendaraan mereka saat kondisi diam.

Motor Modifikasi Roda Tiga menjadi salah satu solusi bagi penyandang disabilitas untuk mendapatkan aksesibilitas transportasi dalam menunjang kehidupan sehari-harinya. Kendaraan ini umumnya meluas dipakai oleh penyandang tuna daksa beberapa tahun belakangan ini dan dapat membuktikan bahwa tidak ada keterbatasan bagi penyandang disabilitas untuk dapat mandiri. Berjalan kemanapun dengan aman dan nyaman.

##### **2.1.2 Poros**

*Shaft* (poros) adalah elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu tempat ke tempat lainnya. Daya tersebut dihasilkan oleh gaya tangensial dan momen torsi yang hasil akhirnya adalah daya tersebut akan ditransmisikan kepada elemen lain yang berhubungan dengan poros tersebut. Poros juga merupakan suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (gear), pulley, flywheel, engkol, sprocket dan elemen pemindah lainnya.

- **Macam-macam Poros**

- a. Berdasarkan Pembebanannya

- 1. Poros Transmisi (*transmission shafts*)

Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan shaft. Shaft akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur secara bergantian ataupun kedua-duanya. Pada shaft, daya dapat ditransmisikan melalui gear, belt pulley, sprocket rantai, dll.

- 2. Poros Gandar

Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban puntir dan hanya mendapat beban lentur.

- 3. Poros spindle

Poros spindle merupakan poros transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros spindle juga menerima beban lentur (*axial load*). Poros spindle digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.

- b. Berdasarkan Bentuknya

- 1. Poros lurus



Gambar 2.1 Poros lurus.

- 2. Poros engkol sebagai penggerak utama pada silinder mesin



Gambar 2.2 Poros engkol.

- **Sifat-Sifat Poros Yang Harus Diperhatikan**

- a. Kekuatan poros

Poros transmisi akan menerima beban puntir (twisting moment), beban lentur (bending moment) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya : kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

- b. Kekakuan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau defleksi yang terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktepatan (pada mesin perkakas), getaran mesin (vibration) dan suara (noise). Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

- c. Putaran kritis

Bila putaran mesin dinaikan maka akan menimbulkan getaran (vibration) pada mesin tersebut. Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik, dll. Selain itu, timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya.

- d. Korosi

Apabila terjadi kontak langsung antara poros dengan fluida korosif maka dapat mengakibatkan korosi pada poros tersebut, misalnya propeller shaft pada pompa air. Oleh karena itu pemilihan bahan-bahan poros (plastik) dari bahan yang tahan korosi perlu mendapat prioritas utama.

e. Bahan poros

Material yang biasa digunakan dalam membuat poros adalah *carbon steel* (baja karbon), yaitu *carbon steel* 40 C 8, 45 C 8, 50 C 4, dan 50 C 12. Namun, untuk poros yang biasa digunakan untuk putaran tinggi dan beban yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan (*alloy steel*) dengan proses pengerasan kulit (*case hardening*) sehingga tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, baja khrom nikel molebdenum, baja khrom, baja khrom vanadium, dll. Sekalipun demikian, baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan pembebanan yang berat saja. Dengan demikian perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis proses heat treatment yang tepat sehingga akan diperoleh kekuatan yang sesuai. Beberapa contoh bahan poros dapat dilihat pada Tabel 2.1

Golongan	Kadar C (%)”
Baja lunak	-0,15
Baja liat	“0,2-0,3”
Bajak agak keras	“0,3-0,5”
Baja keras	“0,5-0,8”
Baja sangat keras	“0,8-1,2”

Tabel 2.1. Bahan Poros

### 2.1.3 Poros Dengan Beban Puntir

Berikut ini akan dibahas rencana sebuah poros yang mendapat pembebanan utama berupa torsi, seperti pada poros motor. tarikan, atau tekanan, misalnya jika sebuah sabuk, rantai atau roda gigi dipasangkan pada poros motor, maka kemungkinan adanya pembebanan tambahan tersebut diperhiturrngkan dalam faktor keamanan yang diambil. Tata cara perencanaan diberikan dalam sebuah diagram aliran. Hal-hal yang perlu diperhatikan akan diuraikan seperti di bawah ini. Pertama kali, ambillah suatu kasus di mana daya P (kW) harus ditransmision dan putaran poros  $n_1$  (rpm) diberikan. Dalam

hal ini perlu ditentukan pemeriksaan terhadap daya P tersebut. Jika P adalah daya rata-rata yang diperlukan maka harus dibagi dengan efisiensi mekanis 4 dari sistim transmisi untuk mendapatkan daya penggerak mulai yang diperlukan. Daya yang besar mungkin diperlukan pada saat start, atau mungkin beban yang besar terus bekerja setelah start. Dengan demikian sering kali diperlukan koreksi pada daya rata-rata yang diperlukan dengan menggunakan faktor koreksi pada perencanaan.

Jika P adalah daya nominal output dari motor penggerak, maka berbagai macam faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil. Jika faktor koreksi adalah  $f_c$  (Table 2.2) maka daya rencana  $P_d$  (kW) sebagai atokan adalah sebagai atokan adalah

$$P_d = f_c P \text{ (kw)} \quad [4]$$

Daya rata-rata yang diperlukan	$f_c$
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

**Tabel 2.2** Faktor Koreksi

Jika daya diberikan dalam daya kuda (ps), maka harus dikalikan dengan 0,735 untuk mendapatkan daya dalam kw. Jika momen puntir (disebut juga momen rencana) adalah  $T$  (kg.mm) maka :

$$P_d = \frac{(T/1000)(2\pi n/60)}{102} \quad [4]$$

Sehingga :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n} \quad [4]$$

Bila momen rencana  $T$  (kg.mm) dibebankan pada suatu diameter poros  $d_s$  (mm) maka tegangan geser  $\pi$  (kg/mm<sup>2</sup>) yang terjadi adalah :

$$\pi = \frac{T}{(\pi d_s^3/16)} = \frac{5,1}{d_s^3} \quad [4]$$

Tegangan geser yang diizinkan  $\tau_a$  ( $kg/mm$ ) untuk pemakain umum pada poros dapat diperoleh dengan berbagai cara. Di dalam buku ini  $\tau_a$  dihitung atas dasar batas kelelahan puntir yang besarnya diambil dari batas kelelahan tarik yang besarnya kira-kira dari kekuatan tarik  $\sigma_b$  sesuai dengan standar ASME untuk harga 18 persen ini diambil sebesar  $1/0,18 = 5,6$  harga 5,6 ini diambil untuk beban SF kekuatan yang dijamin. Dan 6.0 untuk bahan s-c dengan pengaruh massa dan baja paduan faktor ini dinyatakan dengan sf V. Dari hal hal diatas maka besarnya  $\tau_a$  dapat dihitung dengan :

$$\tau_a = \sigma_b / (sf_1 \times sf_2) \quad [4]$$

Kemudian, keadaan momen puntir itu sendiri juga harus ditinjau faktor koreksi yang dianjurkan oleh ASME juga diprikai di sini. Faktor ini dinyatakan dengan  $K_t$ , dipilih sebesar 1,0 jika beban dikenakan secara halus, 1,0 -1,5 jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan dan 1,5 – 3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar.

