

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Alat Gali (*Excavator*)

Excavator merupakan salah satu alat berat yang digunakan untuk memindahkan material. Tujuannya adalah untuk membantu dalam melakukan pekerjaan yang sulit agar menjadi lebih ringan dan dapat mempercepat waktu pengerjaan sehingga dapat menghemat waktu.

Alat gali (*excavator*) mempunyai 4 tipe yaitu : *front Shovel*, *drag Line*, *clamshell* dan *backhoe*. Pengoperasian *backhoe* umumnya untuk penggalian saluran, terowongan, atau *basement*.¹ *Backhoe* terdiri dari alat penggerak yang dapat berupa *crawler* atau ban, *boom* , *stick*, dan *bucket*.

Salah satu bagian yang paling penting dari sebuah *excavator backhoe* adalah sistem mekanik. Sistem mekanik ini berfungsi untuk menggerakkan bagian depan atau lengan penggali guna memindahkan suatu material secara *swing* (gerak putar). Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat. Jika sistem mekanik ini tidak berjalan dengan baik, maka *excavator* tipe *backhoe* pun tidak akan bekerja dengan baik pula. Keberadaan system mekanik yang baik akan dapat membuat *excavator* bekerja dengan baik pula.

¹Susy Fatena Rostiyanti, *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi* (Jakarta : Rineka Cipta, 2002), h. 68

2.2 Motor Bensin

Motor bensin merupakan salah satu jenis dalam motor bakar torak. Bahan bakar pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan bunga api listrik diantara kedua elektroda busi.² Motor bensin dilengkapi dengan karburator yang berfungsi mencampur bahan bakar dan udara yang kemudian akan dinyalakan oleh busi di dalam silinder pembakaran. Pembakaran inilah yang akan menghasilkan tenaga yang memutar pompa untuk mengalirkan oli ke komponen hidrolis.

Mesin bensin berbeda dengan mesin diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara, dan mesin bensin selalu menggunakan penyalaan busi untuk proses pembakaran. Pada mesin diesel, hanya udara yang dikompresikan dalam ruang bakar dan dengan sendirinya udara tersebut terpanaskan, bahan bakar disuntikan ke dalam ruang bakar di akhir langkah kompresi untuk bercampur dengan udara yang sangat panas, pada saat kombinasi antara jumlah udara, jumlah bahan bakar, dan temperatur dalam kondisi tepat maka campuran udara dan bakar tersebut akan terbakar dengan sendirinya.

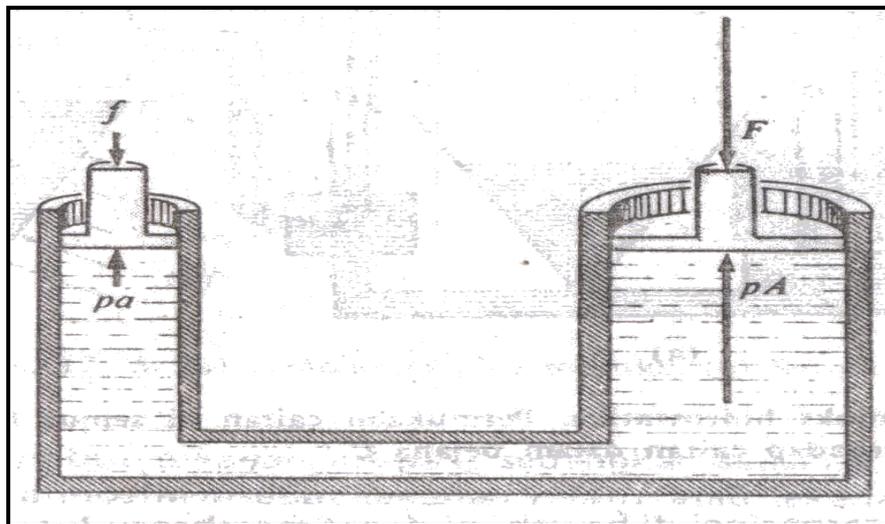
Pada mesin bensin, pada umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ke ruang bakar, sebagian kecil mesin bensin modern mengaplikasikan injeksi bahan bakar langsung ke silinder ruang bakar termasuk mesin bensin 2 tak untuk mendapatkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karburator

²Wiranto Arismunandar, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, (Edisi ketiga, Bandung : ITB, 1983), h. 5.

atau sistem injeksi, keduanya mengalami perkembangan dari sistem manual sampai dengan penambahan sensor-sensor elektronik. Sistem Injeksi Bahan bakar di motor otto terjadi diluar silinder, tujuannya untuk mencampur udara dengan bahan bakar seproporsional mungkin. Hal ini disebut EFI.

2.3. Prinsip Dasar Sistem Hidrolik

Prinsip dasar dari sistem hidrolik berasal dari hukum pascal. Hal ini dikemukakan oleh sarjana Perancis Blaise Pascal (1622 – 1623) pada tahun 1653 dan disebut “ hukum pascal “. Bunyinya “ Tekanan yang dikerjakan pada fluida dalam bejana tertutup diteruskan tanpa berkurang ke semua bagian fluida dan dinding bejana itu “. ³



Gambar 2.1. Asas penekanan hidrolik ⁴

³Sears. Zemansky, *Fisika Untuk Universitas 1 Mekanika Panas Bunyi* (Edisi keempat, Bandung : Binacipta, 1982), h. 297.

⁴*Ibid.*

Hukum pascal dapat diterangkan berdasarkan cara kerja penekan hidrolik, seperti pada gambar 2.1.

$$p = \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \text{ dan } F = \frac{A}{a} \times f \quad (2.1)^5$$

Keterangan :
 p = Tekanan fluida (N/m^2)
 f = Gaya pada penampang kecil (N)
 a = Luas penampang kecil (m^2)
 F = Gaya pada penampang besar (N)
 A = Luas penampang besar (m^2)

Sebuah piston yang luas penampangnya kecil digunakan untuk melakukan gaya kecil langsung terhadap suatu zat cair, misalnya minyak. Tekanan $p = \frac{F}{A}$ diteruskan lewat sebuah pipa penghubung ke sebuah silinder yang lebih besar dan yang pistonnya juga lebih besar. Oleh sebab itu penekan hidrolik adalah suatu alat untuk melipat gandakan gaya yang faktor perkaliannya sama dengan perbandingan antara luas kedua piston.

