

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Motor DC (*Direct Current*)**

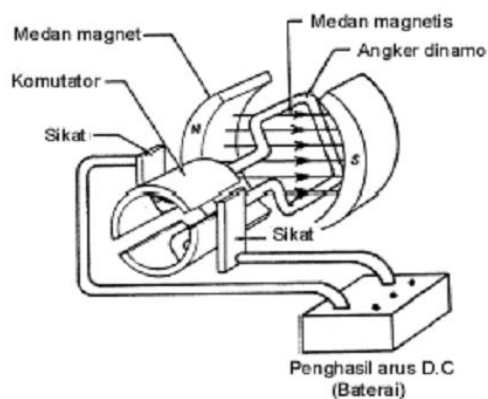
#### **1. Motor DC**

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor dc atau sering disebut motor arus searah lebih sering digunakan untuk keperluan yang membutuhkan pengaturan kecepatan dibandingkan dengan mesin ac. Alasan utama penggunaan mesin dc terutama pada industri-industri modern adalah karena kecepatan kerja motor-motor dc mudah diatur dalam suatu rentang kecepatan yang luas, disamping banyaknya metode-metode pengaturan kecepatan yang dapat digunakan<sup>[1]</sup>.

Motor dc sangat dikenal karena pemakaiannya yang beraneka ragam. Dengan melakukan berbagai penggabungan lilitan medan yang diteral secara shunt, seri maupun secara terpisah, dapat dirancang suatu motor yang dapat menampilkan karakteristik volt-amper atau kecepatan-momen yang bermacam-macam untuk penggunaan dinamik maupun keadaan tetap (ajek). Karena mudah diatur, sistem motor dc sering digunakan pada pemakaian yang memerlukan rentang kecepatan yang lebar atau pengaturan yang teliti pada keluaran yang diinginkan<sup>[2]</sup>.

Motor dc memerlukan suplai tegangan searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar), dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar didalam medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, maka dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor<sup>[1]</sup>.

Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Motor dc merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya.



Gambar 2.1. Motor dc sederhana<sup>[3]</sup>

Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo atau biasa disebut rotor. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

Berikut bagian-bagian utama pada motor dc :

a. Kutub medan

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor dc. Motor dc memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor dc sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

b. Dinamo

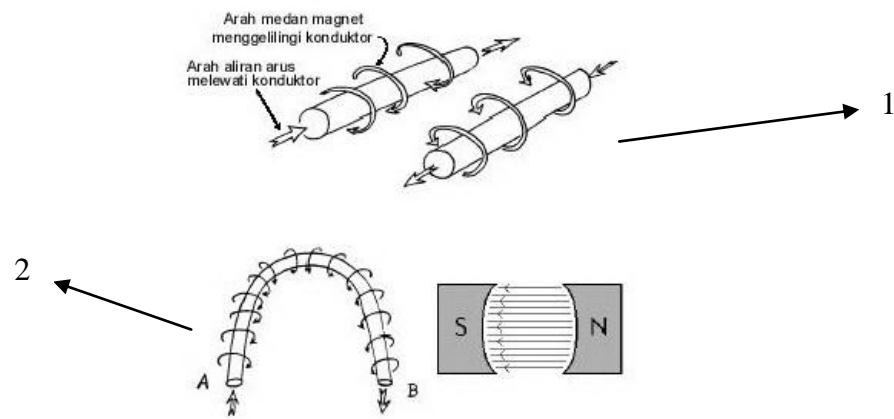
Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor dc yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

c. Komutator.

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor dc. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Komutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya<sup>[1]</sup>.

## 2. Prinsip dasar kerja motor dc

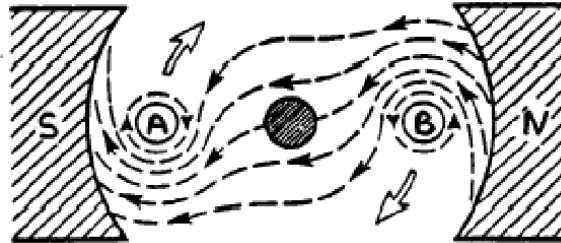
Jika arus lewat pada suatu konduktor, akan timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.



Gambar 2.2 Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor<sup>[3]</sup>

Aturan genggaman tangan kanan bisa digunakan untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari akan menunjukkan arah garis fluks. Gambar 2.2 nomor 2 menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena berbentuk U. Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut.

