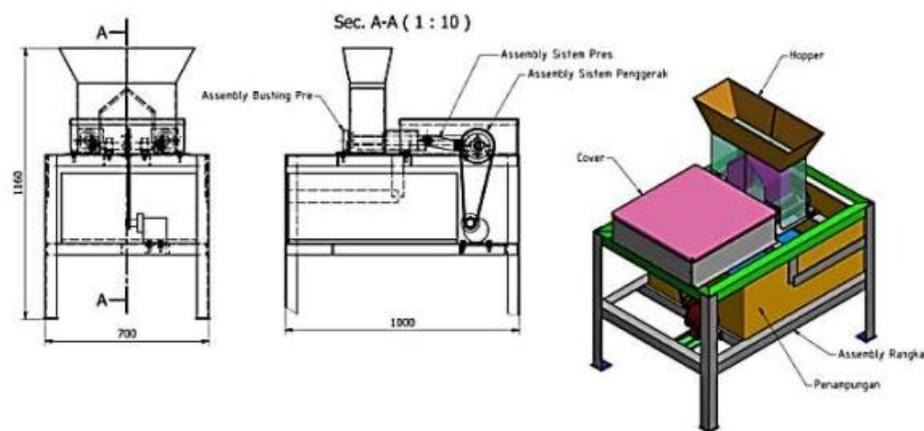


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tahir dan Musakirawati (2022) merancang mesin pres kaleng bekas minuman model eksentrik dengan kapasitas 70 kaleng/menit. Tujuannya adalah untuk mengepres kaleng-kaleng bekas minuman. Spesifikasi mesin yang dibuat adalah panjang 100 cm, lebar 70 cm, dan tinggi 116 cm. Memastikan kaleng bekas minuman ditekan dengan maksimal maka perlu dihitung gaya penekanan pada batang tekan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin pres yang telah dibuat, ketika pengujian kaleng bekas minuman dimasukkan ke hopper dan selanjutnya mesin dihidupkan. Secara terus menerus akan melakukan pengepresan sampai kaleng yang berada dalam hopper habis. Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan mesin ini mampu mengepres kaleng bekas minuman sebanyak 70 kaleng dalam waktu 1 menit dengan rata-rata pengurangan panjang dari 15 cm menjadi 2 cm.



Gambar 2.1 Desain mesin pres kaleng bekas minuman model eksentrik dengan kapasitas 70 kaleng/menit (Tahir, 2022)

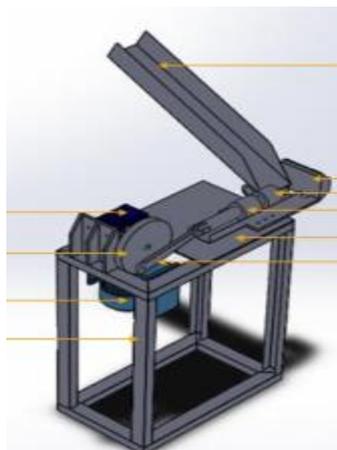
Ristiawan dan Naim (2022) merancang mesin *press* sampah botol plastik kemasan minuman. Tujuannya adalah untuk mengepres sampah botol plastik minuman. Variasi botol yang diuji berdasarkan botol yang banyak ditemukan di tempat sampah yaitu dengan tebal 0,12 mm sampai 0,5 mm dan volume 500

sampai 1500 ml. Hasil pengujian didapatkan pengurangan rata-rata sebesar 76% dari ukuran semula.



Gambar 2.2 Desain mesin *press* sampah botol plastik kemasan minuman
(Ristiawan dan Naim, 2022)

Menurut Sanyoto (2019) dalam penelitiannya Penerapan Alur Pada Penahan Mesin Pres Kaleng Minuman 330 ml Untuk Meminimalisasi Besarnya Gaya Dan Daya Pengepresan. Tujuannya untuk meningkatkan efektivitas dan keselamatan kerja di industri-industri kecil dan menengah. Untuk menekan sebuah kaleng bekas membutuhkan gaya tekan (*press*) sebesar 56,17 Kgf atau setara dengan 580.45 N. Komponen-komponen mesinnya adalah *hopper*, penahan, pemukul, *bushing*, *table*, *connecting*, *gearbox*, *disk*, motor AC 0,5 HP, dan *frame*.



Gambar 2.3 Desain Mesin Pres Kaleng Minuman 330 mL

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Definisi Sampah Kaleng Minuman

Menurut Sadri (2022), kaleng merupakan wadah yang digunakan industri minuman untuk menampung cairan. Kaleng dapat mencemari lingkungan yaitu apabila bereaksi dengan udara luar sehingga kaleng akan berkarat, dan apabila karat terkena air kemudian masuk ke dalam tanah, maka akan mengganggu kesuburan tanah (Anggraini, 2018).

2.2.2 Definisi Transmisi

Menurut Towijaya (2022) sistem transmisi adalah sistem yang berfungsi untuk mengkonversi torsi dan kecepatan (putaran) dari mesin menjadi torsi dan kecepatan yang berbeda-beda untuk diteruskan ke penggerak akhir. Konversi ini mengubah kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah tetapi lebih bertenaga, atau sebaliknya. Beberapa transmisi yang digunakan pada Mesin Pres Sampah Kaleng Minuman adalah sebagai berikut :

a. Poros

Sularso (2008) menyatakan poros merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang biasanya memiliki bentuk penampang lingkaran dan biasanya menjadi tempat yang pasangan atau dikombinasikan dengan roda gigi, *bearing*, puli dan elemen lainnya. Fungsi dari poros itu sendiri adalah meneruskan daya atau tenaga putaran dari satu tempat ke tempat yang lain. Dalam hal ini poros yang beroperasi akan mengalami beberapa pembebanan seperti tarikan, tekanan, bengkokan, geser dan puntiran akibat gaya-gaya yang bekerja. Hampir setiap mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran poros. Peranan utama dalam hal transmisi dipegang oleh poros.

Macam-macam poros antara lain (Sularso, 2008) :

1. Poros Transmisi

Poros semacam ini menerima beban punter murni atau punter dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau *sprocket*, rantai, dll.

2. Poros Spindel

Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama pada mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran disebut *spindle*.

3. Poros Gandar

Poros jenis ini bisa digunakan diantara roda-roda kereta, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan terkadang tidak boleh berputar. Poros gandar ini hanya mendapatkan beban lentur, kecuali digerakan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

Hal penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sebuah poros adalah sebagai berikut (Sularso, 2008) :

1) Kekuatan poros

Poros transmisi mengalami beban puntir atau lentur maka kekuatannya harus direncanakan sebelumnya agar cukup kuat dan mampu menahan beban.

2) Kekakuan poros

Lenturan yang dialami poros terlalu besar maka akan menyebabkan ketidaktelitian atau getaran dan suara. Oleh karena itu kekakuan poros juga perlu diperhatikan dan disesuaikan dengan mesin.

3) Putaran kritis

Putaran kerja poros haruslah lebih rendah dari putaran kritisnya demi keamanan karena getarannya sangat besar akan terjadi apabila putaran poros dinaikkan pada harga putaran kritisnya.

4) Korosi

Poros-poros yang sering berhenti lama maka perlu dipilih poros yang terbuat dari bahan yang tahan korosi dan perlu untuk dilakukannya perlindungan terhadap korosi secara berkala.

5) Bahan poros

Poros yang biasa digunakan pada mesin adalah baja dengan kadar karbon yang bervariasi. Adapun penggolongannya dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

b. Bantalan

Menurut Mott (2009) menerangkan bantalan digunakan untuk menumpu beban, sembari tetap memberikan keleluasaan gerak relatif antara dua elemen dalam sebuah mesin. Jenis bantalan yang paling umum digunakan untuk menumpu sebuah poros yang berputar, menahan beban radial murni atau gabungan radial dan aksial.

1. Beban Radial adalah beban yang bekerja mengarah ke pusat bantalan sepanjang jari-jari. Beban-beban ini lazimnya ditimbulkan oleh elemen-elemen transmisi daya pada poros, seperti roda gigi lurus, transmisi sabuk-V, dan transmisi rantai.

Beban Aksial adalah beban-beban yang bekerja sejajar dengan sumbu poros. Komponen-komponen aksial gaya-gaya pada roda gigi miring, cacing dan roda gigi cacing adalah beban aksial pada poros. Bantalan-bantalan yang menumpu poros-poros dengan sumbu vertikal juga menerima beban aksial akibat beban poros, elemen-elemen pada poros serta gaya-gaya yang bekerja secara aksial. Berikut adalah Tabel 2.1 perbandingan jenis-jenis bantalan.

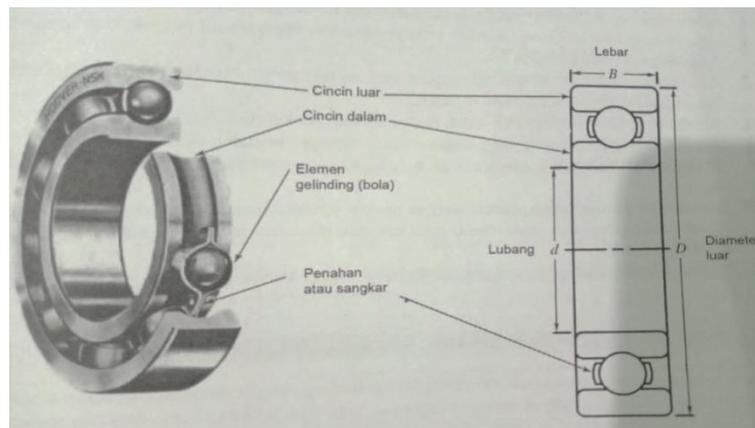
Tabel 2.1 Perbandingan jenis-jenis bantalan (Mott, 2009)

Jenis bantalan	Kapasitas beban radial	Kapasitas beban aksial	Kemampuan ketidaklurusan
Bola alur dalam, baris tunggal	Baik	Cukup	Cukup
Bola alur dalam, baris ganda	Sangat baik	Baik	Cukup
Kontak sudut	Baik	Sangat baik	Buruk
Rol silindris	Sangat baik	Buruk	Cukup
Jarum	Sangat baik	Buruk	Buruk
Rol bundar	Sangat baik	Cukup/baik	Sangat baik
Rol kerucut	Sangat baik	Sangat baik	Buruk

Jenis-jenis bantalan gelinding sebagai berikut :