2.4.Komponen Sistem Hidrolik

Untuk dapat mengalirkan fluida dalam sebuah sistem dan menerapkan tenaga fluida yang dihasilkan maka dibutuhkan komponen-komponen yang memiliki fungsi dan tugas masing-masing, dimana fungsi dan tugas ini haruslah dapat diintegrasikan sehingga akan terbentuk sistem yang menghasilkan kerja yang akan melayani beban tertentu. Komponen-komponen ini antara lain :

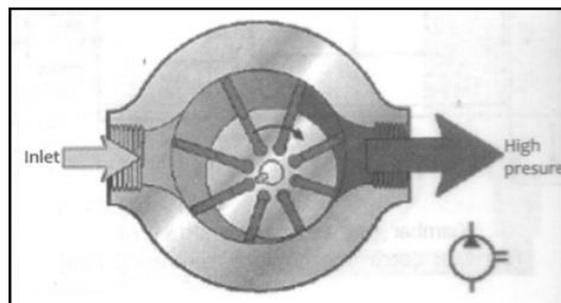
⁵*Ibid.*

2.4.1. Pompa Hidrolik

Fungsi pompa hidrolik yaitu untuk mengalirkan cairan hidrolik ke seluruh rangkaian hidrolik sehingga unit penggerak dapat bekerja. Tenaga cairan yang ditimbulkan oleh pompa dan peralatan lain yang mengaturnya sebanding dengan tenaga mekanik yang menggerakkan pompa. Dengan kata lain tenaga mekanik dari penggerak mula diubah menjadi tenaga fluida.

2.4.1.1. *Non positif pump*

Pompa yang desainnya menyebabkan tingkat kebocoran (*pumping loss*) tinggi, penghentian aliran oli keluaran selama pompa bekerja tidak menyebabkan kerusakan pompa.⁶ Kebocoran bersumber dari celah kecil diantara gigi-gigi. Pompa ini mereduksi kebocorannya dengan menggunakan pegas yang ditempatkan dalam rotor yang digerakkan. Contohnya pada *centrifugal pump*.



Gambar 2.2. *Centrifugal pump*⁷

⁶Ahmad Kholil, *Alat Berat*, (Jakarta : Universitas Negeri Jakarta, 2005), h 109.

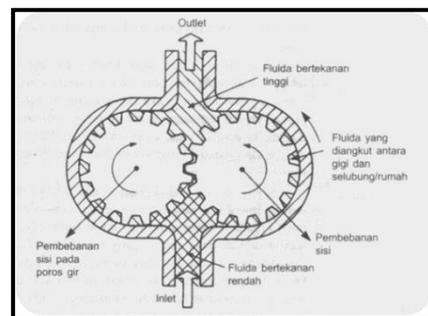
⁷*Ibid*, h 109

2.4.1.2. Positif pump

Pompa yang desainnya menyebabkan tingkat kebocoran (*pumping loss*) rendah dan akan selalu mengalirkan oli selama bekerja.⁸ Contohnya pada *gear pump*.

a) Pompa roda gigi luar

Merupakan pompa perpindahan yang sederhana. Pompa ini bergerak dengan kecepatan konstan dan tidak dapat bergerak bolak-balik. Seperti pada gambar 2.3. pompa tersebut hanya terdiri dari dua gir berdekatan yang saling mengunci dan berputar.



Gambar 2.3. Pompa roda gigi luar⁹

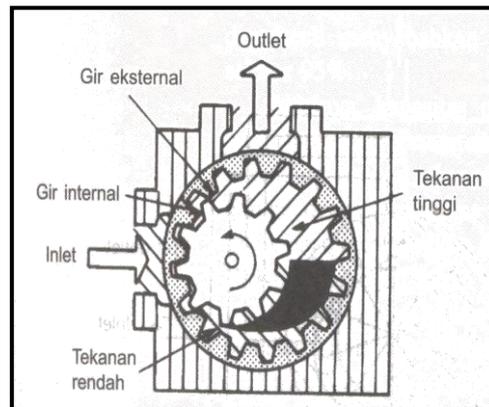
b) Pompa roda gigi dalam

Merupakan pompa yang terdiri dari gir internal yang lebih kecil yang dijalankan dan mengikut sertakan gir eksternal dengan gigi-gigi dalam (rotor). Dari saluran *inlet*, oli hidrolik dihisap ke dalam rongga-rongga gigi

⁸*Ibid*, 109

⁹Andrew Parr, *Hidrolika dan Pneumatika*, (Edisi kedua, Jakarta : Erlangga, 2003), h. 40.

yang setelah mencengkram kemudian membuka kembali dan dibawa ke sisi tekan hingga keluar pada *outlet*. Pada gambar 2.4. oli hidrolik yang terhisap dan melewati rongga-rongga gigi, berbentuk bulan sabit.



Gambar 2.4. Pompa roda gigi dalam ¹⁰

Pada prinsipnya semua pompa hidrolik adalah sama. Sehingga debit pompa dapat dijelaskan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_{th} = C \cdot n \quad (2.2)^{11}$$

Keterangan :

Q_{th} = Debit teoritis pompa hidrolik (liter/menit)

C = Volume perpindahan (cc/rev)

n = putaran pompa hidrolik (rpm)

¹⁰*Ibid*, h. 41.

¹¹Thomas Krist, *Hidraulika*, (Jakarta : Erlangga, 1991), h. 110.