Jika konduktor berbentuk U (rotor) diletakkan di antara kutub utara dan selatan, maka kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub.

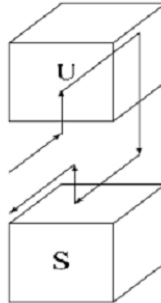


Gambar 2.3 reaksi garis fluks<sup>[3]</sup>

Lingkar bertanda A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan (*looped conductor*). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B. Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan magnet. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat rotor berputar searah jarum jam.

Pada motor dc, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, medan magnet

juga berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi, daerah tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.4 Prinsip kerja motor dc<sup>[3]</sup>

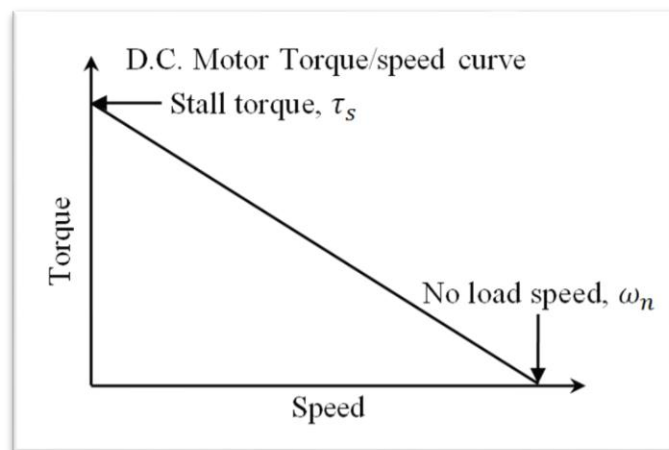
Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor<sup>[1]</sup>.

Mekanisme kerja untuk motor dc:

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
2. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/*loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ torque untuk memutar kumparan.
4. Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan<sup>[1]</sup>.

### 3. Karakteristik Motor DC

Karakteristik yang dimiliki suatu motor dc dapat digambarkan melalui kurva daya dan kurva torsi/kecepatannya, dari kurva tersebut dapat dianalisa batasan-batasan kerja dari motor serta daerah kerja optimum dari motor tersebut.



Gambar 2.5 Kurva torsi dan kecepatan<sup>[5]</sup>

Dari gambar 2.5 di atas terlihat hubungan antara torsi dan kecepatan suatu motor dc tertentu. Dari grafik terlihat bahwa torsi berbanding terbalik dengan kecepatan putaran. Dengan kata lain terdapat *tradeoff* antara besar torsi yang dihasilkan motor dengan kecepatan putaran motor.

Dua karakteristik penting terlihat dari grafik yaitu:

1. *Stall torque*, menunjukkan titik pada grafik dimana torsi maksimum tetapi tidak ada putaran pada motor.
2. *No load speed*, menunjukkan titik pada grafik dimana terjadi kecepatan putaran maksimum tetapi tidak ada beban pada motor

Analisa terhadap grafik dilakukan dengan menghubungkan kedua titik tersebut dengan sebuah garis, dimana persamaan garis tersebut dapat di tulis di dalam fungsi torsi atau kecepatan sudut<sup>[4]</sup>.

$$\tau_{motor} = \frac{1}{2} \tau_s \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\omega_{motor} = \frac{1}{2} \omega_n \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\tau_{motor} = \tau_s - \frac{\omega \tau_s}{\omega_n} \dots \dots \dots (2.3)$$

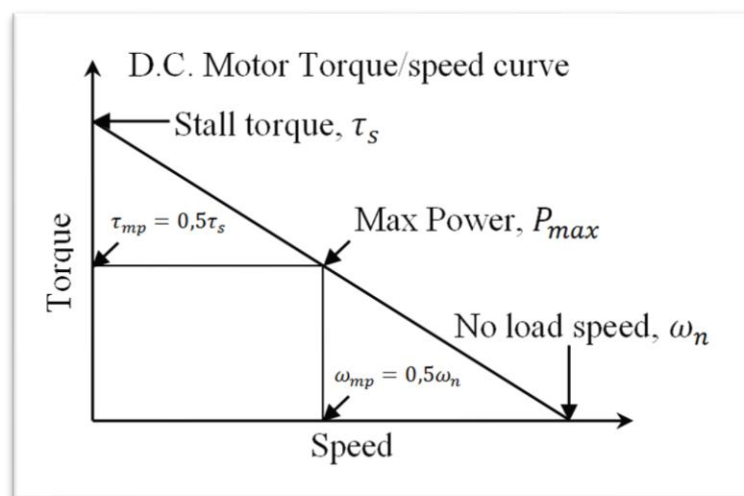
$$\omega_{motor} = (\tau_s - \tau) \cdot \frac{\omega_n}{\tau_s} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan memasukan persamaan torsi dan kecepatan kedalam persamaan daya di peroleh<sup>[4]</sup>.