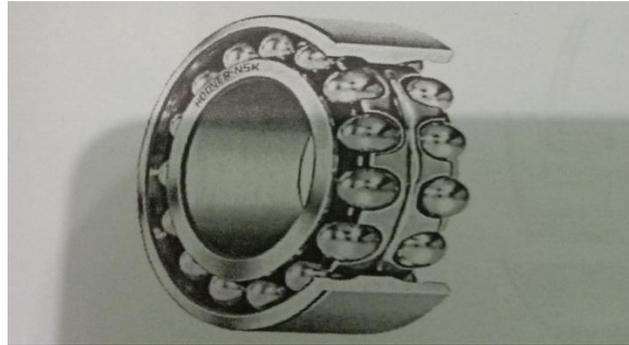
1. Bantalan bola alur dalam, baris tunggal (*Conroad bearing*), cincin dalam biasanya terpasang ketat pada bagian poros yang berada pada kedudukan bantalan dengan sedikit suaian sesak untuk memastikan ia berputar bersama poros. Elemen-elemen gelinding yang berbentuk bulat, atau bola, menggelinding di dalam sebuah alur yang dalam, baik terhadap cincin luar maupun cincin dalam. Jarak antar bola dipertahankan oleh penahan atau “sangkar”. Walaupun pada dasarnya dirancang agar mampu memikul beban radial, tetapi alur dalam ini

juga memperbolehkan memikul beban aksial dalam ukuran sedang. Beban aksial diteruskan oleh bahu poros ke salah satu sisi cincin dalam bantalan. Beban ini menjalar ke sisi alur, melalui bola menuju ke sisi yang berhadapan yaitu sisi cincin luar, dan selanjutnya menuju rumah mesin. Jari-jari bola sedikit lebih kecil daripada jari-jari alur agar bola-bola tersebut dapat berputar bebas. Kontak atau persinggungan antara sebuah bola dan cincin secara teori berupa sebuah titik, tetapi sebenarnya kontak tersebut terjadi dalam sebuah area kecil akibat deformasi elemen. Karena beban diberikan pada area kecil, maka terjadi tegangan kontak lokal yang sangat tinggi. Untuk menaikan bantalan barisan baris tunggal, maka perlu digunakan sebuah bantalan dengan jumlah bola yang lebih banyak atau bola berukuran lebih besar yang beroperasi dalam cincin-cincin berdiameter lebih besar. Berikut adalah gambar 2.4 bantalan bola alur dalam, baris tunggal.



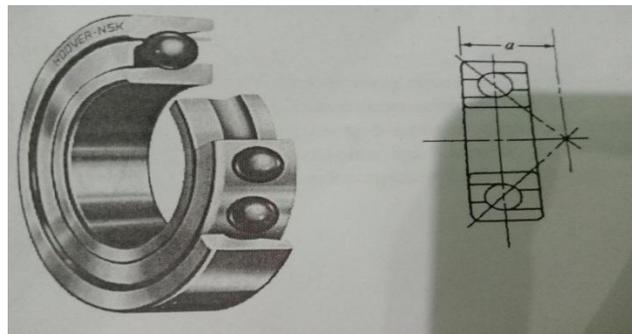
Gambar 2.4 Bantalan bola alur dalam, baris tunggal (Mott, 2009)

2. Bantalan bola alur dalam, baris ganda, dengan menambah satu baris bola-bola kedua dapat meningkatkan kemampuan pemikulan beban radial bantalan jenis alur dalam dibandingkan dengan jenis baris tunggal, karena terdapat lebih banyak bola berbagi beban. Jadi, beban yang lebih besar dapat dipikul dalam jarak ruang yang sama, atau suatu beban tertentu dapat dipikul dalam jarak ruang yang lebih kecil. Lebar yang lebih besar dari bantalan bola alur dalam baris ganda sering berpengaruh negatif terhadap kemampuan ketidaklurusan. Berikut adalah gambar 2.5 bantalan bola alur dalam, baris ganda.



Gambar 2.5 Bantalan bola alur dalam, baris ganda (Mott, 2009)

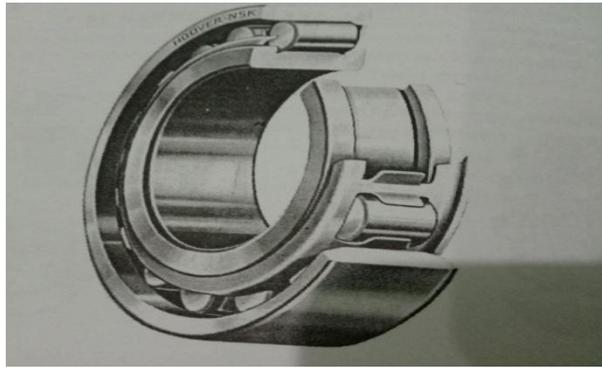
3. Bantalan bola kontak sudut, salah satu sisi dari tiap bantalan kontak sudut dibuat lebih tinggi, agar dapat menerima beban-beban aksial yang lebih besar dibandingkan dengan bantalan alur dalam baris tunggal standar. Sketsa dalam gambar 2. menunjukkan sudut gaya resultan yang dipilih (gabungan beban radial dan aksial), dengan bantalan-bantalan yang tersedia secara komersial. Berikut adalah gambar 2.6 bola kontak sudut.



Gambar 2.6 Bantalan bola kontak sudut (Mott, 2009)

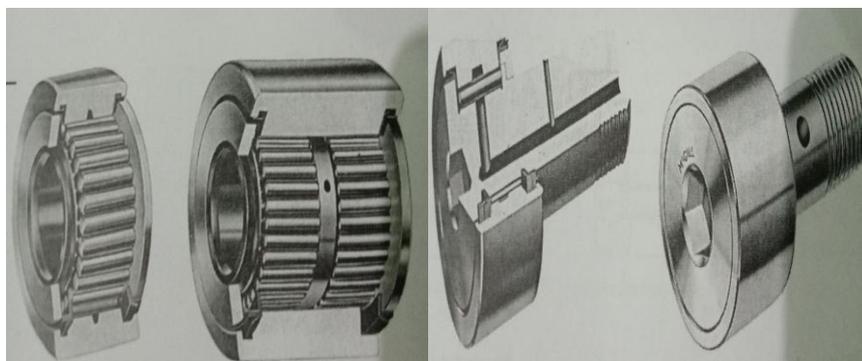
4. Bantalan rol silindris, dengan mengganti bola-bola bundar dengan rol-rol silindris dan perubahan dalam rancangan cincin akan memberikan kapasitas beban radial yang lebih besar. Pola persinggungan antara rol dan cincinnya secara teori berbentuk garis, dan akan berubah menjadi empat persegi panjang ketika rol mengalami deformasi akibat beban. Tingkat tegangan kontak yang dihasilkan lebih rendah daripada bantalan bola dengan ukuran yang sama, karena itulah bantalan-bantalan lebih kecil dapat memikul beban yang sama atau bantalan yang berukuran sama dapat memikul beban yang lebih tinggi. Kapasitas beban aksialnya cukup buruk karena sebarang beban aksial akan bekerja pada sisi rol-rol yang menyebabkan gesekan, bukan murni gerakan

mengelinding. Untuk itu dianjurkan agar tidak ada beban aksial yang bekerja. Bantalan rol sering kali memiliki ukuran yang cukup lebar, karena itu kemampuannya menerima ketidaklurusan berada dalam taraf sedang. Berikut adalah gambar 2.7 bantalan rol silindris.



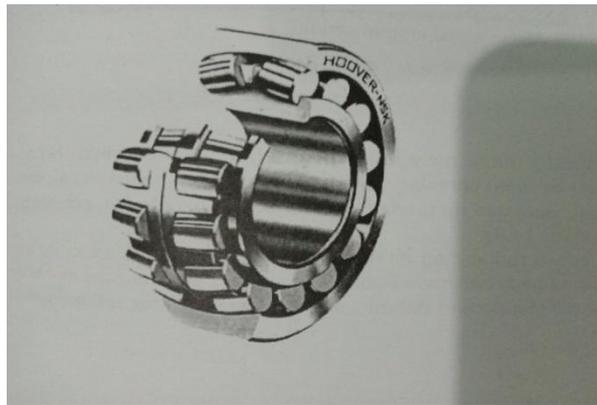
Gambar 2.7 Bantalan rol silindris (Mott, 2009)

5. Bantalan jamur adalah bantalan rol, tetapi diameter rolnya jauh lebih kecil. Bantalan- bantalan jarum lazimnya membutuhkan jarak radial yang lebih kecil sehingga lebih mampu memikul suatu beban tertentu. Hal ini lebih mempermudah perancangannya pada banyak jenis peralatan dan komponen seperti pompa, sambungan universal, instrumen-instrumen presisi, dan peralatan rumah tangga. Lengan penerus nok (*cam follower*) yang ditunjukkan gambar 2. adalah contoh lain dimana operasi antigesek bantalan jarum dapat ditempatkan dengan sedikit membutuhkan jarak radial. Sebagaimana halnya dengan bantalan-bantalan rol lainnya, kemampuan bantalan jarum dalam menahan aksial dan ketidaklurusannya dinilai buruk. Berikut adalah gambar 2.8 bantalan jamur.



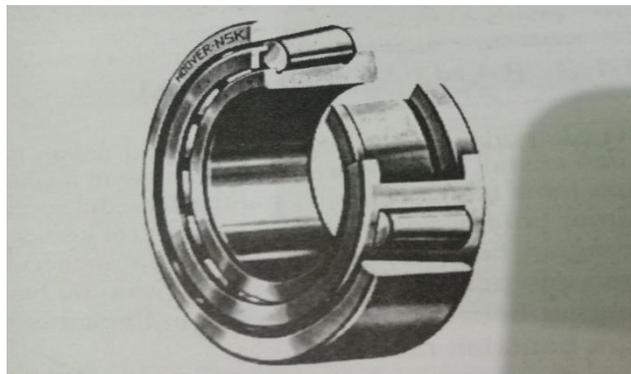
Gambar 2.8 Bantalan jamur (Mott, 2009)

6. Bantalan rol bundar adalah salah satu jenis bantalan yang dapat mapan sendiri, disebut demikian karena ada putaran relatif yang nyata dari cincin luar relatif terhadap rol-rol dan cincin dalam ketika terjadi ketidaklurusan. Hal ini memberikan tingkat yang sangat baik dalam kemampuan ketidaklurusan, tetapi tetap mempertahankan tingkat kemampuannya dalam menahan beban radial. Berikut ini adalah gambar 2.9 bantalan rol bundar.