Dalam praktiknya, nilai teoritis ini tidak pernah dicapai karena selalu terjadi sejumlah kehilangan yang tidak dapat dihindarkan. Kehilangan tersebut merupakan bocoran dalam pompa. Untuk dapat mengetahui nilai sebenarnya dapat dijelaskan pada rumus sebagai berikut :

$$Q_w = Q_{th} \cdot \eta_{vol} \quad (2.3)^{12}$$

Keterangan :

Q_w = Debit aktual pompa hidrolik (liter/menit)

Q_{th} = Debit teoritis pompa hidrolik (liter/menit)

η_{vol} = efisiensi volumetris

Nilai besaran pada efisiensi volumetris tergantung pada kecermatan dari fabrikasi, yaitu antara 0,75 hingga 0,95. Sebagai bilangan rata-rata dapat kita gunakan $\eta_{vol} = 0,85$.¹³

2.4.1.3. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa merupakan salah faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan pemilihan pompa. Dengan memperhatikan efisiensi akan diketahui berapa volume dan tenaga yang dihasilkan dari suatu pompa. Angka efisiensi pompa ditentukan oleh tiga faktor yang meliputi:

Efisiensi Volumetrik adalah perbandingan antara volume aliran yang dihasilkan (Perpindahan sebenarnya)

¹²*Ibid*, h. 112.

¹³*Ibid*, h. 117.

dengan volume aliran teoritis (Perpindahan teoritis) suatu pompa. Efisiensi tenaga adalah perbandingan tenaga yang dihasilkan terhadap tenaga yang dipakai (masuk)

$$\eta_0 = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100 \% \quad (2.4)$$

2.4.2. Katup

Katup adalah perlengkapan untuk mengontrol ataupun mengatur start, stop, dan arah, juga tekanan atau aliran dari suatu tekanan perantara dibawa oleh sebuah pompa hidro atau disimpan dalam suatu bejana.¹⁴ Menurut penggunaannya katup dibagi menjadi tiga macam, yaitu sebagai berikut :

2.4.2.1. Katup pengatur tekanan (*relief valve*)

Katup pengatur tekanan digunakan untuk menjaga tekanan konstan dan membatasi tekanan maksimum dalam sistem hidrolik. Makin besar beban yang diterima, makin besar tekanan yang terbangkit di dalam sistem.¹⁵ Tekanan yang terbangkit biasanya dapat timbul pada silinder hidrolik. Tekanan yang berlebihan ini dapat menyebabkan kerusakan komponen-komponen hidrolik lainnya.

Relief valve ditempatkan pada jalur keluaran setelah pompa hidrolik dan sebelum *control valve*. Saat katup pengatur tekanan terbuka, oli bertekanan tinggi dikembalikan

¹⁴Sugihartono, *Sistem Kontrol dan Pesawat Tenaga Hidrolik*, (Edisi kedua, Bandung : Tarsito, 1996), h. 122.

¹⁵Ahmad Kholil. *Op. Cit.*, h. 114.

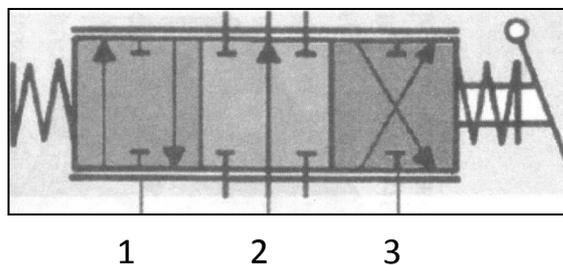
ke tanki oli pada tekanan rendah. *Relief valve* juga biasanya terletak di dalam *control valve*.



Gambar 2.5. *Relief valve*

2.4.2.2. Katup pengatur arah aliran (*control valve*)

Katup pengatur arah aliran adalah alat yang mengatur jalan atau lintasan aliran fluida. Aliran fluida hidrolik dapat dikontrol dengan menggunakan *valve* yang hanya memberikan satu arah aliran. Simbol-simbol katup ini hanya menentukan fungsi katup.



Gambar 2.6. Katup pengarah aliran 4/3¹⁶

¹⁶*Ibid*, h. 117.

Penulis menggunakan katup pengarah aliran 4/3. Katup pengarah aliran 4/3 merupakan katup yang terdiri dari empat *port* (lubang-lubang saluran masuk dan saluran keluar) dan tiga posisi peralihan, dimana posisi pertama adalah posisi *raise* (naik), posisi kedua adalah netral, dan posisi ketiga adalah posisi *down* (turun).



Gambar 2.7. *Control valves tipe multiple*

2.4.2.3. Katup pengatur jumlah aliran (*flow control valve*)

Katup pengatur jumlah aliran adalah sebuah katup yang berfungsi untuk mengatur kapasitas aliran fluida dari pompa ke silinder. Selain itu juga untuk mengatur kecepatan aliran fluida dan kecepatan gerak piston dalam silinder. Kecepatan gerak piston tergantung dari jumlah fluida yang masuk kedalam ruang silinder dibawah piston tiap satuan waktunya.



Gambar 2.8. *Flow control valve*

2.4.3. Tangki Oli

Tangki oli adalah suatu komponen sistem hidrolik yang berfungsi sebagai tempat penampung oli dan sebagai suplai fluida untuk seluruh sistem. Oli panas yang dikembalikan dari sistem didinginkan dengan cara menyebarkan panasnya.



Gambar 2.9. Tangki oli

2.4.4. Saringan Oli (*Oil Filter*)

Saringan oli berfungsi menyaring kotoran–kotoran dari minyak hidrolik yang ikut mengalir bersama oli agar tidak masuk ke dalam komponen sistem dan menyebabkan penyumbatan. *Oil filter* ditempatkan dalam tangki pada saluran masuk pada pompa. Dengan

adanya *oil filter* diharapkan efisiensi peralatan hidrolik dapat ditinggikan dan umur pemakaian lebih lama.



Gambar 2.10. Saringan oli¹⁷

2.4.5. Motor Hidrolik

Hydraulic motor adalah bentuk lain *actuator*. Kalau *cylinder* menghasilkan gerakan bolak balik, maka *hydraulic motor* menghasilkan putaran (rpm). Bekerjanya *hydraulic motor* adalah berlawanan dengan pompa.