Meskipun dalam perkiraan sementara ditetapkan bahwa beban hanya terdiri atas momen puntir saja perlu ditinjau pula apakah ada kemungkinan pemakaian beban lentur di masa mendatang jika memang diperkirakan akan terjadi pemakaian dengan beban lentur maka dapat dipertimbangkan pemakaian factor  $C_b$  yang harganya antara 1,2 – 2,3. (jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka  $C_b$  diambil 1,0).

Dari persamaan (1.4) diperoleh rumus untuk menghitung diameter poros  $d_s$  (mm) sebagai

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b \right]^{1/3} \quad [4]$$

diameter poros harus dipilih dari gambar 2.7 pada tempat dimana akan dipasang bantalan gelinding. pilihlah satu diameter yang lebih bsar dari harga yang cocok didalam tabel untuk menyesuaikanya dengan diameter dalam dari bantalan. Dari bantalan yang ditentukan dapat jari jari filet yang diperlukan ari tangga poros.

Selanjutnya ukuran pasak dan alur pasak dapat ditentukan dari. Harga faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak  $a$  dan untuk poros bertangga. Periksalah perhitungan tegangan, mengingat diameter yang dipilih dari gambar 2.3 lebih besar dari  $d_s$  yang diperoleh dari perhitungan.

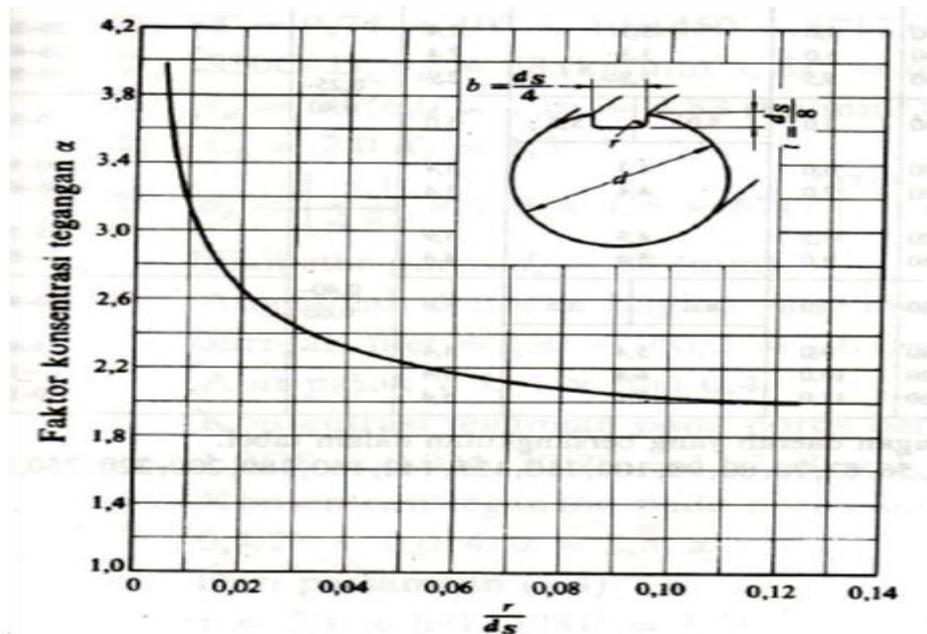
(Satuan mm)

4	10	*22,4	40	100	*224	400
		24		(105)	240	
4,5	11	25	42	110	250	420
	*11,2	28		*112	260	
5	12	30	45	120	280	450
	*12,5	*31,5		48	*315	
*5,6	14 (15)	32	50	125	320	500
				130	340	
6	16 (17)	35	55	140	*355	560
				*35,5	56	
*6,3	18 (19)	38	60	160	380	600
				170	630	
7	20 (22)		63	180		
				190		
*7,1			65	200		
				220		
8			70	220		
				71		
9			75	80		
				85		
			80	90		
				95		

**Keterangan:**

1. Tanda\* menyatakan bahwa bilangan yang bersangkutan dipilih dari bilangan standar.
2. Bilangan di dalam kurung hanya dipakai untuk bagian dimana akan dipasang bantalan gelinding.

Gambar 2.3 Tabel diameter poros [4]



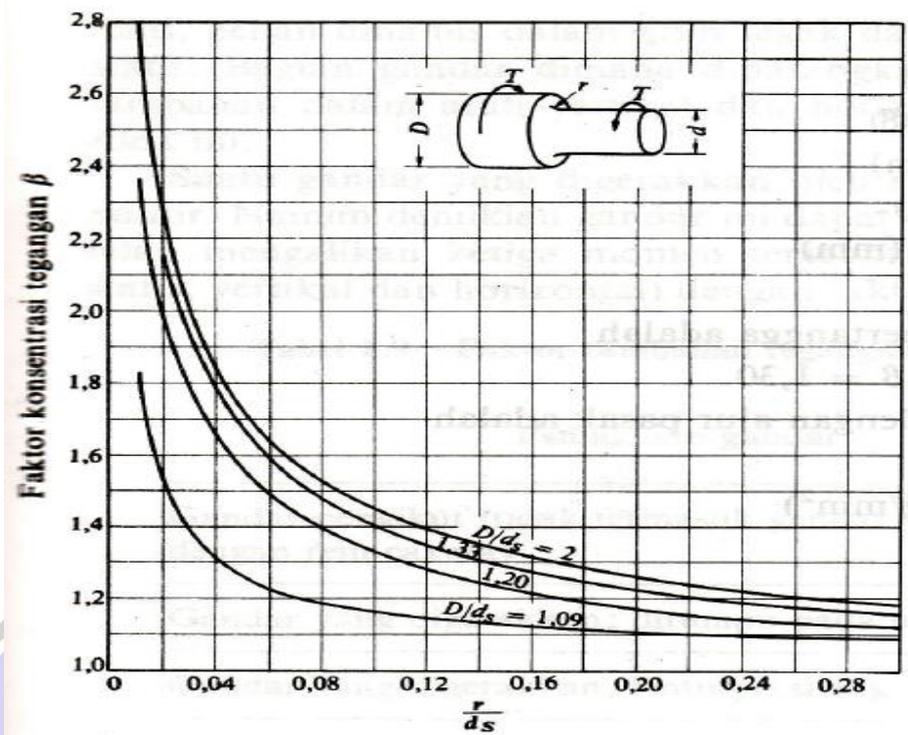
Gambar 2.4 faktor konsentrasi tegangan  $\alpha$  untuk pembebanan puntir statis dari suatu poros bulat dengan alur pasak persegi yang diberi filet.