Gambar 2.9 Bantalan rol bundar (Mott, 2009)

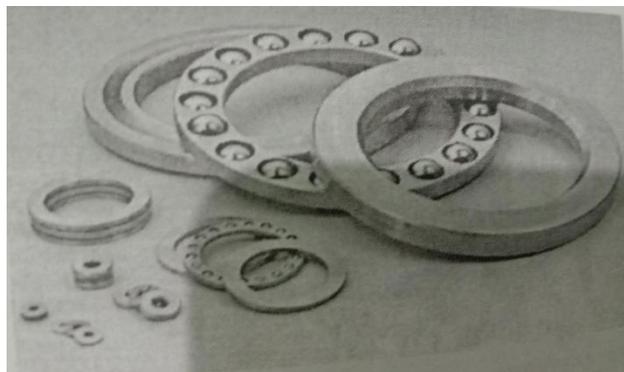
7. Bantalan rol kerucut, pada dasarnya dirancang untuk menerima beban aksial yang disertai dengan beban radial yang besar. dengan tingkat yang sangat baik untuk keduanya. Bantalan ini sering digunakan sebagai bantalan roda untuk kendaraan-kendaraan dan peralatan dorong dan dalam mesin-mesin beban berat yang biasanya memikul beban aksial yang besar. Berikut ini adalah gambar 2.10 bantalan rol kerucut.



Gambar 2.10 Bantalan rol kerucut (Mott, 2009)

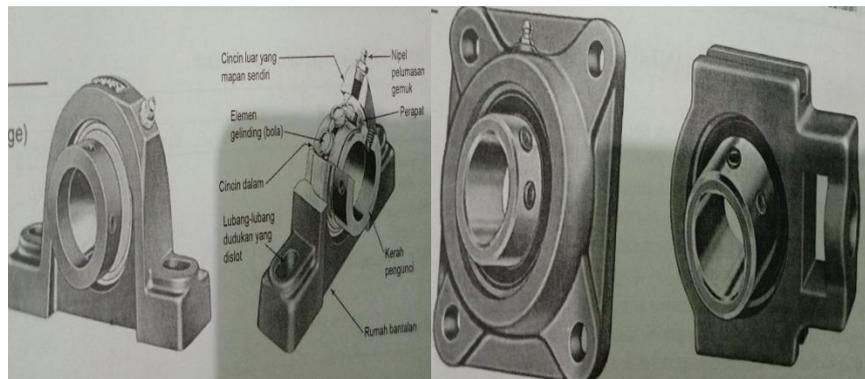
8. Bantalan aksial, banyak proyek perancangan mesin membutuhkan suatu bantalan yang hanya menahan beban aksial, dan beberapa jenis bantalan aksial

standar tersedia secara komersial. Bantalan ini menggunakan jenis-jenis elemen gelinding yang sama : bola bundar, rol silinder, dan rol kerucut. Sebagian besar bantalan aksial dapat menerima sedikit beban radial atau bahkan tidak sama sekali. Karena itulah rancangan dan pemilihan bantalan semacam itu hanya bergantung pada besarnya beban aksial dan umur rancangan. Data untuk tingkat beban dinamis dasar dan tingkat beban statis dasar dilaporkan dalam katalog pemanufaktur sebagaimana pula untuk bantalan radial. Berikut ini adalah gambar bantalan rol aksial.



Gambar 2.11 Bantalan aksial (Mott, 2009)

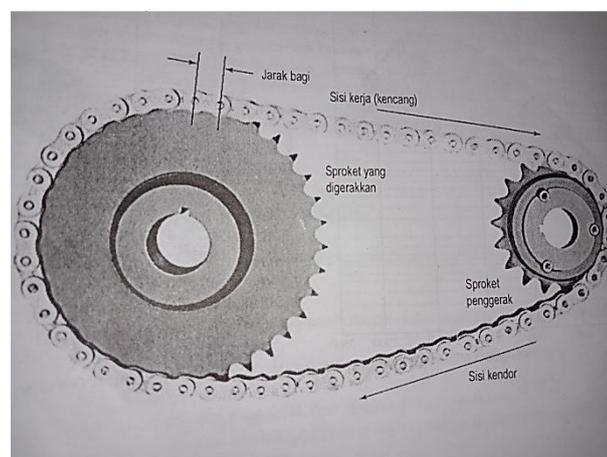
9. Bantalan bercangkang, banyak jenis mesin berat dan mesin-mesin khusus yang diproduksi dalam jumlah kecil, lebih dipilih bantalan-bantalan bercangkang daripada bantalan jenis lainnya. Bantalan cangkang memberikan sarana pengikatan bantalan secara langsung ke rangka mesin engan menggunakan baut, bukan dengan menyisipkannya ke dalam ceruk yang dibuat dalam rumah mesin, seperti pada bantalan-bantalan di luar bantalan bercangkang. bantalan bercangkang blok bantalan terbuat dari baja bentukan, besi cor, atau baja cor, dengan lubang-lubang melingkar atau lubang memanjang yang tersedia untuk pemasangannya selama perakitan mesin., yakni pada saat penyetelan bantalan dilakukan. Kemampuan ketidaklurusan untuk bantalan ini menjadi pertimbangan aplikasinya yang utama mengingat kondisi pemakaiannya. Kemampuan ini diberikan oleh konstruksi bantalan itu sendiri atau oleh rumah bantalan. Berikut ini adalah gambar bantalan bercangkang. Berikut ini adalah gambar bantalan bercangkang.



Gambar 2.12 Bantalan bercangkang (Mott, 2009)

c. Sproket dan rantai

Menurut Mott (2009) Rantai adalah elemen transmisi daya yang tersusun sebagai sebuah deretan penghubung dengan sambungan pena. Sproket merupakan elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya antara poros-poros yang berputar dan berrhubungan padu dengan rantai. Jenis rantai rol yang paling umum adalah rantai rol (*roller chain*), dimana rol-rol pada setiap pena menyediakan gesekan yang sangat kecil diantara rantai dan sproket. Berikut ini adalah gambar 2.13 transmisi rantai rol.



Gambar 2.13 Transmisi rantai rol (Mott, 2009)

Rantai rol digolongkan berdasarkan jarak bagi (*pitch*)-nya, jarak antara penghubung-penghubung yang berdekatan. Jarak bagi biasanya diilustrasikan sebagai jarak antara pusat-pusat pena yang berdekatan. Rantai rol standar mempunyai ukuran tertentu dari 40 sampai 240. Berikut adalah tabel ukuran-ukuran rantai rol.

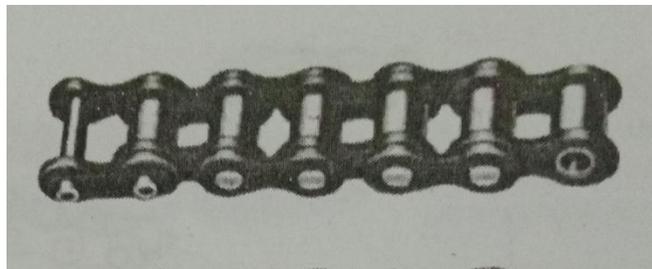
Tabel 2.2 Ukuran-ukuran rantai rol (Mott, 2009)

Nomor rantai	Jarak bagi (in)	Diameter rol	Lebar rol	Ketebalan pelat penghubung	Tegangan tarik rata-rata (lb)
25	¼	Tidak ada	_	0,030	925
35	3/8	Tidak ada	_	0,050	2.100
41	½	0,306	0,250	0,050	2.000
40	1/2	0,312	0,312	0,060	3.700
50	5/8	0,400	0,375	0,080	6.100
60	¾	0,469	0,500	0,094	8.500
80	1	0,626	0,625	0,125	14.500
100	1 ¼	0,750	0,750	0,156	24.000
120	1 ½	0,875	1,000	0,187	34.000
140	1 ¾	1,000	1,000	0,219	46.000
160	2	1,125	1,250	0,250	58.000
180	2 ¼	1,406	1,406	0,281	80.000
200	2 ½	1,562	1,500	0,312	95.000
240	3	1,875	1,875	0,375	130.000

Beberapa model rantai rol adalah sebagai berikut :

1) Rantai rol standar satu baris.

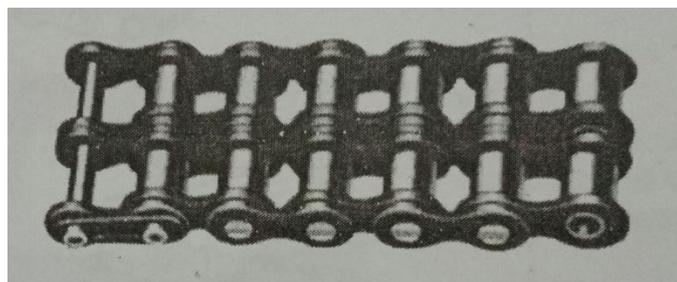
Berikut ini adalah gambar rantai rol standar satu baris.



Gambar 2.14 Rantai rol standar satu baris (Mott, 2009)

2) Rantai rol standar dua baris (juga dapat dipakai tiga atau empat baris)

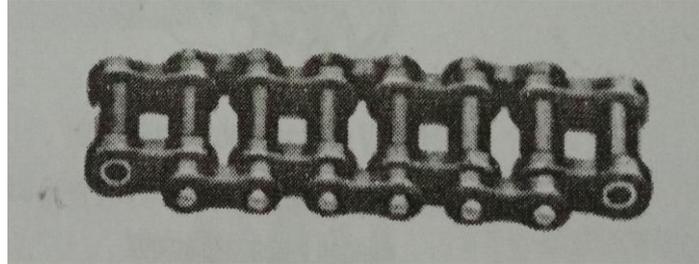
Berikut ini adalah gambar rantai rol standar dua baris.



Gambar 2.15 Rantai rol standar dua baris (Mott, 2009)

3) Rantai rol untuk pekerjaan berat.

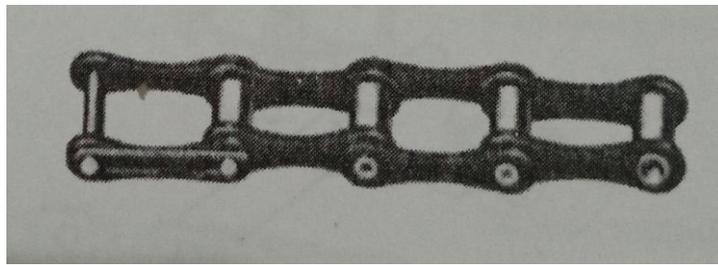
Berikut ini adalah gambar rantai rol untuk pekerjaan berat.



Gambar 2.16 Rantai rol untuk pekerjaan berat (Mott, 2009)

4) Rantai transmisi dengan jarak ganda.

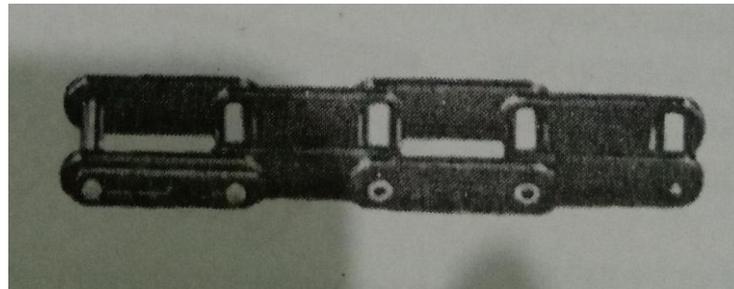
Berikut ini adalah gambar rantai transmisi dengan jarak ganda.