Pompa dapat juga dipakai sebagai motor, tetapi tidak boleh digunakan tanpa perubahan semua faktor yang berhubungan dengan motor. Kalau hal ini dilakukan maka akan terjadi keausan yang parah pada *shaft* dan *bearing*.

Besarnya kecepatan dan *torque output shaft motor* bergantung pada *displacement motor*, yaitu *volume output* setiap putarannya. Semakin besar *volume output* perputarannya *torque outputnya*

¹⁷ *Ibid*, h. 117.

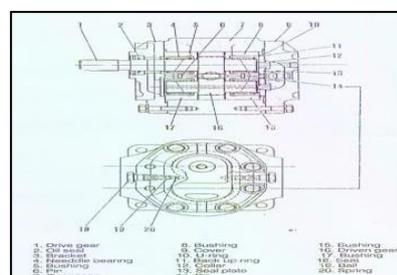
semakin besar pula. Seperti halnya pompa motor dirancang dalam Dua jenis *displacement* (pemindahan oli) yaitu:

Field displacement (pemindahan oli) yaitu: *Motor constant*, sedangkan kecepatan dapat dirubah-rubah dengan variasikan aliran masuknya (*input flow*). Jadi pompa ini dipakai terutama menghasilkan putaran.

Variable displacement motor. Motor jenis ini baik putaran maupun torsinya dapat dirubah-rubah (bervariasi). Aliran input (*input flow*) dan tekanannya bisa *constant* saja, sedangkan kecepatan dan torsinya dapat dirubah-rubah dengan menggerakkan mekanisme yang akan merubah *displacement* motornya.

2.4.5.1. External gear motor

Konstruksinya terdiri dari dua buah roda gigi yang selalu berhubungan (*mesh*) dalam rumahnya. Bila ada tekanan pada sisi masuknya, akan mendorong gigi-giginya dan menyebabkan *shaft motor* berputar untuk digunakan memutar beban (*load*).



Gambar 2.11. Motor hidrolik tipe roda gigi luar¹⁸

¹⁸ Andrew parr. *Op. Cit.*, h.75.

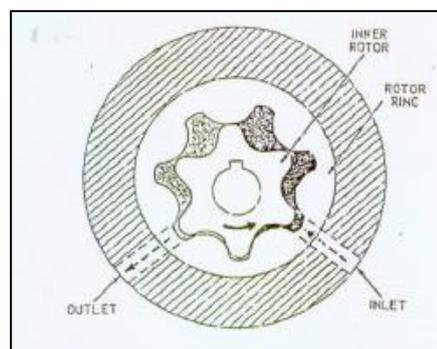
Untuk memperpanjang usia bearing kemudian dibuat lubang pada *housing* untuk menyalurkan tekanan tinggi dengan arah gaya dorong yang berlawanan dengan yang terjadi disisi *inlet*. Jenis ini dinamakan tipe membalik putaran *shaft output*, maka *control valve* digerakkan untuk menukar jalannya oli antar *inlet* dan *outlet*.

2.4.5.2. Internal gear motor

Konstruksinya dapat dilihat pada gambar 2.12 , komponennya terdiri dari :

1. *Housing* (rumah)
2. *Rotar ring*, berputar dalam *housing*
3. *Inner rotor* yang mana giginya berhubungan (*mesh*) dengan *rotor ring*

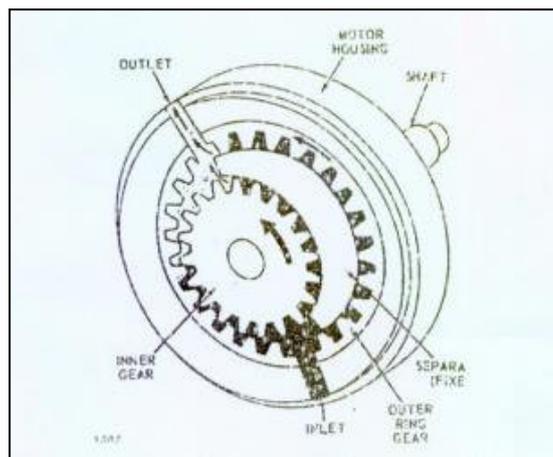
seperti pada gambar, sedang *shaft inner rotor* bertumpu pada *housing*.



Gambar 2.12. *Internal gear motor*¹⁹

¹⁹ *Ibid*, h.76

Cara kerjanya : Bila ada tekanan di inlet maka akan mendorong gigi-gigi inner rotor dan rotor ring sehingga motor berputar. Sewaktu gigi inner rotor bagian atas bertemu dengan rotor ring akan terjadi penyekatan. Begitu motor berputar akan bocor lagi, terbentuk tapi penyekatan, dan seterusnya. Bentuk lain internal gear motor seperti pada gambar 2.13. Bedanya hanya pada separator yang *fixed* terhadap housingnya, sedangkan cara kerjanya sama saja.



Gambar 2.13. *Internal gear motor* dengan separator²⁰

2.4.5.3. Vane Motor

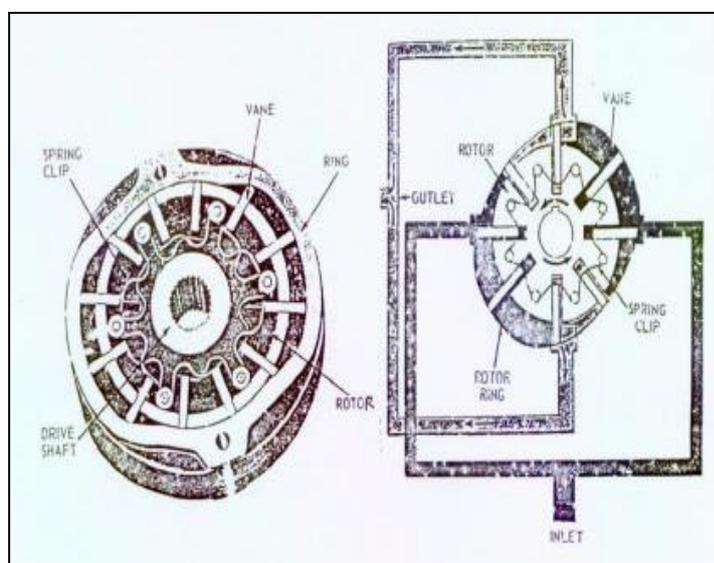
Seperti pada pompa, vane motor juga ada dua macam

1. Tipe *unbalanced*
2. Tipe *balanced*

²⁰ *Ibid*, h. 76

Vane motor hanya dibuat untuk *fixed displacement*. Keuntungan vane motor adalah usia pakainya lebih lama (keausan pada hearing kecil) dan lebih murah bila dibandingkan dengan *gear motor*. Untuk membalik arah putaran seperti pada motor yang lain yaitu dengan membalik arah masuknya oli.