Ukuran-ukuran utama (Satuan: mm)

Ukuran nominal pasak $b \times h$	Ukuran standar $b, b_1, \text{ dan } b_2$	Ukuran standar $h$		C	$r^*$	Ukuran Standar $t_1$	Ukuran standar $t_2$			$r_1$ dan $r_2$	Referensi Diameter poros yang dapat dipakai $d^{**}$	
		Pasak prismatis	Pasak tirus				Pasak prismatis	Pasak lancur	Pasak tirus			
2 x 2	2	2		0,16- 0,25	6-20	1,2	1,0	0,5	0,08- 0,16	Lebih dari	6-8	
3 x 3	3	3			6-36	1,8	1,4	0,9		"	8-10	
4 x 4	4	4			8-45	2,5	1,8	1,2		"	10-12	
5 x 5	5	5			10-56	3,0	2,3	1,7		"	12-17	
6 x 6	6	6			14-70	3,5	2,8	2,2		"	17-22	
(7 x 7)	7	7	7,2		0,25- 0,40	16-80	4,0	3,0		3,5	3,0	0,16- 0,25
8 x 7	8	7		0,40- 0,60	18-90	4,0	3,3		2,4	"	"	22-30
10 x 8	10	8			22-110	5,0	3,3		2,4	"	"	30-38
12 x 8	12	8			28-140	5,0	3,3		2,4	"	"	38-44
14 x 9	14	9			36-160	5,5	3,8		2,9	"	"	44-50
(15 x 10)	15	10	10,2	0,60- 0,80	40-180	5,0	5,0	5,5	5,0	0,25- 0,40	"	50-55
16 x 10	16	10			45-180	6,0	4,3		3,4	"	"	50-58
18 x 11	18	11			50-200	7,0	4,4		3,4	"	"	58-65
20 x 12	20	12			56-220	7,5	4,9		3,9	"	"	65-75
22 x 14	22	14			63-250	9,0	5,4		4,4	"	"	75-85
(24 x 16)	24	16	16,2	0,60- 0,80	70-280	8,0	8,0	8,5	8,0	0,40- 0,60	"	80-90
25 x 14	25	14			70-280	9,0	5,4		4,4	"	"	85-95
28 x 16	28	16			80-320	10,0	6,4		5,4	"	"	95-110
32 x 18	32	18			90-360	11,0	7,4		6,4	"	"	110-130

\*  $r$  harus dipilih dari angka-angka berikut sesuai dengan daerah yang bersangkutan dalam tabel.  
6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400.

Gambar 2.5 Poros dengan beban puntir.



**Gambar 2.6** Faktor konsentrasi tegangan  $\beta$  untuk pembebanan puntir statis dari suatu poros bulat dengan pengecilan diameter yang diberifilet



### 2.1.4 Poros dengan beban puntir dan lentur

Poros pada umumnya meneruskan daya melalui sabuk, roda gigi dan rantai. Dengan demikian poros tersebut mendapatkan beban puntir dan lentur sehingga pada permukaan poros akan terjadi tegangan geser  $\tau (=T/Z_p)$  karena momen puntir  $T$  dan tegangan  $\sigma (m/z)$  karena momen lentur.

Untuk bahan yang liat seperti pada poros, dapat dipakai teori tegangan geser maksimum

$$\tau_{max} = (5,1 / \sqrt{\frac{\sigma^2 + 4\tau^2}{2}}) \quad [4]$$

Pada poros yang pejal dengan penampang bulat,  $\sigma = 32 M / \pi d_s^3 = 16 T \pi d_s^3$  sehingga

$$\tau_{max} = ( / d_s^3 \sqrt{m^2 + T^2} ) \quad [4]$$

Beban yang bekerja pada poros pada umumnya adalah beban berulang. Jika poros tersebut mempunyai roda gigi untuk meneruskan daya besar maka kejutan berat akan terjadi pada saat mulai atau sedang berputar.

Dengan mengingat macam beban, sifat beban, dll., ASME menganjurkan suatu rumus untuk menghitung diameter poros secara sederhana dimana sudah dimasukkan pengaruh kelelahan karena beban berulang. Disini faktor koreksi  $K_t$  untuk momen puntir seperti terdapat dalam persamaan akan terpakai lagi. Pada poros yang berputar dengan pembebanan momen lentur yang tetap. Besarnya faktor  $K_m$ . Untuk beban dengan pembebanan ringan  $K_m$  terletak antara 1,5 dan 2,0 dan beban dengan tumbukan berat  $K_m$  terletak antara 2 dan 3.

Dengan demikian persamaan () dapat dipakai dalam bentuk

$$\tau_{max} = (5,1 / d_s^3) \sqrt{(k_m)^2 + (K_t T)^2} \quad [4]$$

Besarnya  $\tau_{max}$  yang dihasilkan harus lebih kecil dari tegangan geser yang diizinkan  $\tau_a$  harga – harga  $K_t$  telah diberikan.

Selanjutnya selanjutnya diameter poros ditentukan dengan menganggap bahwa kedua momen seolah olah dibebankan pada poros secara terpisah. Dari hasil kedua perhitungan kemudian dipilih harga diameter yang terbesar namun demikian, pemakaian rumus ASME lebih dianjurkan dari pada metoda ini

Dari persamaan rumus 2.9

$$d_s \geq \left[ \left( \frac{5,1}{\tau_a} \right) \sqrt{(K_m M)} \right]^{1/3} \quad [4]$$

Besarnya deformasi yang disebabkan oleh momen puntir pada poros harus dibatasi juga. Untuk poros yang dipasang pada mesin umum dalam kondisi kerja normal, besarnya defleksi puntiran dibatasi sampai 0,25 atau 0,3 derajat. Untuk poros panjang atau mendapat poros yang mendapat beban kejutan atau berulang, harga tersebut harus dikurangi menjadi ½ dari harga diatas. Sebaliknya, dapat terjadi, pada poros transmisi di dalam suatu pabrik, berapa kali harga diatas, tidak menimbulkan kerusakan apa-apa.

Jika  $d_s$  adalah diameter poros(mm),  $\theta$  defleksi puntiran,  $l$  panjang poros (mm)  $T$  Momen puntir (kg.mm), dan  $G$  modulus geser(kg/mm<sup>2</sup>), maka

$$\theta = 548 \frac{Tl}{Gd_s^4} \quad [4]$$

Dalam hal baja  $G = 8,3 \times 10^3$ (kg/mm<sup>2</sup>) perhitungan  $\theta$  menurut rumus diatas dilakukan untuk memeriksa apakah harga yang di peroleh masih dibawah batas harga yang diperbolehkan untuk pemakaian yang bersangkutan.  $\theta$  dibatasi sampai 0.25<sup>0</sup>

$$d_s \geq 4,1 \sqrt[4]{T} \quad [4]$$

Kekakuan poros terhadap lenturan juga perlu diperiksa. Bila suatu poros baja ditumpu oleh bantalan yang tipis atau banlalan yang mapan sendiri, maka lenturan poros  $y$ , (mm) dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$y = 3,32 \times 10^{-4} \frac{Fl_1^2 l_2^2}{d_s^4 l} \quad [4]$$

dimana  $d_s$  = diameter poros (mm),  $l$  jarak antara bantalan penumpu (mm),  $F$  = beban(kg),  $l_1$  dan  $l_2$  jarak dari bantalan yang bersangkutan ke titik pembebanan (mm).

Bila gaya bekerja dalam berbagai arah, perlu ditentukan komponen vertikal dan horizontal dari resultanitanya, dan selanjutnya dihitung lenturan yang akan terjadi dalam arah vertical dan horizontal. Jika berat poros sendiri tidak dapat diabaikan, maka penambahan gaya vertikal dengan  $\frac{1}{2}$  berat poros dapat dianggap cukup.

$$y = 3,23 \times 10^{-4} \frac{Fl_1^3 l_2^3}{d_s^4 l^3} \quad [4]$$

gaya  $F$  dihitung dengan cara seperti diutarakan diatas.