Gambar 2.17 Rantai transmisi dengan jarak ganda (Mott, 2009)

5) Rantai konveyor dengan jarak bagi ganda.

Berikut ini adalah gambar rantai konveyor dengan jarak bagi ganda.



Gambar 2.18 Rantai konveyor dengan jarak bagi ganda (Mott, 2009)

Adapun alat bantu pemasangan yang tersedia untuk mendukung penggunaan rantai rol dalam mengangkat dan mengangkut bahan biasanya bentuk pelat yang diperpanjang atau bilah-bilah pelat berlubang yang memudahkan penghubungan rantai-rantai ke tangkai tangkai, sangkar, komponen pendorong, peralatan penopang, atau slat-slat konveyor. Berikut adalah tabel daya nominal-rantai rol baris tunggal nomor 40.

Tabel 2.3 Daya nominal rantai rol baris tunggal nomor 40 (Mott, 2009)

Jumlah gigi	Jarak bagi 0,500 in											Kecepatan putar sproket kecil, putaran/menit																	
	10	25	50	100	180	200	300	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000	9000				
11	0.06	0.14	0.27	0.52	0.91	1.00	1.48	2.42	3.34	4.25	4.70	5.60	6.49	5.57	4.66	3.70	2.85	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50	0.00				
12	0.06	0.15	0.29	0.56	0.99	1.09	1.61	2.64	3.64	4.64	5.13	6.11	7.09	6.34	5.31	4.22	3.25	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57	0.00				
13	0.07	0.16	0.31	0.61	1.07	1.19	1.75	2.86	3.95	5.02	5.56	6.62	7.68	7.15	5.99	4.76	3.66	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.00					
14	0.07	0.17	0.34	0.66	1.15	1.28	1.88	3.08	4.25	5.41	5.98	7.13	8.27	7.99	6.70	5.31	4.09	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.00					
15	0.08	0.19	0.36	0.70	1.24	1.37	2.02	3.30	4.55	5.80	6.41	7.64	8.86	8.86	7.43	5.89	4.54	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.00					
16	0.08	0.20	0.39	0.75	1.32	1.46	2.15	3.52	4.86	6.18	6.84	8.15	9.45	9.76	8.18	6.49	5.00	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	0.00						
17	0.09	0.21	0.41	0.80	1.40	1.55	2.29	3.74	4.86	6.57	7.27	8.66	10.04	10.69	8.96	7.11	5.48	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	0.00						
18	0.09	0.22	0.43	0.84	1.48	1.64	2.42	3.96	5.16	6.95	7.69	9.17	10.63	11.65	9.76	7.75	5.97	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	0.00						
19	0.10	0.24	0.46	0.89	1.57	1.73	2.56	4.18	5.46	7.34	8.12	9.66	11.22	12.64	10.59	8.40	6.47	4.92	3.91	3.20	2.29	0.09	0.00						
20	0.10	0.25	0.48	0.94	1.65	1.82	2.69	4.39	5.77	7.73	8.55	10.18	11.81	13.42	11.44	9.07	6.99	5.31	4.22	3.45	2.47	0.00							
21	0.11	0.26	0.51	0.98	1.73	1.91	2.83	4.61	6.07	8.11	8.98	10.69	12.40	14.10	12.30	9.76	7.52	5.72	4.54	3.71	2.65	0.00							
22	0.11	0.27	0.53	1.03	1.81	2.01	2.96	4.83	6.37	8.50	9.40	11.20	12.99	14.77	13.19	10.47	8.06	6.13	4.87	3.98	2.85	0.00							
23	0.12	0.28	0.56	1.08	1.90	2.10	3.10	5.05	6.68	8.89	9.83	11.71	13.58	15.44	14.10	11.19	8.62	6.55	5.20	4.26	3.05	0.00							
24	0.12	0.30	0.58	1.12	1.98	2.19	3.23	5.27	6.98	9.27	10.26	12.22	14.17	16.11	15.03	11.93	9.18	6.99	5.54	4.54	0.87	0.00							
25	0.13	0.31	0.60	1.17	2.06	2.28	3.36	5.49	7.28	9.66	10.69	12.73	14.76	16.78	15.98	12.68	9.76	7.43	5.89	4.82	0.00								
26	0.13	0.32	0.63	1.22	2.14	2.37	3.50	5.71	7.59	10.04	11.11	13.24	15.35	17.45	16.95	13.45	10.4	7.88	6.25	5.12	0.00								
28	0.14	0.35	0.67	1.31	2.31	2.55	3.77	6.15	7.89	10.82	11.97	14.26	16.53	18.79	18.94	15.03	11.6	8.80	6.99	5.72	0.00								
30	0.15	0.37	0.72	1.41	2.47	2.74	4.04	6.59	9.11	11.59	12.82	15.28	17.71	20.14	21.01	16.67	12.8	9.76	7.75	6.34	0.00								
32	0.16	0.40	0.77	1.50	2.64	2.92	4.31	7.03	9.71	12.38	13.68	16.30	18.89	21.48	23.14	18.37		10.76	8.54	1.41									
35	0.18	0.43	0.84	1.64	2.88	3.19	4.71	7.69	10.6	13.52	14.96	17.82	20.67	23.49	26.30	21.01		12.30	9.76	0.00									
40	0.21	0.50	0.96	1.87	3.30	3.65	5.38	8.79	12.1	15.45	17.10	20.37	23.62	26.85	30.06	25.67		15.03	0.00										
45	0.23	0.56	1.08	2.11	3.71	4.10	6.08	9.89	13.7	17.39	19.24	22.92	26.57	30.20	33.82	30.63		5.53	0.00										
	Type A				Type B								Type C																

Type A : Pehumasan manual atau tetes
Type B : Pehumasan celup atau cincin
Type C : Pehumasan alir minyak

Sumber : American Chain Association, Naples, FL

Tabel 2.4 Faktor layanan untuk transmisi rantai (Mott, 2009)

Tipe beban	Jenis penggerak		
	Transmisi hidrolis	Motor listrik atau turbin	Motor bakar dengan penggerak mekanis
Transmisi halus (pengaduk; kipas angin; lampu; konveyor dengan beban merata)	1,0	1,0	1,2
Kejutatan sedang (mesin perkakas, kran, konveyor tugas berat, pengaduk makanan dan gerinda)	1,2	1,3	1,4
Kejutatan berat (mesin)	1,4	1,5	1,7

pres tumbuk, konveyor dengan putaran mampu balik, transmisi mesin giling rol)			
---	--	--	--

d. Motor Listrik DC *Power Window*

Barmawi dkk (2023) menerangkan Motor penggerak regulator berputar searah jarum jam atau arah sebaliknya menggerakkan regulator jendela untuk dirubah menjadi gerak naik turun. Jenis motor yang digunakan pada sistem power window adalah motor DC. Motor listrik menggunakan energi listrik dan energi magnet untuk menghasilkan energi mekanis. Operasi motor tergantung pada interaksi dua medan magnet. Secara sederhana dikatakan bahwa motor listrik bekerja dengan prinsip bahwa dua medan magnet dapat dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan. Tujuan motor adalah untuk menghasilkan gaya yang menggerakkan (torsi). Bentuk fisik pada 12V DC Motor *Power Window* dapat dilihat pada Gambar 2.19 dibawah ini.



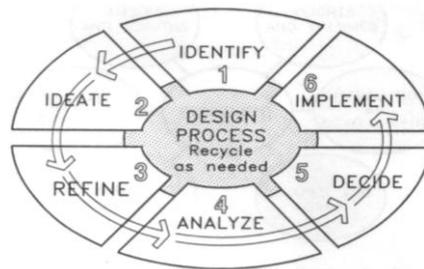
Gambar 2.19 Motor DC *Power Window* (Barmawi, 2023)

2.3 Proses Perancangan

Trianto dan Yulianeu (2018) menyatakan perancangan adalah penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Perancangan sistem dapat dirancang dalam bentuk bagan alir sistem (*system flowchart*) yang merupakan alat bentuk grafik yang dapat digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan proses dari sistem (Syifaun Nafisah, 2003 : 2).

2.3.1 Metode perancangan

Metode perancangan menurut James H. Earle (Pujono, 2019) dapat dilihat seperti pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2.20 Metode perancangan James H. Earley (Pujono, 2019)

- a. Identifikasi masalah (*identify*)
Identifikasi masalah adalah kegiatan mengenal/mencari tahu suatu kebutuhan dan merupakan langkah awal ketika seorang perancang menyelesaikan suatu masalah.
- b. Ide awal
Kreatifitas sangat tinggi pada tahap ide awal dalam proses desain, karena tidak ada batasan berinovasi, mencoba, dan tantangan.
- c. Perbaiki ide
Perbaikan dari ide-ide rancangan awal adalah permulaan dari kreativitas dan imajinasi yang tidak terbatas. Seseorang perancang sekarang ini berkewajiban memberikan pertimbangan utama pada fungsi dan kegunaannya.
- d. Analisa rancangan
Analisa rancangan merupakan langkah dimana ilmu pengetahuan digunakan dengan intensif untuk mengevaluasi desain terbaik dan membandingkan kelebihan setiap desain dengan membandingkan kelebihan dengan perhatian kepada biaya, kekuatan, fungsi, dan permintaan pasar.
- e. Keputusan
Proses pengambilan keputusan untuk menentukan semua kesimpulan tentang penemuan-penemuan signifikan, keistimewaan, perkiraan-perkiraan dan rekomendasi-rekomendasi desain tersebut dimulai dengan presentasi dari perancang.
- f. Implementasi

Implementasi adalah langkah terakhir dalam proses desain, dimana sebuah desain menjadi nyata. Perancang mendetailkan produk dalam gambar kerja dengan spesifikasi dan catatan untuk produksi.

Pada tahap ini penulis melakukan perhitungan bagian-bagian elemen mesin. Berikut uraian rumus yang digunakan untuk menghitung bagian-bagian elemen mesin pada mesin pres

2.3.2 Menghitung daya motor (Mott, 2009)

Dalam menghitung daya motor dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P = T \times \omega \quad (2.1)$$

Dimana :

P : daya dalam HP (*Horse Power*)

T : Torsi (Nm)

ω : Kecepatan sudut (rad/s)

2.3.3 Menghitung daya rancangan (Mott, 2009)

Dalam menghitung daya rancangan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P_d = S_f \times P \quad (2.2)$$

Dimana :

P_d : Daya rencana (HP)

S_f : *Safety factor*

P : Daya motor (HP)

2.3.4 Rumus perhitungan sproket dan rantai (Mott, 2009)

Dalam perhitungan sproket dan rantai terdapat beberapa persamaan berikut :

1) Menghitung rasio putaran (Mott, 2009)

Dalam menghitung rasio dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Rasio} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2.3)$$

Dimana :

n_1 : Putaran *input* (rpm)

n_2 : Putaran *output* (rpm)

2) Menentukan kapasitas daya nominal (Mott, 2009)

Dalam menentukan kapasitas daya nominal dapat menggunakan Tabel 2.7 daya nominal-rantai rol baris tunggal nomor 40 dengan persamaan (2.4).