Konstruksinya seperti gambar 2.14. fungsi *spring clip* untuk menahan agar sudu-sudu (*vanes*) tetap merapat pada *outer ring* untuk memperkecil kebocoran. Sedangkan pada pompa tidak diperlukan *clip ring* cara kerjanya seperti pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Motor hidrolik tipe *balances*²¹

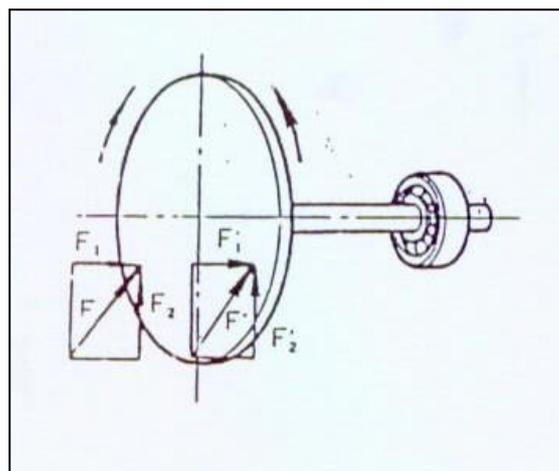
²¹ *Ibid*, h. 77

2.4.5.4. Motor Hidrolik Tipe Piston

Motor hidrolik tipe piston mempunyai 2 (dua) tipe yaitu:

1. Tipe *bent*
2. Tipe *swash*

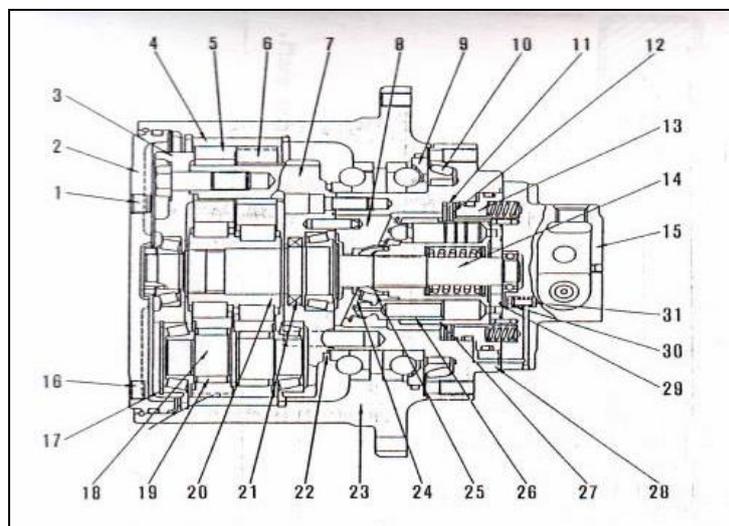
Prinsip kerjanya Sebuah *disc* yang ditumpuk oleh bearing mendapat tekanan fluida maka *disc* tersebut akan berputar. Putaran *disc* tersebut tergantung dari arah mana fluida tersebut diberikan ke *disc*. Bila tekanan pada *disc* berkedudukan di F maka *disc* akan berputar ke kanan (dari belakang). Sebaliknya bila tekanan tersebut berkedudukan seperti F, maka *disc* akan berputar ke kiri. Agar *disc* mendapat *torque* yang besar, maka pada *disc* dipasang piston dan piston masuk kedalam *cylinder block*.



Gambar 2.15 Prinsip kerja *disc*²²

²² *Ibid*, h. 78

Oli masuk kedalam *cylinder block* melalui *valve plate innier port* (tergantung kearah mana putaran diinginkan) selanjutnya menekan piston. Akibatnya dari gaya pada piston ini maka *disc* akan berputar untuk selanjutnya diteruskan ke *output shaft* yang berhubungan dengan beban (*load*). Pada keadaan dimana *disc* berputar, maka pistonpun akan ikut berputar membawa *cylinder block*, sedangkan *valve plate* tidak ikut berputar (duduk pada housing). Untuk merapatkan antara *valve plate* dengan *cylinder block*, maka pada *center shaft* dipasang *center spring*. Sedangkan fungsi dari *center shaft* sendiri adalah untuk menjaga kelurusan *cylinder blocks*.



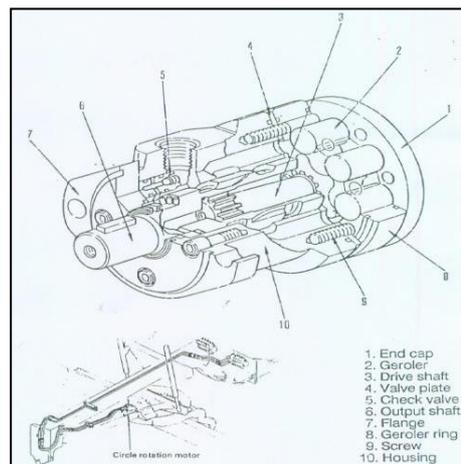
Gambar 2.16 Motor hidrolik tipe piston (*swashplate*)²³