Untuk putaran poros tinggi putaran kritis sangat penting untuk diperhitungkan. Pada mesin-mesin yang dibuat secara baik, putaran kerja di dekat atau diatas putaran kritis tidak terlalu berbahaya.

Misalkan ada suatu beban terpusat yang berasal dari berat rotol, dll. Yang bekerja disuatu titik pada sebuah poros. Jika berat badan dinyatakan dengan (kg), jarak antara bantalan  $l$  (mm) dan diameter poros yang seragam  $d_s$  (mm), serta penumpunya terdiri atas bantalan  $l$  (mm) serta penumpunya terdiri atas bantalan tipis atau mapan sendiri, maka putaran kritis poros tersebut  $N_c$  (rpm) adalah

$$N_c = 52700 \frac{d_s^2}{l_1 l_2} \sqrt{\frac{l}{w}} \quad [4]$$

Perlu diperhatikan bahwa dalam penentuan kritis, gaya yang diperhitungkan hanyalah gaya berat dari massa berputar yang membebani poros saja, sedangkan gaya luar tidak ada sangkut pautnya.

Jika bantalan cukup panjang dan poros di tumpu secara kaku, maka putaran kritisnya adalah.

$$N_c = 52700 \frac{d_s^2 l}{l_1 l_2} \sqrt{\frac{1}{w l_1 l_2}} \quad [4]$$

Bila terdapat beberapa benda berputar pada satu poros, maka dihitung lebih dahulu putaran kritis  $N_{C1}, N_{C2}, N_{C3}, \dots$ , dari masing – masing benda tersebut yang seolah – olah berada sendiri pada poros. Maka putaran kritis keseluruhan dari sistem  $N_{C0}$  adalah :

$$\frac{1}{N_{C0}^2} = \frac{1}{N_{C1}^2} + \frac{1}{N_{C2}^2} + \frac{1}{N_{C3}^2} + \dots \quad [4]$$

Harga  $N_{C0}$  dari rumus ini kemudian dibandingkan dengan putaran maksimum sesungguhnya yang akan dialami oleh poros.

## 2.2 Analisa Perhitungan Poros

Perhitungan diameter poros

$$M_1 = (j - g) w / 4 \quad [4]$$

Dimana :

$M_1$  = momen pada tumpuan roda karena beban statis (kg/mm)

$j$  = jarak bantalan radial (mm)

$g$  = gerak telapak roda (mm)

$w$  = beban statis pada gandar (kg)

$$M_2 = (j - g) w / 4 \quad [4]$$

Dimana :

$M_2$  : momen pada tumpuan roda karena gaya vertikal tambahan (kg.mm)

$av$  = beban tambahan karena gerakan vertikal / beban statis

$M_1$  = momen pada tumpuan beban statis (kg/mm)

$$P = al . w \quad [4]$$

Dimana :

$p$  = beban horizontal (kg)

$al$  = beban horizontal (kg)

$h$  = tinggi titik berat (mm)

$j$  = jarak bantalan radial (mm)

$$R_o = P.(h+r)/g \quad [4]$$

Dimana :

$R_o$  = beban pada telapak roda karena beban pada horizontal (kg)

$P$  = beban horizontal (kg)

$h$  = tinggi titik berat (mm)

$r$  = jari – jari telapak roda (mm)

$g$  = jarak telapak roda (mm)

$$M_3 = p.r + Q_o(a+l) - R_o[(a+l) - (j-g)^2]$$

Dimana :

$M_3$  = momen lentur pada naff tumpuan roda sebelah dalam karena beban horizontal (kg.mm)

$p$  = beban horizontal(kg)

$r$  = jari – jari telapak roda (mm)

$Q_o$  = beban pada bantalan karena beban horizontal (kg)

$R_o$  = beban pada telapak roda karean beban horizontal (kg)

$a$  = jarak dari tengah bantalan ke ujung luar naff roda (mm)

$l$  = panjang naff roda (mm)

$j$  = jarak bantalan radial (mm)

$g$  = jarak telapak roda (mm)

Harga Harga  $A_v$  dan  $aL$  dapat dilihat pada tabel 2.3

Kecepatan kerja maksimum(km/jam)	$a_v$	$aL$
120 atau kurang	0,4	0,3
120 -160	0,5	0,4
160-190	0,6	0,4
190 – 210	0,7	0,5

**Tabel 2.3.** Harga harga  $A_v$  dan  $aL$  sumber [4]

Beban gandar	Tegangan yang diperoleh $\rho_{wb}(kg/mm)$
kelas 1	10
kelas 2	10,5
kelas 3	11.0
Kelas 4	15,0

**Tabel 2.4** Tegangan  $\rho_{wb}$  [4]

Dari hal-hal diatas dapat disimpulkan bahwa :

$$2 \quad d_s \geq \left[ \frac{10,2}{\sigma} m(m_1 + m_2 + m_3) \right]^{1/3} \quad [4]$$

$$3 \quad n = \frac{\sigma_{wb}}{\sigma_b} \geq 1 \quad [4]$$

## 2.3 Penelitian Terdahulu

### 2.3.1 Desain Sepeda Motor Roda Tiga Yang Telah Diterapkan

Desain adalah kegiatan pemecahan masalah dan inovasi teknologi yang bertujuan untuk mencari solusi terbaik. Dengan menginformasikan terlebih dahulu gagasan inovatif tersebut ke dalam suatu bentuk model, dan kemudian merealisasikannya secara kreatif. Desain alat merupakan proses merancang dan pengembangan alat, metode, dan teknik yang diperlukan untuk memperbaiki efisiensi dan produktifitas suatu proses manufaktur[3]. Berikut ini merupakan ilustrasi dari design sepeda motor roda tiga yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7.** [3]

Konstruksi seperti ini sering kita jumpai di jalan raya, untuk keseimbangan dari motor ini sangat baik karena terdapat bak penumpu di sebelah kiri sehingga pengendara tidak akan jatuh, selain itu konstruksi ini mempunyai keuntungan dapat membawa beban yang lebih dari 2 orang selain itu bak penumpu dari konstruksi ini dapat di copot sehingga sepeda motor dapat berfungsi secara normal kembali. Tetapi kekurangan pada konstruksi seperti ini terletak pada fleksibilitas saat berbelok dan serta untuk konstruksinya kurang baik. Untuk desain ke dua yang sering ditemukan dapat dilihat pada gambar 2.8.