Tabel 2.3 Daya nominal-rantai rol baris tunggal nomor 40 (Mott, 2009)

Jumlah gigi	Jarak bagi 0,500 in										Kecepatan putar sproket kecil, putaran/menit														
	10	25	50	100	180	200	300	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000	9000
11	0.06	0.14	0.27	0.52	0.91	1.00	1.48	2.42	3.34	4.25	4.70	5.60	6.49	5.57	4.66	3.70	2.85	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50	0.00
12	0.06	0.15	0.29	0.56	0.99	1.09	1.61	2.64	3.64	4.64	5.13	6.11	7.09	6.34	5.31	4.22	3.25	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57	0.00
13	0.07	0.16	0.31	0.61	1.07	1.19	1.75	2.86	3.95	5.02	5.56	6.62	7.68	7.15	5.99	4.76	3.66	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.00	
14	0.07	0.17	0.34	0.66	1.15	1.28	1.88	3.08	4.25	5.41	5.98	7.13	8.27	7.99	6.70	5.31	4.09	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.00	
15	0.08	0.19	0.36	0.70	1.24	1.37	2.02	3.30	4.55	5.80	6.41	7.64	8.86	8.86	7.43	5.89	4.54	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.00	
16	0.08	0.20	0.39	0.75	1.32	1.46	2.15	3.52	4.86	6.18	6.84	8.15	9.45	9.76	8.18	6.49	5.00	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	0.00		
17	0.09	0.21	0.41	0.80	1.40	1.55	2.29	3.74	5.16	6.57	7.27	8.66	10.04	10.69	8.96	7.11	5.48	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	0.00		
18	0.09	0.22	0.43	0.84	1.48	1.64	2.42	3.96	5.46	6.95	7.69	9.17	10.63	11.65	9.76	7.75	5.97	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	0.00		
19	0.10	0.24	0.46	0.89	1.57	1.73	2.56	4.18	5.46	7.34	8.12	9.66	11.22	12.64	10.59	8.40	6.47	4.92	3.91	3.20	2.29	0.09	0.00		
20	0.10	0.25	0.48	0.94	1.65	1.82	2.69	4.39	5.77	7.73	8.55	10.18	11.81	13.42	11.44	9.07	6.99	5.31	4.22	3.45	2.47	0.00			
21	0.11	0.26	0.51	0.98	1.73	1.91	2.83	4.61	6.07	8.11	8.98	10.69	12.40	14.10	12.30	9.76	7.52	5.72	4.54	3.71	2.65	0.00			
22	0.11	0.27	0.53	1.03	1.81	2.01	2.96	4.83	6.37	8.50	9.40	11.20	12.99	14.77	13.19	10.47	8.06	6.13	4.87	3.98	2.85	0.00			
23	0.12	0.28	0.56	1.08	1.90	2.10	3.10	5.05	6.68	8.89	9.83	11.71	13.58	15.44	14.10	11.19	8.62	6.55	5.20	4.26	3.05	0.00			
24	0.12	0.30	0.58	1.12	1.98	2.19	3.23	5.27	6.98	9.27	10.26	12.22	14.17	16.11	15.03	11.93	9.18	6.99	5.54	4.54	0.87	0.00			
25	0.13	0.31	0.60	1.17	2.06	2.28	3.36	5.49	7.28	9.66	10.69	12.73	14.76	16.78	15.98	12.68	9.76	7.43	5.89	4.82	0.00				
26	0.13	0.32	0.63	1.22	2.14	2.37	3.50	5.71	7.59	10.04	11.11	13.24	15.35	17.45	16.95	13.45	10.4	7.88	6.25	5.12	0.00				
28	0.14	0.35	0.67	1.31	2.31	2.55	3.77	6.15	7.89	10.82	11.97	14.26	16.53	18.79	18.94	15.03	11.6	8.80	6.99	5.72	0.00				
30	0.15	0.37	0.72	1.41	2.47	2.74	4.04	6.59	9.11	11.59	12.82	15.28	17.71	20.14	21.01	16.67	12.8	9.76	7.75	6.34	0.00				
32	0.16	0.40	0.77	1.50	2.64	2.92	4.31	7.03	9.71	12.38	13.68	16.30	18.89	21.48	23.14	18.37		10.76	8.54	1.41					
35	0.18	0.43	0.84	1.64	2.88	3.19	4.71	7.69	10.6	13.52	14.96	17.82	20.67	23.49	26.30	21.01		12.30	9.76	0.00					
40	0.21	0.50	0.96	1.87	3.30	3.65	5.38	8.79	12.1	15.45	17.10	20.37	23.62	26.85	30.06	25.67		15.03	0.00						
45	0.23	0.56	1.08	2.11	3.71	4.10	6.08	9.89	13.7	17.39	19.24	22.92	26.57	30.20	33.82	30.63		5.53	0.00						
	Type A				Type B								Type C												
Type A : Pehumasan manual atau tetes																									
Type B : Pehumasan celup atau cincin																									
Type C : Pehumasan alir minyak																									
Sumber : American Chain Association, Naples, FL																									

3) Menghitung jumlah gigi sproket besar (Mott, 2009)

Dalam menghitung jumlah gigi sproket besar dapat menggunakan persamaan berikut :

$$N_2 = N_1 \times \text{rasio} \quad (2.5)$$

Dimana :

N_1 : Jumlah gigi sproket kecil (gigi)

N_2 : Jumlah gigi sproket besar (gigi)

4) Menghitung putaran *output* aktual (Mott, 2009)

Dalam menghitung putaran *output* aktual dapat menggunakan persamaan berikut :

$$n_2 = n_1 (N_1 / N_2) \quad (2.6)$$

Dimana :

n_1 : Putaran *input* (rpm)

n_2 : Putaran *output* (rpm)

N_1 : Jumlah gigi sproket kecil (gigi)

N_2 : Jumlah gigi sproket besar (gigi)

5) Menghitung diameter jarak bagi sproket (Mott, 2009)

Dalam menghitung diameter jarak bagi sproket dapat menggunakan persamaan berikut :

$$D = \frac{p}{\sin(180/N_1)} \quad (2.7)$$

Dimana :

D_1 : Diameter sproket kecil (*mm*)

p : Jarak bagi sproket (*mm*)

N_1 : Jumlah gigi sproket kecil (gigi)

6) Menentukan jarak sumbu poros nominal (Mott, 2009)

Dalam menentukan jarak sumbu poros nominal maka diambil rentang nilai tengah yang dianjurkan $40 \times$ jarak bagi dengan persamaan (2.8).

7) Menghitung panjang utuh rantai (Mott, 2009)

Dalam menghitung panjang utuh rantai dapat menggunakan persamaan berikut :

$$L = 2C + \frac{(N_2 + N_1)}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} \quad (2.9)$$

Dimana :

L : panjang utuh rantai (*mm*)

C : nomor rantai

N_1 : Jumlah gigi sproket kecil (gigi)

N_2 : Jumlah gigi sproket besar (gigi)

8) Menghitung jumlah utuh jarak bagi (Mott, 2009)

Dalam menghitung jumlah utuh jarak bagi dapat menggunakan persamaan berikut :

$$C = \frac{1}{4} \left[L - \frac{(N_2 + N_1)}{2} + \sqrt{\left[L - \frac{(N_2 + N_1)}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right] \quad (2.10)$$

Dimana :

C : jumlah utuh jarak bagi

L : panjang utuh rantai (mm)

N_1 : Jumlah gigi sproket kecil (gigi)

N_2 : Jumlah gigi sproket besar (gigi)

9) Menghitung sudut kontak rantai pada setiap sproket (Mott, 2009)

Dalam menghitung sudut kontak rantai pada setiap sproket dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\theta = 180^\circ - 2 \sin^{-1} [D_2 - D_1 / 2C] \quad (2.11)$$

Dimana :

θ : sudut kontak ($^\circ$)

C : jumlah utuh jarak bagi

L : panjang utuh rantai (mm)

D_1 : Diameter sproket kecil (mm)

D_2 : Diameter sproket besar (mm)

2.3.5 Rumus Perhitungan Poros (Mott, 2009)

Dalam perhitungan poros terdapat beberapa persamaan berikut :

1) Menghitung ketahanan lelah yang dimodifikasi (Mott, 2009)

Berikut ini faktor-faktor yang harus diperhatikan saat melakukan perancangan poros.

Tabel 2.5 Perkiraan faktor-faktor keandalan (Mott, 2009)

Keandalan yang diinginkan	C_R
0,50	1,0
0,90	0,90
0,99	0,81
0,999	0,75

Tabel 2.6 Perkiraan faktor-faktor kisaran ukuran poros

Satuan yang lazim di A.S.	
Kisaran ukuran	Untuk D dalam in
$D \leq 0,30$	$C_s = 1,0$
$0,30 < D < 2,0$	$C_s = (D/0,3)^{-0,11}$
$2,0 < D < 10,0$	$C_s = 0,859 - 0,021225D$
Satuan SI	
Kisaran ukuran	Untuk D dalam mm
$D \leq 7,62$	$C_s = 1,0$
$7,62 < D < 50$	$C_s = (D/7,62)^{-0,11}$

$50 < D < 250$	$C_s = 0,859 - 0,000837$
----------------	--------------------------

Dalam perhitungan faktor ukuran poros dapat menggunakan persamaan berikut :

$$C_s = (D/0,30)^{-0,11} \quad (2.12)$$

Dimana :

C_s : faktor ukuran

D : Diameter kisaran (mm)

Dalam perhitungan ketahanan lelah yang dimodifikasi dapat menggunakan persamaan berikut :

$$S_n' = S_n \times C_s \times C_R \quad (2.13)$$

Dimana :

S_n' : ketahanan lelah yang dimodifikasi (N/mm^2)

S_n : kekuatan lelah dasar

C_s : faktor kisaran poros

C_R : faktor keandalan

2) Menghitung torsi pada poros, sproket dan piringan engkol (Sularso, 2008)

Dalam perhitungan torsi pada poros, sproket dan piringan engkol dapat menggunakan persamaan berikut :

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P}{n} \quad (2.14)$$

Dimana :

T : Torsi poros ($N\ mm$)

P : Daya (HP)

n : Putaran (rpm)

3) Menghitung gaya-gaya pada sproket dan piringan engkol (Mott, 2009)

Dalam perhitungan gaya-gaya pada sproket dan piringan engkol dapat menggunakan persamaan berikut :

$$F = \frac{T}{(D/2)} \quad (2.15)$$

Dimana :

F : gaya (N)

T : Torsi ($N\ mm$)

D : Diameter (mm)

- 4) Menghitung gaya-gaya vertikal dan horizontal pada sproket dan piringan engkol (Mott, 2009).