²³ *Ibid*, h. 80

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. Level plug | 17. Ring |
| 2. Cover | 18. Crankshaft |
| 3. Hold flange | 19. Needle bearing |
| 4. Pin gear | 20. Bearing |
| 5. RV-gear | 21. Oil seal |
| 6. RV-gear | 22. Distance peace |
| 7. Carrier | 23. Hub (case) |
| 8. Swash plate | 24. Shoe |
| 9. Distance peace | 25. Thrust ball |
| 10. Floating seal | 26. Piston |
| 11. Plate | 27. Cylinder block |
| 12. Disc | 28. Spindle |
| 13. Piston | 29. Timing plate |
| 14. Drive shaft | 30. Valve seat |
| 15. Rear flange | 31. Valve |
| 16. Drain plug | |

2.4.5.5. Motor Hidrolik Tipe Orbit.

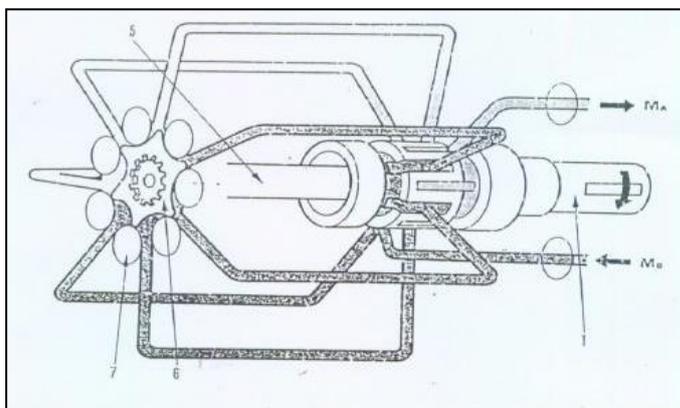
Konstruksinya : *Geroler* terikat dalam geroler ring. *Geroler ring* sendiri diikat pada housingnya. Sehingga bila ada *pressure* yang masuk, akan memaksa *star gear* mengorbit terhadap *geroler*. Sedangkan *star gear* dihubungkan ke *output shaft* dengan perantara *drive shaft*.



Gambar 2.17 Konstruksi Orbit Motor²⁴

²⁴ *Ibid*, h. 81

Prinsip kerjanya dapat dilihat pada gambar 2.18 yaitu sebagai berikut : Pola *output shaft* terdapat alur-alur yang berfungsi sebagai *disc valve* untuk mengarahkan jalannya oli menuju sisi yang perlu *pressure*, bekerja sama dengan *valve plate*. Bila *star gear* berputar karena *pressure*, maka akan memutar *output shaft* berputar pula. Dengan demikian akan merubah kedudukan *disc valve* terhadap *valve plate*, sehingga lubang yang bertekanan akan bergeser pula lubang demi lubang.



Gambar 2.18 Prinsip kerja orbit motor²⁵

2.5 Poros

Poros adalah bagian stationer yang berputar, biasanya berpenampang lingkaran, terpasang elemen-elemen seperti roda gigi, puli, roda gila, engkol

²⁵ *Ibid*, h. 83

dan elemen pemindah daya lainnya²⁶. Poros bisa menerima beban-beban lenturan, tarikan atau puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan yang lainnya. Bila beban tersebut tergabung, bisa mengharapkan untuk mencari kekuatan statis dan kekuatan lelah yang perlu untuk pertimbangan perencanaan, karena suatu poros tunggal bisa diberi tegangan statis, tegangan bolak-balik lengkap, tegangan berulang, yang semuanya bekerja pada waktu yang sama.

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan untuk pembebanannya sebagai berikut :²⁷

a) Poros Transmisi

Poros macam ini mendapat beban puntir murni dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli, sabuk atau sprocket rantai

b) Spindel

Poros transmisi yang relative pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindel. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasi harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

c) Gandar

Poros seperti yang dipasang diantara roda-roda kereta barang, dimana tidak mendapatkan beban puntir, bahkan kadang-kadang

²⁶ Shile, J.E. dan Mitchell, L.D, *Perencanaan Teknik Mesin*, (Jakarta : Erlangga 1994) h. 261

²⁷ Sularso dan Kiyokatsu Suga, *Dasar perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, (Jakarta : Erlangga, 1994) h.1

tidak boleh berputar disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

Menurut bentuknya, poros dapat digolongkan atas poros lurus umum, poros engkol, sebagai poros utama mesin, poros luwes untuk transmisi daya kecil agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah.

Untuk merencanakan sebuah poros, hal-hal berikut ini perlu diperhatikan:²⁸

a) Kekuatan poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur ataupun gabungan antara puntir dan lentur. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin. Kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan

b) Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntiran terlalu besar akan mengakibatkan ketidak telitian atau getaran dan suara. Karena itu disamping kekuatan poros, kekuatannya atau getaran dan suara. Karena itu disamping kekuatan poros, kekakuannya atau defleksi kelenturannya

²⁸*Ibid* hal 2

juga harus diperhatikan dan disesuaikan jenis mesin yang akan dilayanin oleh poros tersebut.

c) Korosi

Bahan-bahan tahan korosi harus dipilih untuk poros propeller dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif.

d) Bahan Poros

Poros untuk mesin umum biasanya dibuat dari baja batang yang ditarik dingin dan ditrim, baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S-C).Poros-poros yang dipakai meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kultyg sangat tahan terhadap keausan.Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, khrom nikel molibden, baja khrom dan baja khrom molibden.