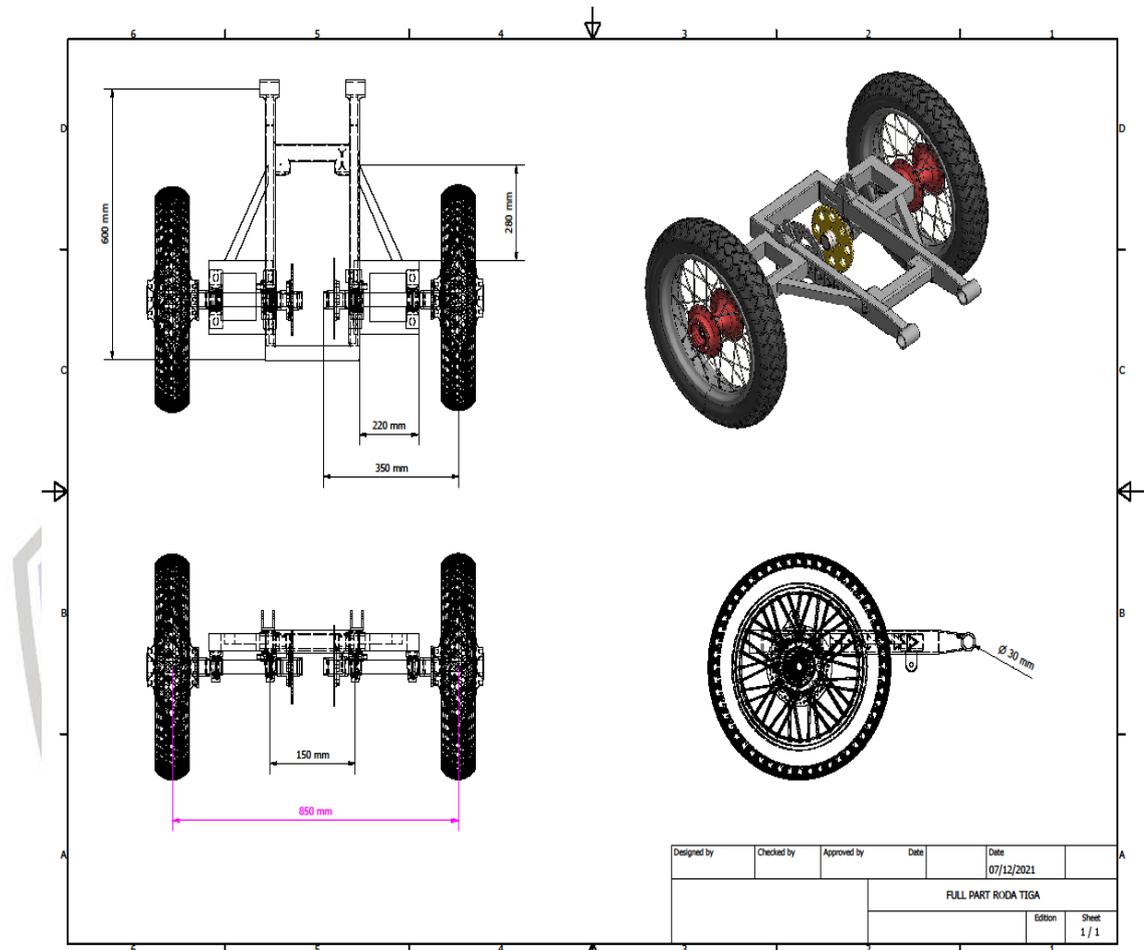


**Gambar 2.8.** [3]

Dengan harga yang tidak terlalu mahal modifikasi ini memiliki beberapa keunggulan seperti, dari segi konstruksi karena menggunakan pipa kotak dengan lebar dan tebal yang sama dengan swing arm dari konstruksi asli bawaan pabrik. Keunggulan yang lainnya adalah konstruksi seperti ini cukup kuat dengan menggunakan satu poros sebagai sambungannya sehingga antara roda kanan dan kiri dapat menopang beban dengan dibantu pipa kotak tersebut. Tetapi konstruksi seperti ini memiliki kekurangan, yaitu ketika berbelok masing-masing rodanya tidak dapat bergerak secara *fleksibel*.

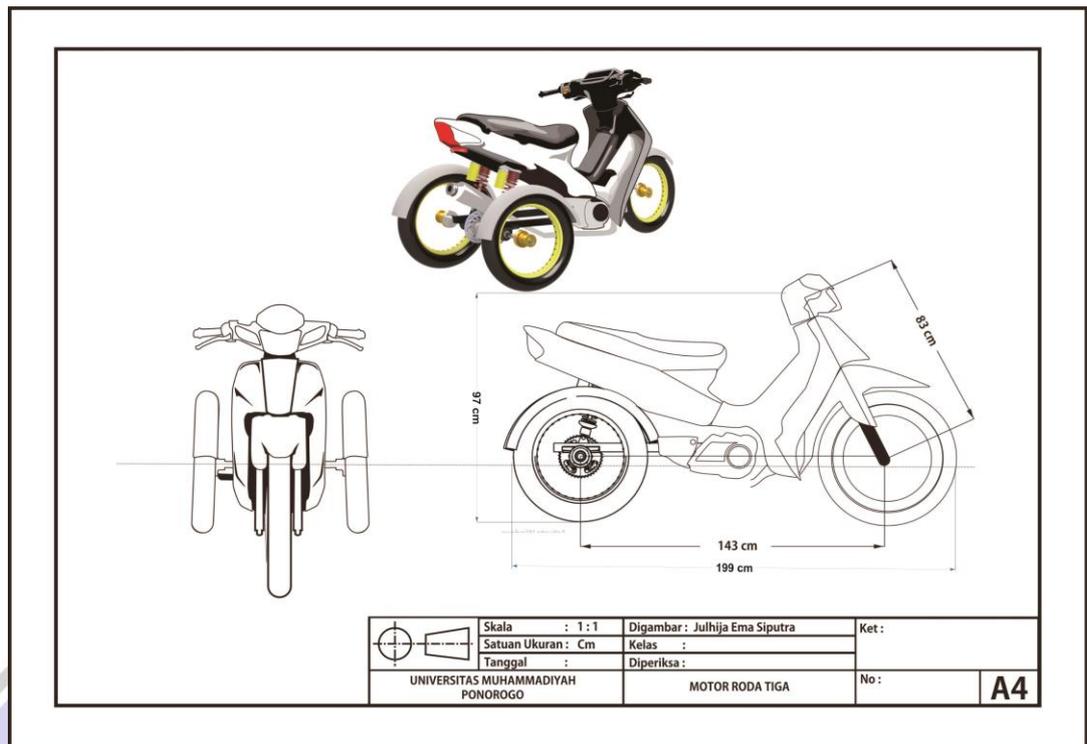
## 2.4 Definisi alat yang akan dibuat

Desain alat roda tiga sebagai gambaran maupun acuan untuk melakukan perancangan yang di inginkan.



Gambar 2.9 Kerangka belakang motor roda tiga

PONOROGO



**Gambar 2.10** Desain kendaraan roda tiga

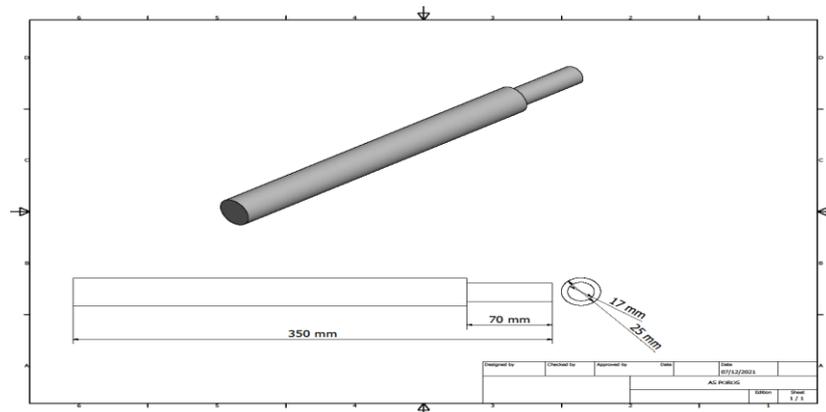
## 2.5 Cara Kerja Alat

Alat Ascending Descending ini akan bergerak ketika motor penggerak dihidupkan maka gerak dari motor akan berputar kemudian gerak dari motor ditransmisikan ke gear reduksi untuk menggerakkan gear dan akan menggerakkan poros roda, maka roda akan menggerakkan kendaraan.