Dalam perhitungan gaya-gaya vertikal dan horizontal sproket dan piringan engkol dapat menggunakan persamaan berikut :

- 1) Gaya horizontal

Dalam perhitungan gaya horizontal sproket dan piringan engkol dapat menggunakan persamaan berikut :

$$F_H = F \times \sin(40^\circ) \quad (2.16)$$

- 2) Gaya vertikal

Dalam perhitungan gaya vertikal sproket dan piringan engkol dapat menggunakan persamaan berikut :

$$F_V = F \times \cos(40^\circ) \quad (2.17)$$

Dimana :

F : gaya (N)

F_H : gaya horizontal (N)

F_V : gaya vertikal (N)

- 5) Menghitung momen kesetimbangan (Widarto, 2008)

Dalam perhitungan momen reaksi gaya-gaya dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\sum M = 0 \quad (2.18)$$

Dimana :

$\sum M$: Momen reaksi (N)

- 6) Menghitung momen lentur reaksi (Widarto, 2008)

Dalam perhitungan momen lentur reaksi dapat menggunakan persamaan berikut :

$$M = F \times l \quad (2.19)$$

Dimana :

M : Momen gaya

F : Gaya (N)

l : panjang lengan poros (mm)

7) Menghitung diameter poros (Mott, 2009)

Dalam perhitungan diameter poros dapat menggunakan persamaan berikut :

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t \times M}{S_n'}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y}\right)^2} \right]^{1/3} \quad (2.20)$$

Dimana :

D : Diameter poros (mm)

N : faktor rancangan

K_t : nilai rancangan awal

S_n' : Kekuatan lelah yang telah dimodifikasi (N/mm^2)

T : Torsi ($N\ mm$)

S_y : Kekuatan tarik (N/mm^2)

2.3.6 Perhitungan Bantalan (Mott, 2009)

Dalam perhitungan bantalan terdapat beberapa persamaan berikut :

1) Perhitungan beban rancangan (Mott, 2009)

Dalam perhitungan beban rancangan bantalan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P = V \times R \quad (2.21)$$

Dimana :

P : Beban rancangan (N)

R : Beban radial (N)

V : Faktor putaran cincin (N)

2) Memilih jenis bantalan (Mott, 2009)

Dalam memilih jenis bantalan dapat menggunakan tabel jenis bantalan dengan persamaan (2.22).

Tabel 2.7 Jenis bantalan

Nomor bantalan	Dimensi bantalan nominal							Diameter bahu		berat bantalan	tingkat beban statistik dasar	Tingkat beban dinamik dasar C
	d		D		B		r	poros	Rumah bantalan			
	mm	in	mm	in	mm	in	in	in	in			
6200	10	0.3937	30	1.1811	9	0.3543	0.024	0.5	0.984	0.07	520	885
6201	12	0.4724	32	1.2598	10	0.3937	0.024	0.578	1.063	0.08	675	1110
6202	15	0.5906	35	1.3780	11	0.4331	0.024	0.703	1.181	0.10	790	1320
6203	17	0.6693	40	1.5748	12	0.4724	0.024	0.787	1.380	0.14	1010	1660
6204	20	0.7874	47	1.8504	14	0.5512	0.039	0.969	1.614	0.23	1400	2210
6025	25	0.9843	52	2.0472	15	0.5906	0.039	1.172	1.811	0.29	1610	2430
6206	30	1.1811	62	2.4409	16	0.6299	0.039	1.406	2.205	0.44	2320	3350
6207	35	1.3780	72	2.8346	17	0.6693	0.039	1.614	2.559	0.64	3150	4450
6028	40	1.5748	80	3.1496	18	0.7087	0.039	1.811	2.874	0.82	3650	5050
6209	45	1.7717	85	3.3465	19	0.7480	0.039	2.008	3.071	0.89	4150	5650
6210	50	1.9685	95	3.5433	20	0.7874	0.039	2.205	3.268	1.02	4650	6050
6211	55	2.1654	100	3.9370	21	0.8268	0.059	2.441	3.602	1.36	5850	7500
6212	60	2.3622	110	4.3307	22	0.8661	0.059	2.717	3.996	1.73	7250	9050
6213	65	2.5591	120	4.7244	23	0.9055	0.059	2.913	4.390	2.18	8000	9900
6214	70	2.7559	125	4.9213	24	0.9449	0.059	3.11	4.587	2.31	8800	10800
6215	75	2.9528	130	5.1181	25	0.9843	0.059	3.307	4.783	2.64	9700	11400
6216	80	3.1496	140	5.5118	26	1.0236	0.079	3.504	5.118	3.09	10.500	12.600
6217	85	3.3465	150	5.9055	28	1.1024	0.079	3.740	5.512	3.97	12.300	14.600
6218	90	3.5433	160	6.2992	30	1.1811	0.079	3.937	5.906	4.74	14.200	16.600
6219	95	3.7402	170	6.6929	32	1.2598	0.079	4.213	6.220	5.73	16.300	18.800
6220	100	3.9370	180	7.0866	34	1.3386	0.079	4.409	6.614	6.94	18.600	21.100
6221	105	4.1339	190	7.0483	36	1.4173	0.079	4.606	7.008	8.15	20.900	23.000
6222	110	4.3307	200	7.8740	38	1.4961	0.079	4.803	7.402	9.59	23.400	24.900
6223	120	4.7244	215	8.4646	40	1.5748	0.079	5.197	7.992	11.4	26.200	26.900

3) Menghitung jumlah putaran rancangan bantalan (Mott, 2009)

Dalam perhitungan jumlah putaran bantalan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$L_d = (h)(rpm)(60 \text{ min}/h) \quad (2.23)$$

Dimana :

L_d : rancangan putaran

h : umur rancangan yang ditetapkan (jam)

$n/$ rpm : kecepatan putaran

Berikut umur rancangan dapat dilihat pada tabel 2.8

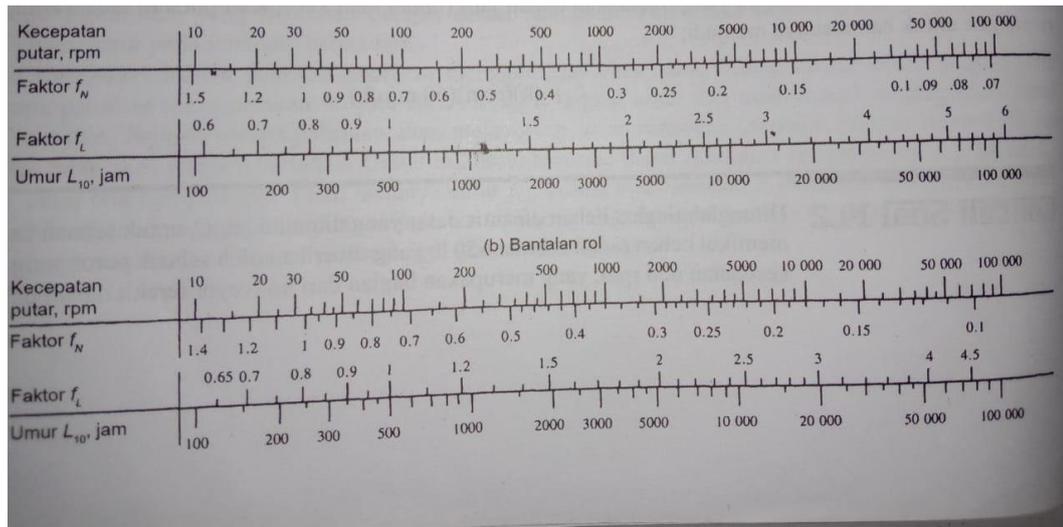
Tabel 2.8 Umur rancangan mesim (Mott, 2009)

Aplikasi	Umur rancangan L_{10} Jam
Peralatan rumah tangga	1000-2000
Mesin pesawat terbang	1000-4000
Otomotif	1500-5000
Alat-alat pertanian	3000-6000
Elevator, kipas angin industri, gigi persneling untuk multi tujuan	8000-15.000
Motor listrik, <i>blower</i> insdustri, mesin industri umum	20.000-30.000

Pompa dan kompresor	40.000-60.000
Peralatan kritis yang beroperasi selama 24 jam terus menerus	100.000-200.000

4) Menentukan faktor kecepatan dan faktor umur (Mott, 2009)

Dalam menentukan faktor kecepatan dan faktor umur dapat melihat gambar 2.19 faktor kecepatan dan faktor umur dengan persamaan (2.24).



Gambar 2.21 faktor kecepatan dan faktor umur (Mott, 2009)

5) Menghitung umur rancangan dan beban dinamis (Mott, 2009)

Dalam perhitungan umur rancangan dan beban dinamis dapat menggunakan persamaan berikut :

$$C = P_d (L_d/10^6)^{1/k} \quad (2.25)$$

Dimana :

L_d : umur rancangan

C : tingkat beban dinamis dasar (N)

P_d : beban rancangan,

10^6 : putaran berdasarkan literatur pabrikan

k : 3 (bantalan bola)

2.4 Solidworks

Solidwork adalah salah satu CAD yang dibuat oleh *Dassault Systemes* yang digunakan untuk merancang *part* pemesinan atau susunan *part* pemesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D mempresentasikan *part* sebelum

real part nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses pemesinan. *Solidworks* biasanya digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana hingga kompleks seperti roda gigi, *cashing handphone*, mesin mobil, dan lain-lain. *Solidwork* dalam penggambaran atau pembuatan model 3D menyediakan *featured-based*, *parameter solid modelling* dan *parametric* yang akan sangat mempermudah bagi pengguna dalam membuat model 3D. Tampilan *software Solidwork* tidak jauh berbeda dengan *software- software* lain yang berjalan yang diatas seperti terlihat pada Gambar 2.20 merupakan tampilan awal *Solidwork 2016* (Pujono, 2019)



Gambar 2.22 Tampilan awal *Solidwork 2016* (Pujono, 2019)