Tabel 2.1. Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros.²⁹

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Keterangan
Baja Karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	"	52	
	S40C	"	55	
	S45C	"	58	
	S50C	"	62	
	S55C	"	66	
Batang baja difinis dingin	S35C-D	-	53	Ditarik,dingin,digerinda,dibubut,atau gabungan antara hal
	S45C-D		60	
	S55C-D		72	

²⁹ *Ibid* hal 3

Poros direncanakan meneruskan daya melalui sabuk, dengan demikian poros tersebut mendapatkan beban puntir dan lentur sehingga pada permukaan poros akan terjadi torsi yang besarnya dipengaruhi oleh putaran dan daya motor, sehingga untuk menentukan besarnya torsi yang terjadi dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n_1} \quad (2.2)$$

Keterangan : T = momen puntir (kgf)

n = putaran (rpm)

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \quad (2.3)$$

Keterangan : τ_a = Tegangan geser yang diijinkan (kgf/mm²)

σ_B = Kekuatan tarik (kgf/mm²)

Sf = Faktor koreksi

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \quad (2.4)$$

Keterangan : d_s = diameter poros (mm)

K_t = faktor koreksi tumbukan

C_b = faktor lenturan

Karena mendapat beban puntir dan lentur poros sehingga pada permukaan poros akan terjadi tegangan geser (τ), dikarenakan momen

tegangan (σ) dan momen lentur. Maka tegangan gabungan antara tegangan puntir dan lentur diperoleh dengan teori tegangan geser maksimum³⁰.

$$\tau_{\max} = \frac{\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}}{2} \quad (2.5)$$

$$\tau_{\max} = (5,1/d_s^3)\sqrt{M^2 + T^2} \quad (2.6)$$

Mengingat macam beban, sifat beban dan lain-lain, ASME menganjurkan suatu rumus untuk menghitung diameter poros secara sederhana dimana sudah dimasukan faktor koreksi (K_m) untuk momen puntir dan (K_t) untuk momen lentur, maka diperoleh :³¹

$$\tau_{\max} = (5,1/d_s^3)\sqrt{(K_m M)^2 + T^2} \quad (2.7)$$

Keterangan :

τ_{\max} = Tegangan geser maksimum (kgf/mm²)

τ_a = Tegangan geser yang diijinkan (kgf/mm²)

K_m = Faktor koreksi untuk momen lentur

Untuk pembenan momen lentur yang tetap..... $K_m = 1,5$

Untuk beban dengan tumbukan ringan... $K_m = 1,5 - 2,0$

Untuk bebab dengan tumbukan berat..... $K_m = 2 - 3$

K_t = Faktor koreksi untuk momen puntir

³⁰*Ibid* hal 17

³¹*Ibid* hal 18

Dikenakan secara halus..... $K_t = 1$

Sedikit kejutan..... $K_t = 1,0 - 1,5$

Terjadi kejutan dan tumbukan berat..... $K_t = 1,5 - 3,0$

M = Momen lentur (kgf.mm)

T = Momen puntir (kgf.mm)

2.6 Sabuk

Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah penanganannya dan murah harganya. Tapi terjadi slip antara sabuk dan puli. Sabuk-V tidak dapat meneruskan putaran dengan perbandingan yang tepat. Dengan sabuk gilir transmisi dapat dilakukan dengan perbandingan yang tepat seperti roda gigi.

Sabuk-V terbuat dari karet dan mempunyai *trapezium*. Tenunan tetoron atau semacamnya dipergunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar.

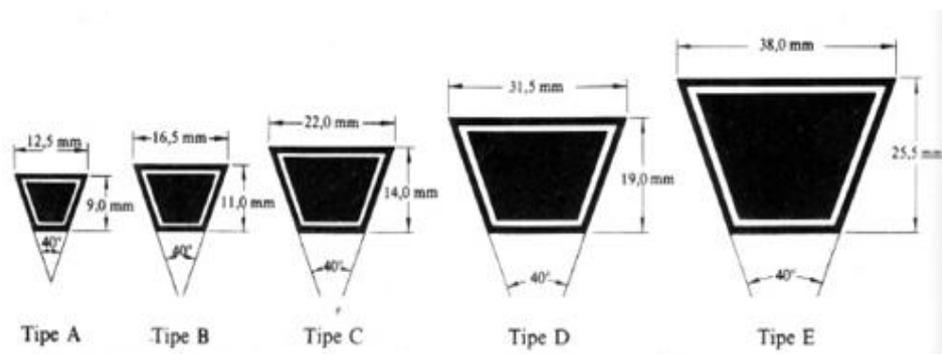
Sabuk-V dibelitkan dikeliling alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk puli, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relative rendah. Hal ini merupakan salah satu keunggulan sabuk-V dibandingkan dengan sabuk rata.

Perilaku dari mesin penggerak dan yang digerakan harus diperhitungkan didalam pemilihan sabuk. kalau beban sering diberikan suatu sumber daya yang menghasilkan daya putar awal sampai 200% dari bebann

penyempitan, maka daya yang diperlukan oleh sabuk harus dikalikan dengan suatu faktor pemakaian lebih. Atas dasar rencana dan putaran poros penggerak, penampang sabuk-V yang sesuai dapat diperoleh.

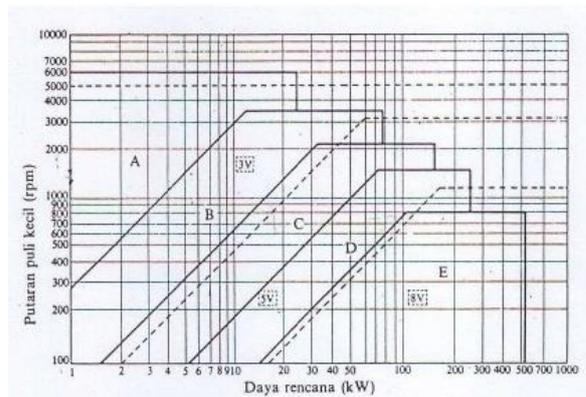
Transmisi sabuk-V hanya dapat menghubungkan poros-poros yang sejajar dengan arah putaran yang sama. Dibandingkan dengan transmisi roda gigi atau rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara. Untuk mempertinggi daya yang ditransmisikan, dapat dipakai beberapa sabuk-V yang dipasang sebelah-menyebalkan.

Jarak sumbu poros harus sebesar 1,5 sampai 2 kali diameter puli besar didalam perdagangan terdapat berbagai panjang sabuk-V. Nomor sabuk-V dinyatakan dalam panjang kelilingnya dalam inch.



Gambar 2.19 Ukuran Penampang Sabuk-

Di dalam perdagangan terdapat berbagai panjang sabuk-V. Nomor nominal sabuk-V dinyatakan dalam panjang kelilingnya dalam inch.