## 2.6 Komponen Utama Alat

### 2.6.1 Poros

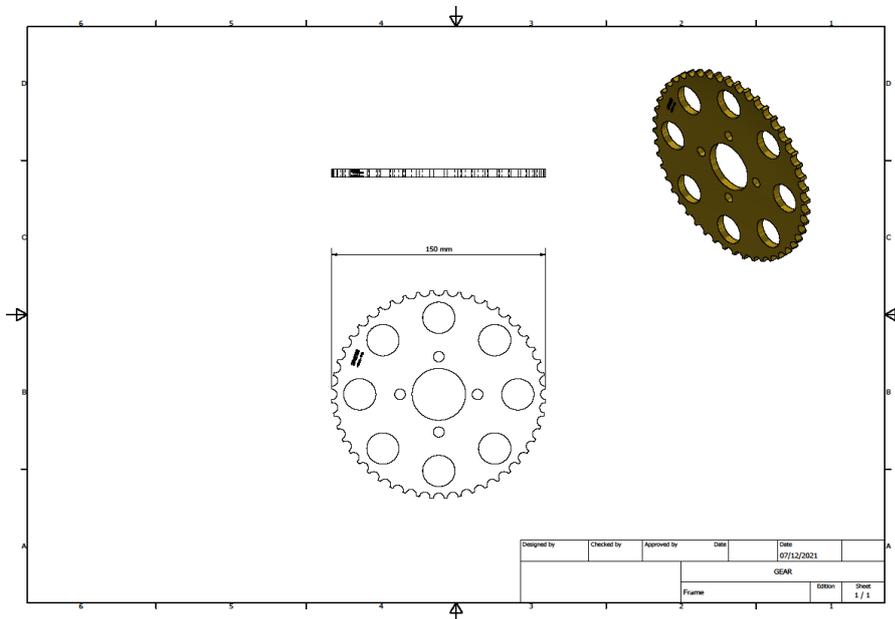
Poros penggerak roda adalah salah satu komponen sisten pemindahan tenaga, merupakan poros penggerak roda roda dimana roda – roda dipasang pada axle shaft sehingga beban roda ditumpu oleh axle shaft. Axle shaft berfungsi untuk meneruskan tenaga gerak dari gear/pulley ke roda-roda.



**Gambar 2.11** Poros.

### 2.6.2 Gear

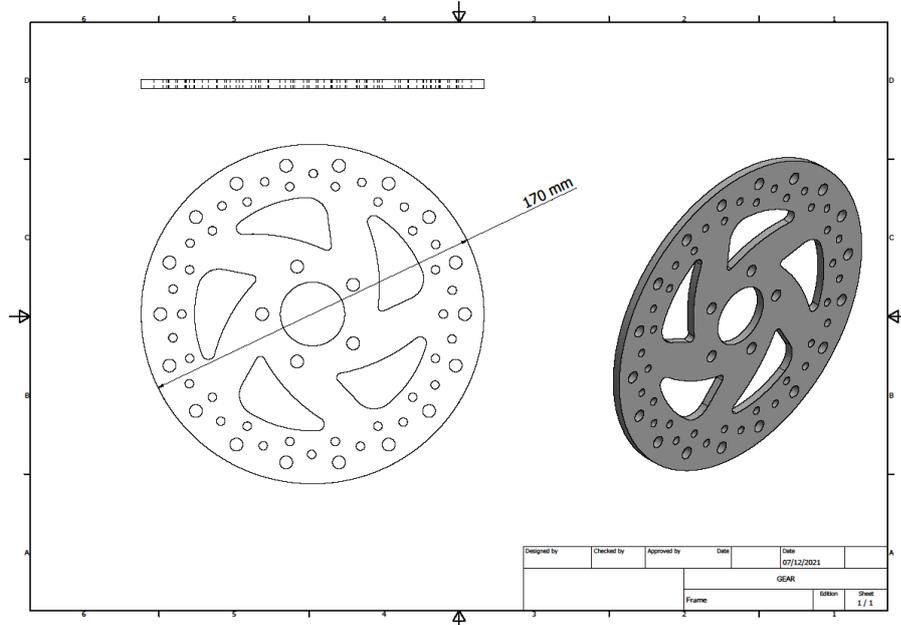
Gear merupakan komponen yang dapat menghasilkan pasokan tenaga untuk kendaraan berakselerasi. Gear mempunyai mata gir, yaitu gear depan (engine sprocket ) dan gear belakang (rear sprocket). Bagian tersebut akan menghasilkan panjang pendeknya tenaga untuk jarak perpindahan. Berikut desain gear kendaraan roda tiga, dapat dilihat pada gambar 2.12.



**Gambar 2.12** Gear motor roda tiga.

### 2.6.3 Disk cakram

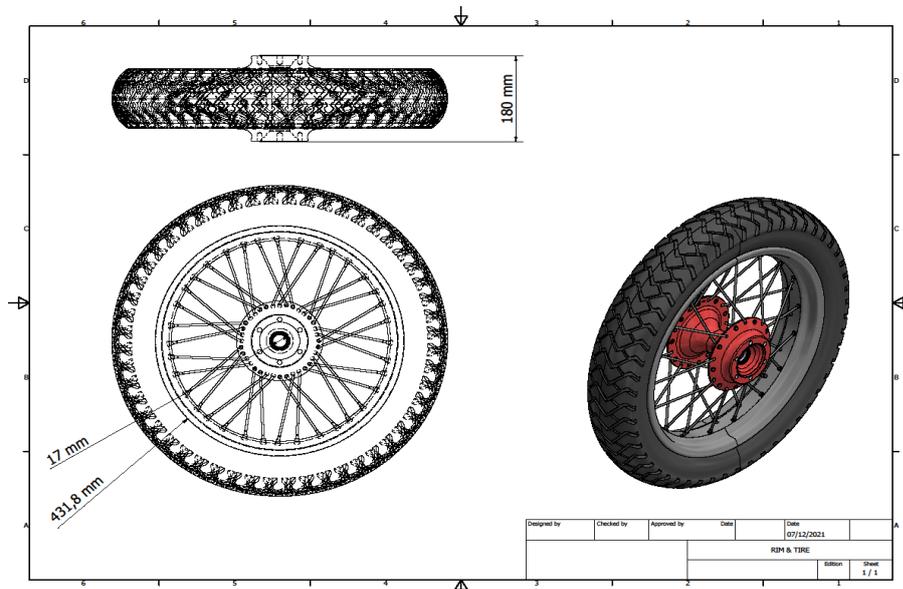
Rem cakram adalah perangkat pengereman yang digunakan pada kendaraan modern. Rem ini bekerja dengan menjepit cakram yang biasanya dipasangkan pada roda kendaraan, untuk menjepit cakram digunakan caliper yang digerakan oleh piston untuk mendorong kampas ke rem. Desain disc cakram roda tiga dapat dilihat pada gambar 2.13.