Solidwork menyediakan 3 *templates* yaitu :

a. *Part*

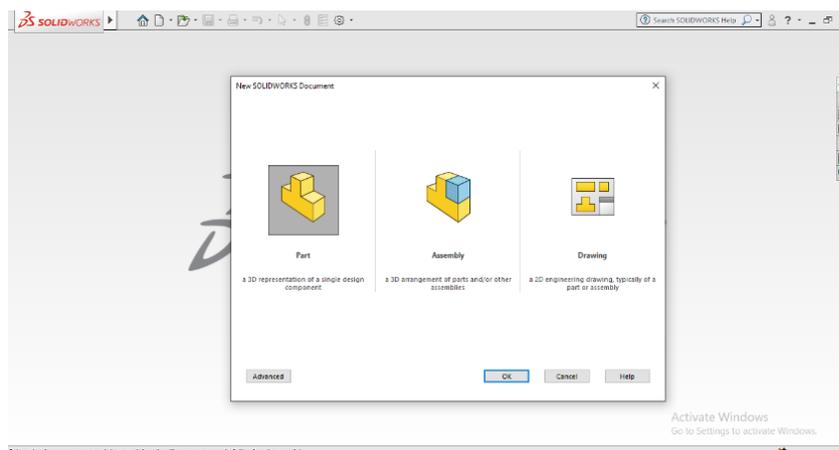
Part adalah sebuah objek 3D yang terbentuk dari *feature-feature*. Sebuah *part* bisa menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan juga bisa digambarkan dalam bentuk 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah bentukan dan operasi-operasi yang membentuk *part*. *Base feature* merupakan *feature* yang pertama kali dibuat. *Extension file* untuk *part* SolidWork adalah *.SLDPRT*.

b. *Assembly*

Assembly adalah sebuah *document* dimana *parts*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) dipasangkan atau disatukan bersama. *Extension file* untuk SolidWorks *Assembly* adalah *.SLDASM*.

c. *Drawing*

Drawing adalah *templates* yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D atau 2D *engineering drawing* dari *single component (part)* mampu *assembly* yang sudah kitabuat. *Extension file* untuk *SolidWorks Drawing* adalah *.SLDDRW*. Berikut ini merupakan Gambar 2.21 yang memperlihatkan 3 *templates* dari *SolidWorks*.



Gambar 2.23 *Templates* dari *SolidWorks* (Pujono, 2019)

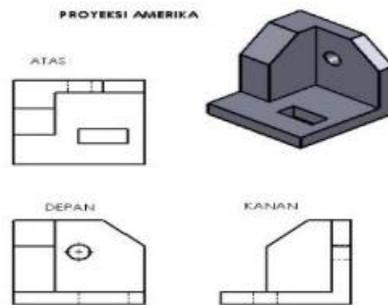
2.5 Gambar Teknik

Menurut Khumaedi (2015), gambar teknik mesin harus cukup memberikan informasi untuk meneruskan maksud yang diinginkan oleh perencana kepada operator, demikian juga operator harus mampu mengimajinasikan apa yang terdapat dalam gambar kerja untuk dibuat menjadi benda kerja yang sebenarnya. Untuk itu diperlukan standarisasi gambar sebagai bahasa teknik dan juga diperlukan untuk menyediakan ketentuan-ketentuan yang cukup jelas pada gambar. Dengan adanya standar-standar yang telah baku ini akan memudahkan suatu pekerjaan untuk dikerjakan di industri pada suatu tempat atau daerah yang kemudian hasil akhirnya akan dirakit di daerah yang berbeda hanya dengan menggunakan gambar kerja.

1) Proyeksi amerika

Menurut Khumaedi (2015), pada proyeksi sistem Amerika (*Third Angle Projection* = Proyeksi Sudut Ketiga), bidang proyeksi terletak diantara benda dengan penglihat yang berada di luar. Untuk memproyeksikan benda pada bidang proyeksi seolah-olah benda ditarik ke bidang proyeksi. Dengan demikian jika

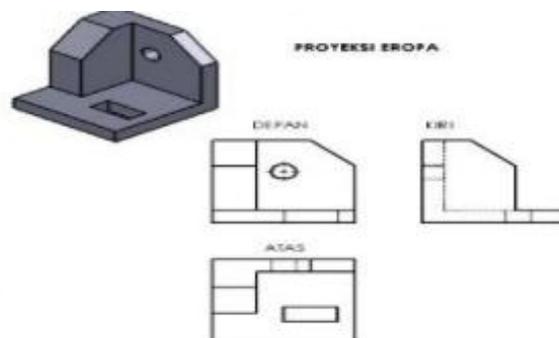
bidang-bidang proyeksi dibuka, maka pandangan depan akan terletak di depan, pandangan atas terletak di atas, pandangan samping kanan terletak di samping kanan, pandangan samping kiri terletak di samping kiri, pandangan bawah terletak di bawah, dan pandangan belakang terletak di sebelah kanan samping kanan seperti terlihat pada Gambar 2.24 di bawah ini.



Gambar 2.24 Proyeksi amerika (Khumaedi, 2015)

2) Proyeksi eropa

Menurut Khumaedi (2015), pada proyeksi sistem Eropa (*First Angle Projection* = Proyeksi Sudut Pertama), benda terletak di dalam kubus diantara bidang proyeksi dan penglihat. Untuk memproyeksikan benda seolah-olah benda tersebut di dorong menuju bidang proyeksi. Dengan demikian jika bidang proyeksi di buka, maka pandangan depan tetap, pandangan samping kanan terletak di sebelah kiri, pandangan samping kiri terletak di sebelah kanan, pandangan atas terletak di sebelah bawah, pandangan bawah terletak di atas dan pandangan belakang terletak di sebelah kanan pandangan samping kiri seperti terlihat pada Gambar 2.25 berikut.



Gambar 2.25 Proyeksi eropa (Khumaedi, 2015)

2.6 Proses Produksi

Kharismawan dan Budi (2022) menyatakan proses produksi adalah merupakan kegiatan untuk menciptakan dan juga menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, bahan baku dan dana agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia.

2.6.1 Proses Pengukuran

Suharyadi (2020) menyatakan pengukuran (kegiatan mengukur) adalah kegiatan membandingkan ukuran (dimensi) suatu benda terhadap sebuah standar ukuran, standar ukuran ini tertera pada alat ukur yang digunakan dalam pengukuran. Berdasarkan cara pembacaan skala ukurnya, alat ukur dibagi menjadi 2 yaitu (Sumbodo, 2008) :

1. Alat ukur tak langsung

Alat ukur tak langsung adalah jenis alat ukur yang datanya hanya dapat dibaca dengan bantuan alat ukur langsung. Contoh : telescoping gauge, inside caliper, outside caliper dan lain-lain. Alat ukur ini dipakai untuk mengukur bagian-bagian yang tidak dapat dijangkau oleh alat ukur langsung.

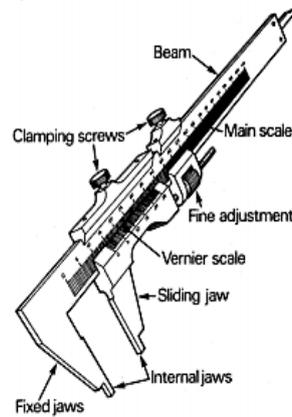
2. Alat ukur langsung

Alat ukur langsung adalah jenis alat ukur yang datanya dapat langsung dibaca pada alat ukur tersebut digunakan. Contoh : jangka sorong, micrometer, mistar, busur derajat (bevel protector) dan lain-lain. Alat ukur ini biasanya digunakan untuk mengukur bagian-bagian yang mudah diukur dan dijangkau oleh alat ukur langsung. Dibawah ini merupakan bagian-bagian jangka sorong, fungsinya dan cara pembacaan.

Bagian-bagian jangka sorong adalah sebagai berikut :

- Rahang tetap/*fixed jaw*, yang bingkainya terdapat pembagian skala yang sangat teliti.
- Rahang gerak/*sliding jaw*, yang skala noniusnya dapat digerakkan sepanjang bingkai.
- *Beam* (Batang/rangka)
- *Main scale* (skala tetap)
- *Vernier scale* (skala nonius)

- *Fine adjustment* (Penggerak halus)
- *Clamping screws* (Baut pengencang)

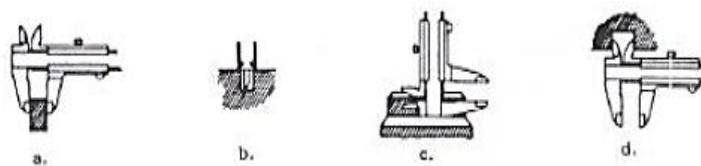


Gambar 2.26 Bagian-bagian Jangka Sorong

Mistar geser dapat digunakan untuk berbagai kegiatan pengukuran, diantaranya untuk mengukur:

1. Ketebalan, jarak luar atau diameter luar.
2. Kedalaman.
3. Tingkat/step.
4. Jarak celah atau diameter dalam.

Contoh penggunaan jangka sorong adalah dapat pada gambar 2.23 sebagai berikut :

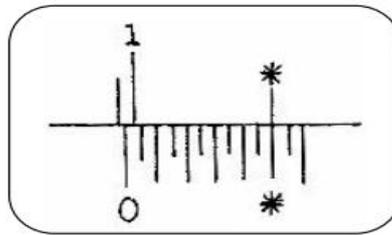


Gambar 2.27 Contoh penggunaan jangka sorong

- a. Mengukur ketebalan, jarak luar atau diameter luar.
- b. Mengukur kedalaman.
- c. Mengukur tingkat.
- d. Mengukur jarak celah atau diameter dalam.

Contoh pembacaan jangka sorong ketelitian 0,05 mm adalah sebagai berikut :
ada pengukuran 9,5 mm, maka kedudukan garis-garis ukurnya adalah sebagai berikut:

- a. Garis 0 pada skala nonius terletak antara garis ke 9 dan 10 pada skala tetap.
- b. Garis ke 10 skala nonius segaris dengan salah satu garis pada skala tetap.



Gambar 2.28 Contoh pengukuran 9,5 mm

2.6.2 Proses Pemotongan

Husni dkk (2020) menerangkan proses pemotongan logam merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam (komponen mesin perkakas) dengan cara memotong, selain itu proses pemotongan logam merupakan kegiatan terbesar yang dilakukan pada industri manufaktur, proses ini mampu menghasilkan komponen-komponen yang memiliki bentuk yang kompleks dengan akurasi geometri dan dimensi yang tinggi.

1) Mesin gergaji potong

Taufiq Rochim (2007) menerangkan Mesin gergaji potong merupakan alat perkakas yang berguna untuk memotong benda kerja. Proses pemotong dilakukan dengan menempatkan tep bergerigi pada bahan atau material yang akan dipotong. Berikut di bawah ini gambar 2.29 merupakan gambar mesin gergaji potong.