Gambar 2.20 Diagram Pemilihan Sabuk

Kecepatan linier sabuk-V (m/s) adalah :

$$v = \frac{dp \cdot n_1}{60 \times 1000} \quad (2.8)$$

Jarak sumbu poros dan panjang keliling sabuk berturut-turut adalah C (mm) dan L (mm), dalam perdagangan terdapat bermacam ukuran sabuk. Tapi mendapatkan sabuk yang panjangnya sama dengan hasil perhitungan umumnya sukar. Jarak sumbu poros (C) harus diantara dua kali penjumlahan puli besar dan puli kecil³².

Panjang sabuk dinyatakan pada persamaan³³

$$L = 2C + 1,57 (D_p + d_l) + \frac{(D_p - d_l)^2}{4C} \quad (2.9)$$

Keterangan :

L = Panjang sabuk (mm)

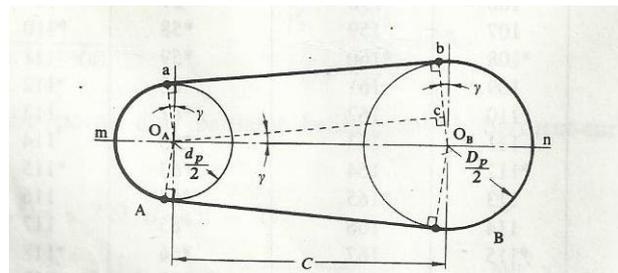
D_p = Diameter puli besar (mm)

³² Shigley, J.E dan Mitchell, L.D, *Perencanaan Teknik Mesin Jilid II*, (Jakarta : Erlangga, 1994) h. 341

³³ *Ibid* h. 342

D_l = Diameter puli kecil (mm)

C = Jarak antar sumbu poros (mm)



Gambar 2.21. perhitungan panjang keliling sabuk

Bila sabuk-V dalam keadaan diam atau tidak meneruskan momen, maka tegangan diseluruh panjang sabuk adalah sama. Tegangan ini disebut tegangan awal bila sabuk mulai bekerja meneruskan momen, tegangan akan bertambah pada sisi tarik (bagian panjang sabuk yang menarik) menarik dan berkurang pada sisi kendur.

Besarnya sudut kontak ditentukan oleh :

$$\theta = 180 \frac{57 (D_p - d_p)}{C} \quad (2.10)$$

Keterangan :

θ = sudut kontak

μ = koefisien gesek

d_p = panjang diameter puli ke 2

D_p = panjang diameter puli ke 1

C = Jarak sumbu antara Pod_1 dan Pod_2

Pada umumnya puli dibuat dari besi cor kelabu FC20 atau FC30. Untuk puli kecil dipakai plat karena lebih murah. Pembatasan ukuran puli sering dikenakan pada panjang susunan puli atau lebar puli.

Tabel 2.2. Faktor yang berpengaruh pada pengujian gesek dan aus

Penampang	A	B	C	D	E
Diameter min yang diijinkan	65	115	175	300	450
Diameter min yang diijinkan	95	145	225	350	550

2.7 Kinerja Traksi Kendaraan

Kinerja traksi kendaraan merupakan kemampuan kendaraan untuk melaju dengan membawa suatu beban dan melawan hambatan. Kemampuan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin, tingkat rasio dan rasio transmisi, serta jenis transmisi yang dipakai.

2.7.1 Penentuan Posisi Titik Berat

Sebelum menganalisis dinamika kendaraan lebih lanjut, maka perlu ditentukan terlebih dahulu dimana titik berat dari kendaraan. Untuk menentukan titik berat kendaraan dapat menggunakan sistem eksperimen, yaitu ditimbang dengan asumsi bahwa beban terdistribusi merata.

Untuk menentukan tinggi titik berat kendaraan maka dapat dilakukan dengan cara percobaan seperti dibawah ini :

Dalam keadaan statis, dengan menggunakan

$$\sum Ma = 0 \quad (2.11)$$

$$W \cdot \tan \theta \cdot h_f = Wr \cdot L - W \cdot a$$

$$\text{dimana } h_f = \left(\frac{Wr \cdot L - W \cdot a}{W \cdot \tan \theta} \right)$$

tinggi titik berat dari permukaan jalan :

$$H = r + h_f \quad (2.12)$$

Dimana r adalah jari-jari roda yang digunakan

2.7.2 Gaya Traksi Kendaraan

Gaya traksi juga umum disebut gaya dorong kendaraan untuk melawan hambatan-hambatan seperti angin, tanjakan, hambatan inersia, dan hambatan beban yang ditanggung oleh kendaraan. Gaya dorong disamping mampu melawan hambatan juga harus mampu menghasilkan percepatan yang diinginkan.

Gaya traksi maksimum yang dapat ditahan oleh kontak ban dengan jalan dapat ditentukan dari koefisien adhesi jalan dan parameter kendaraan rear wheel drive.

$$Fx_{maks} = \frac{\mu \cdot W \frac{lr+fr \cdot H}{L}}{1 + \frac{\mu H}{L}} \quad (2.13)$$

Perlu diperhatikan bahwa dalam penurunan persamaan diatas, Pemindahan beban transversal akibat dari engine diabaikan, dan karakteristik ban pada kedua sisi baik kiri dan kanan dianggap memiliki unjuk kerja yang sama.

2.7.3 Rantai dan Sproket

Untuk perancangan rantai dan sproket, digunakan adalah sproket dengan jumlah 14 gigi pada sproket depan (Z_1) dan 50 gigi pada sproket belakang (Z_2).

Untuk menghitung diameter luar sproket digunakan rumus :

$$dk = \left\{ 0,6 + \cot\left(\frac{180}{Z_2}\right)^2 \right\} \cdot 12,7 \quad (2.14)$$

Untuk menghitung kecepatan rantai digunakan rumus :

$$V = \frac{P \cdot Z_1 \cdot np}{1000 \cdot 60} \quad (2.15)$$