**Gambar 2.13** Disk cakram

### 2.6.4 Rim dan Ban

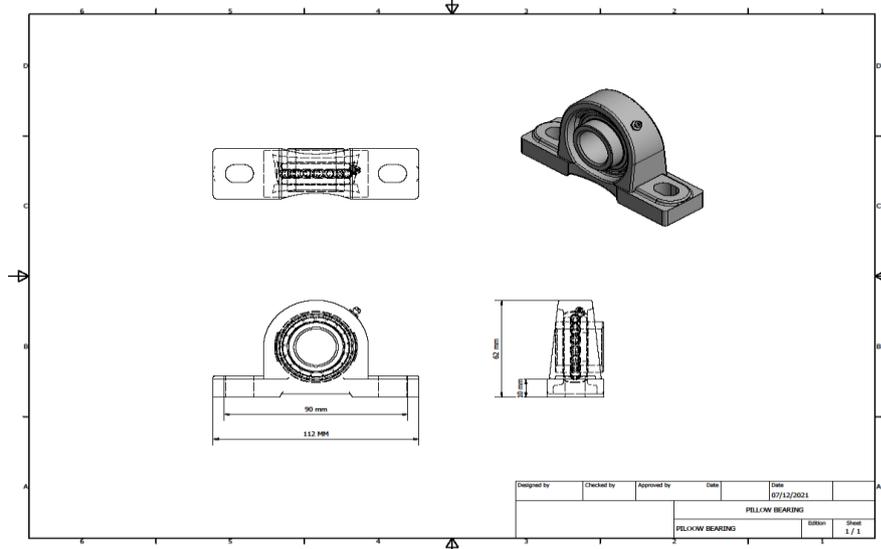
Fungsi kegunaan dasar ban adalah memiliki daya cengkeram yang kuat, kemudahan untuk di kendalikan oleh pengendara dan bantalan ban untuk peredam getaran pada kendaran tersebut. Tujuannya adalah untuk menjaga keselamatan, kenyamanan dan ketahanan pada komponen saat berkendara. Sedangkan velg berfungsi sebagai media memasang ban pada roda, sedangkan jari – jari pada roda berfungsi sebagai penghubung tromol dan roda. Desai rim dapat dilihat pada gambar 2.14.



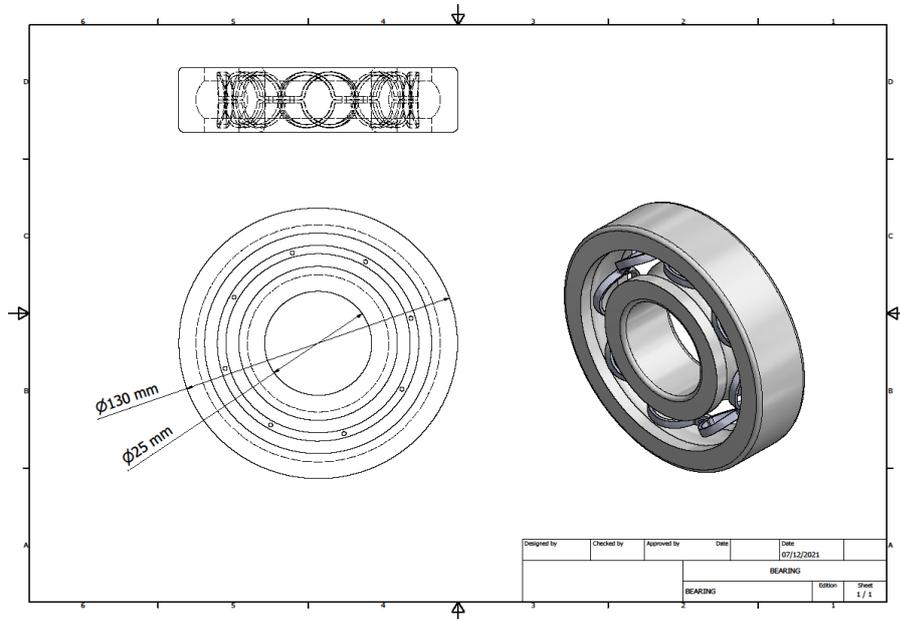
Gambar 2.14 Roda belakang.

### 2.6.5 Pillow block

Pillow block adalah sebuah alas yang digunakan untuk mendukung kerja poros dengan bantuan dari bantalan (bearings) yang sesuai dan beragam aksesoris. Material kerangka mesin untuk pillow block biasanya terbuat dari cor besi atau cor baja. Untuk dimensi *Pillow block* yang digunakan pada motor roda tiga ini dapat dilihat pada gambar 2.15 dan 2.16.



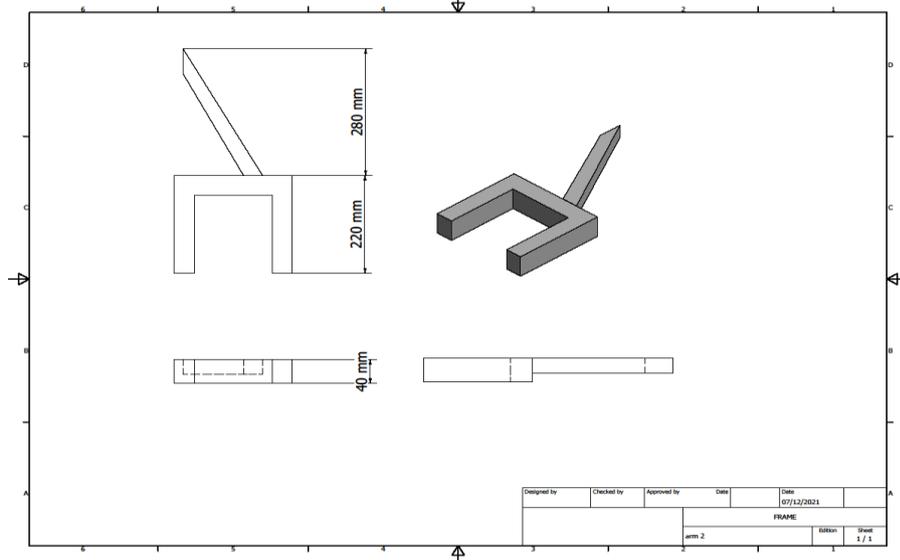
Gambar 2.15 Bearing duduk motor roda tiga.