Gambar 2.29 Mesin gergaji potong (JTM, PNC)

Berikut ini adalah rumus yang akan digunakan pada proses pemotongan rancang bangun sistem transmisi poros dan sproket mesin pres sampah kaleng miuman.

a. Waktu per satuan luas

Dalam perhitungan waktu persatuan luas dapat menggunakan persamaan berikut :

$$T = \frac{T_{rata-rata}}{A} \quad (2.26)$$

Dimana :

T : Waktu per satuan luas (detik/ mm²)

$T_{rata-rata}$: Waktu rata-rata (detik)

A : Luas penampang potong (mm²)

b. Waktu total pemotongan

Dalam perhitungan waktu total pemotongan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$T_c = T \times A \times l \quad (2.27)$$

Dimana :

T_c : Waktu total pemotongan (menit)

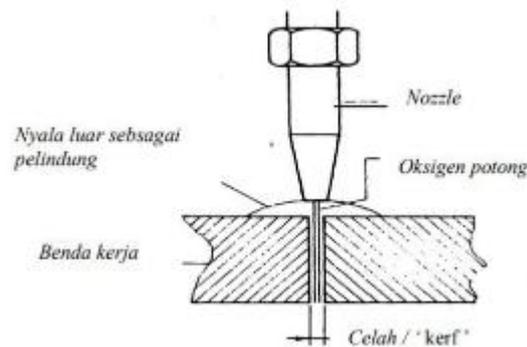
T : Waktu per satuan luas (detik/ mm²)

A : Luas penampang potong (mm²)

l : jumlah benda

2) Proses *Cutting Torch*

Akhyan dkk (2022) menyatakan pemotongan bakar (pemotongan otogen) ialah proses pemenggalan, terutama untuk benda kerja dari baja. Proses ini berdasarkan atas sifat bahan untuk tersulut dan terbakar didalam pancaran zat asam murni pada suhu di bawah titik lebur tanpa meleleh. Dalam proses pengelasan gas, panas diperoleh dari hasil pembakaran gas dengan oksigen sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam dasar dan logam pengisi. Pengelasan gas juga sering digunakan untuk proses pemotongan logam. Berikut adalah gambar proses pemotongan menggunakan *cutting torch*.



Gambar 2.30 Proses pemotongan (Akhyan, 2022)

3) Proses gerinda tangan

Mesin gerinda merupakan produk yang umumnya digunakan untuk memperhalus, mengurangi permukaan, mengasah dan bahkan untuk memotong. Proses pemotongan yang dihasilkan mesin gerinda bersifat abrasif melalui gesekan antara material dengan benda logam (Silaban, 2020).

a. Kecepatan pemakanan (Silaban, 2020)

Dalam perhitungan kecepatan pemakanan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$V_f = f \times ns \quad (2.28)$$

Dimana :

V_f : Kecepatan makan (mm/menit)

f : gerak makan (mm/langkah)

ns : putaran gerinda (rpm)

b. Waktu pemotongan (Silaban, 2020)

Dalam perhitungan waktu pemotongan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$t_c = ap / V_f \quad (2.29)$$

Dimana :

t_c : waktu yang dibutuhkan (menit)

ap : tebal material (mm)

V_f : Kecepatan makan (mm/menit)

c. Waktu pemotongan berdasarkan jumlah yang dibutuhkan (Silaban, 2020)

Dalam perhitungan waktu pemotongan berdasarkan jumlah yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$T_c = t_c \times l \quad (2.30)$$

Dimana :

T_c : Waktu pemotongan berdasarkan jumlah yang dibutuhkan (menit)

t_c : waktu yang dibutuhkan (menit)

l : jumlah yang dibutuhkan (buah)

2.6.3 Proses bubut

Menurut Widarto (2008) Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin yang berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Prinsip dasarnya didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata.

a. Kecepatan potong (Widarto, 2008)

Dalam perhitungan kecepatan potong dapat menggunakan persamaan berikut :

$$C_s = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.31)$$

Dimana :

C_s : kecepatan potong (mm/menit)

n : putaran spindel (rpm)

d : diameter benda kerja (mm)

b. Kecepatan makan (Widarto, 2008)

Dalam perhitungan kecepatan makan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$V_f = f \times n \quad (2.32)$$

Dimana :

V_f : kecepatan makan (mm/menit)

f : gerak makan (mm/putaran)

n : putaran spindel (rpm)

c. Waktu pemotongan (Widarto, 2008)

Dalam perhitungan kecepatan makan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.33)$$

Dimana

t_c : waktu pemotongan (menit)

V_f : kecepatan makan (mm/menit)

l_t : panjang pemesinan (mm)

$$l_t = l_v + l_w + l_n \text{ (mm)}$$

l_v : panjang awal pemotongan benda kerja (mm)

l_w : panjang pemotongan benda kerja (mm)

l_n : panjang akhir pemotongan (mm)

2.6.4 Proses gurdi

Menurut Taufiq Rochim (2007) proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan lainnya. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan mata bor (*twist drill*) sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses memperluas/memperlebar lubang yang bisa dilakukan menggunakan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada mesin gurdi, tetapi bisa dengan mesin bubut dan mesin frais. Berikut di bawah ini gambar 2.31 adalah gambar dari mesin gurdi.



Gambar 2.31 Mesin gurdi (JTM, PNC)

Berikut ini rumus yang dapat digunakan pada proses gurdi pada rancang bangun sistem transmisi poros dan sproket mesin pres sampah kaleng minuman.

a. Kecepatan potong (Taufiq Rochim, 2007)

Dalam perhitungan kecepatan potong dapat menggunakan persamaan berikut :

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.34)$$

Dimana :

V_c : kecepatan potong (mm/menit)

d : diameter gurdi (mm)

n : putaran spindel (rpm)

b. Gerak makan (Taufiq Rochim, 2007)

Dalam perhitungan gerak makan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$f_z = \frac{V_f}{n \times z} \quad (2.35)$$

Dimana :

f_z : Gerak makan /mata potong (mm/put)

V_f : kecepatan makan (mm/menit)

n : putaran spindel (rpm)

z : jumlah mata potong

c. Waktu pelubangan (Taufiq Rochim, 2007)

Dalam perhitungan waktu pemotongan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.36)$$

Dimana :

t_c : Waktu pemotongan (menit)

V_f : kecepatan makan (mm/menit)

l_t : panjang pemesinan (mm)

$$l_t = l_v + l_w + l_n \text{ (mm)}$$

l_v : panjang awal pemotongan benda kerja (mm)

l_w : panjang pemotongan benda kerja (mm)

l_n : panjang akhir pemotongan (mm)

2.6.5 Proses Frais

Menurut Widarto (2008) proses pemesinan frais (*milling*) adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. Proses penyayatan dengan gigi potong yang banyak yang mengitari pisau ini menghasilkan proses pemesinan lebih cepat.

a. Kecepatan potong (Widarto, 2008)

Dalam perhitungan kecepatan potong dapat menggunakan persamaan berikut :

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.37)$$

Dimana :

V : kecepatan potong (mm/menit)

d : diameter pisau (mm)

n : putaran spindel (rpm)

b. Gerak makan per mata potong (Widarto, 2008)

Dalam perhitungan gerak makan per mata potong dapat menggunakan persamaan berikut :

$$f_z = \frac{V_f}{n \times z} \quad (2.38)$$

Dimana :

f_z : Gerak makan /mata potong (mm/put)

V_f : kecepatan makan (mm/menit)

n : putaran spindel (rpm)

z : jumlah mata potong

c. Waktu pemakanan (Widarto, 2008)

Dalam perhitungan waktu pemakanan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.39)$$

Dimana :

t_c : Waktu pemotongan (menit)

V_f : kecepatan makan (mm/menit)

l_t : panjang pemesinan (mm)

$$l_t = l_v + l_w + l_n \text{ (mm)}$$

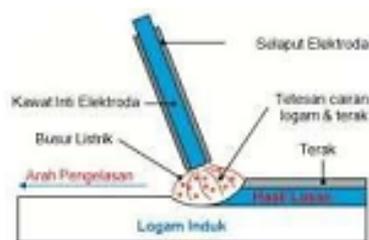
l_v : panjang awal pemotongan benda kerja (mm)

l_w : panjang pemotongan benda kerja (mm)

l_n : panjang akhir pemotongan (mm)

2.6.6 Proses pengelasan

Menurut Yusmita dkk (2020) pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam baik menggunakan bahan tambah maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai bahan pencair bahan yang dilas. Berikut di bawah ini gambar 2.32 merupakan gambar las busur dengan elektroda terbungkus



Gambar 2.32 Las busur dengan elektroda terbungkus (Wirjosumarto, 2008)

Berikut ini merupakan rumus perhitungan pengelasan yang akan digunakan untuk pengelasan transmisi mesin pres sampah kaleng minuman :

a. Perhitungan jumlah elektroda

Dalam perhitungan jumlah elektroda dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Jumlah elektroda} = \frac{\text{Total panjang las}}{\text{panjang las per batang elektroda}} \quad (2.40)$$

Dimana :

Jumlah elektroda : batang

Total panjang las : mm

Panjang las per batang : mm/batang

b. Waktu pengelasan

Dalam perhitungan waktu pengelasan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Waktu pengelasan} = \text{jumlah elektroda} \times \text{waktu pengelasan per batang elektroda} \quad (2.41)$$

Dimana :

Waktu pengelasan : mm

Jumlah elektroda : batang

Waktu pengelasan per batang elektroda : menit/batang

2.6.7 Proses Perakitan

Hastarina (2019) menyatakan proses perakitan adalah proses penggabungan dari beberapa bagian komponen yang dirakit satu-persatu untuk membentuk suatu konstruksi yang diinginkan hingga menjadi produk akhir. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya. Proses perakitan untuk komponen-komponen yang dominan terbuat dari plat tipis dan plat tebal ini membutuhkan teknik-teknik perakitan tertentu yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantaranya adalah sebagai berikut :

- 1) Jenis bahan yang akan dirakit.
- 2) Kekuatan yang dibutuhkan.
- 3) Pemilihan metode penyambungan.
- 4) Pemilihan metode penguatan.
- 5) Pemilihan alat bantu perakitan.
- 6) Toleransi.
- 7) Ergonomis konstruksi.

2.6.8 Proses *Finishing*

Hastarina dkk. (2019) mendefinisikan proses *finishing* adalah proses merapikan benda kerja sebelum pengecatan, untuk membuang bagian-bagian pengelasan, pemotongan yang tidak rapi atau terlihat menonjol, mesin yang digunakan untuk membuang bagian-bagian tidak rapi menggunakan gerinda tangan. Lalu mengamplas beberapa bagian dari rangka untuk selanjutnya dilakukan pengecatan. Pengamplasan dilakukan agar beberapa permukaan yang kasar dan berkarat juga bekas las akan menjadi lebih rapi sehingga cat akan menempel dengan lebih tahan lama.