**Gambar 2.16.** Rumah bearing

### 2.6.6 *Frame Penyangga*

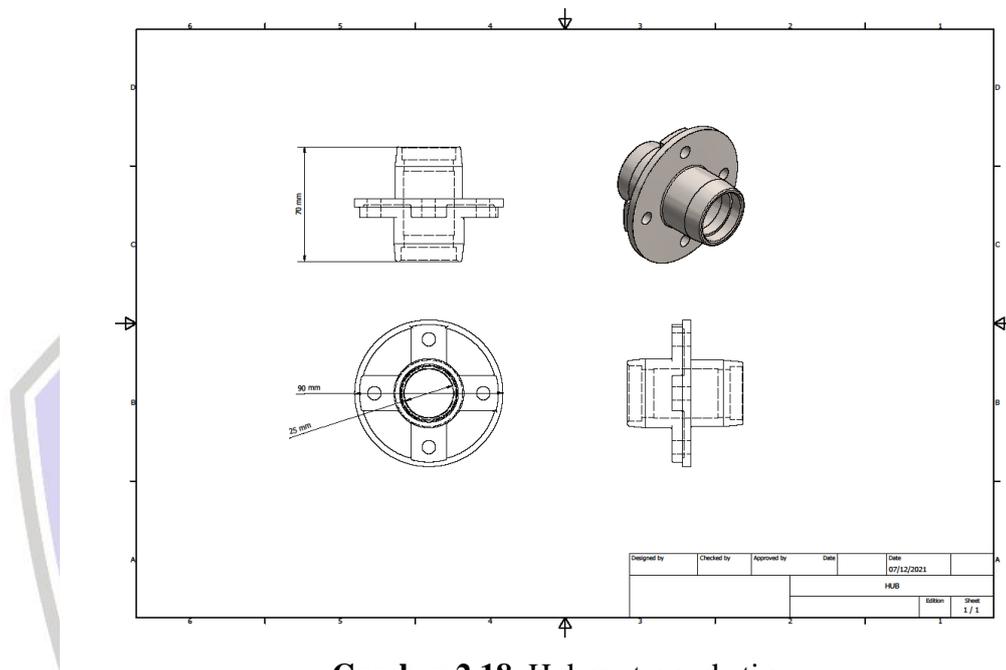
Frame adalah bagian dari sepeda motor yang terbuat dari plastik maupun loga yang mempengaruhi bentuk bodi motor. Bagian rangka motor memiliki berbagai fungsi dan kegunaan, yaitu sebagai penahan angin, pelindung roda, serta dudukan. Desain frame penyangga kendaraan roda tiga ini dapat dilihat pada gambar 2.17.



**Gambar 2.17** Frame motor roda tiga.

### 2.6.7 Hub

Hub roda tidak hanya sebagai penahan dan poros berputar rod, hub roda juga bisa berfungsi sebagai motor, sebagai gear, dinamo, dan rem. Bentuk hub depan dan hub roda belakang mempunyai ukuran dan fungsi yang berbeda, tidak bisa ditukar antara keduanya. Berikut dimensi dari hub roda belakang motor roda tiga, dapat dilihat pada gambar 2.18.

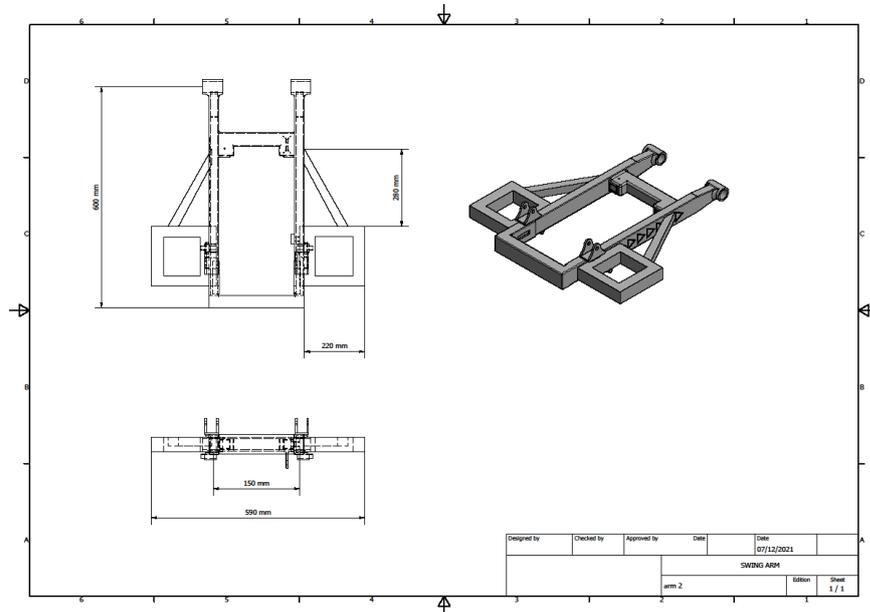


**Gambar 2.18.** Hub motor roda tiga.

### 2.6.8 Swing Arm Motor Roda Tiga

Swing arm merupakan komponen pada sepeda motor yang termasuk pada bagian kaki-kaki motor. *Swing arm* ini memiliki peran untuk menopang roda pada rangka. Pada swing arm ini juga, suspensi belakang pada motor tersambung.

Bahan baku *swing arm* ini juga berbagai macam mulai dari alumenium hingga karbon. Beratnya juga beragam, mulai dari super ringan sampai yang berat. Untuk model swing arm sendiri memiliki berbagai bentuk mulai dari bananan arm, hingga *super track*. Intinya semakin berkembangnya model motor maka akan banyak pula mode arm kendaraan bermotor. Untuk model swing arm pada motor roda tiga ini sendiri dapat dilihat pada gambar 2.19.



**Gambar 2.19** *Swing Arm* motor roda tiga

### 2.6.9 Besi Kotak Hollow

Besi hollow adalah material konstruksi berbentuk kotak atau persegi panjang dengan rongga di bagian tengah sehingga menyerupai pipa. Dengan bentuk yang berongga membuat material ini memiliki berat yang lebih ringan daripada jenis material lain yang lebih padat. Istilah lain dari material ini adalah besi kotak, pipa besi kotak, holo, dan pipa besi.

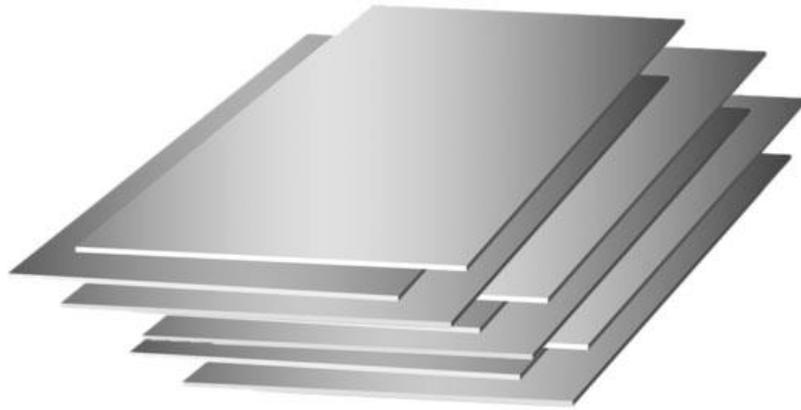
Material ini memiliki beberapa sifat yaitu kokoh, tahan api, dan tidak mudah dimakan rayap. Adapun proses pembuatan material dengan cara ditekuk dari plat besi yang kemudian di las untuk merekatkan sambungannya. Jadi, bisa disimpulkan bahwa spesifikasi besi hollow selalu sama dengan plat besi.



**Gambar 2.20.** Besi hollow

### 2.6.10 Plat Besi

Lembaran Plat Merupakan bahan baku plat yang berbentuk lembaran yang memiliki ketebalan 5 mm. Lembaran plat digunakan untuk kerangka kendaraan motor roda tiga bagian arm belakang.



**Gambar 2.21** Plat besi.

### 2.6.11 Shockbreaker

*Shockbreaker* atau suspensi adalah sistem yang berfungsi untuk meredam getaran saat melewati jalanan berbatu, gundukan jalan maupun tanjakan