$$p_{motor} = -\frac{\tau_s}{\omega_n} \omega^2 + \tau_s \omega \dots \dots \dots (2.3)$$

$$p_{motor} = -\frac{\omega_n}{\tau_s} \tau^2 + \omega_n \tau \dots \dots \dots (2.4)$$

Dari persamaan daya terlihat bahwa daya merupakan perkalian antara torsi dan kecepatan sudut. Dimana di dalam grafik ditunjukkan oleh luas daerah persegi di bawah kurva torsi dan kecepatan<sup>[4]</sup>.



Gambar 2.6 Grafik torsi dan kecepatan dengan luas daerah persegi<sup>[5]</sup>.



## **B. Sistem Kontrol**

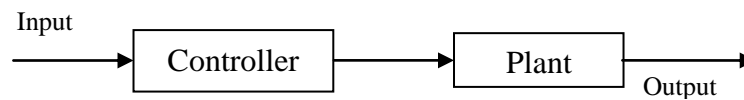
Sistem kontrol adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkuman harga (*range*) tertentu. Pada buku dengan judul *Teknik Sistem Control*, sistem kontrol adalah suatu sistem yang membuat agar keluaran (*output*) sistem sesuai dengan rencana yang diharapkan.

Dalam penggunaannya harus ada benda atau sistem yang dikendalikannya, yang merupakan sistem fisis, yang bisa disebut dengan kendali (*plant*). Masukan dan keluaran merupakan variabel atau besaran fisis (satuan yang dapat diukur nilainya). Keluaran merupakan hal yang dihasilkan oleh kendalian, artinya yang dikendalikan. Sedangkan masukan adalah yang mempengaruhi kendalian, yang mengatur keluaran. Kedua dimensi masukan dan keluaran tidak harus sama dalam penentuan nilainya.

Dalam sistem kontrol ini, proses penentuan hasil keluarannya dapat menggunakan metode umpan maju (*feed forward*)

Umpan maju (*feed forward*)

Apabila masukan proses yang dijadikan pedoman untuk menentukan tindakan terhadap proses, misalnya temperature udara diluar terlampau tinggi, maka pendingin perlu dinyalakan.

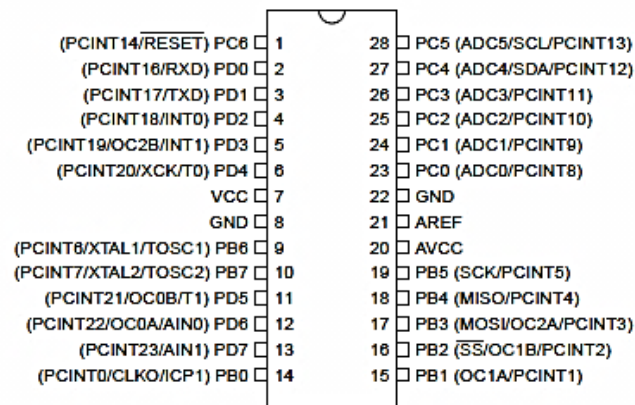


Gambar 2.7 Sistem kontrol berumpan maju

### C. Mikrokontroler ATmega 328

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem mikroprosesor dimana di dalamnya sudah terdapat *Central Proccesssing Unit* (CPU), *Random Acess Memory* (RAM), *Electrically Erasable Programmable Read Only Memori* (EEPROM), I/O, *Timer* dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai. Umumnya mikrokontroler memiliki instruksi manipulasi bit, akses ke I/O secara langsung sertaproses interupsi yang cepat dan efisien. Penggunaan mikrokontroler sudah banyak ditemui dalam berbagai peralatan elektronik, seperti telepon digital, *microwave oven*, televisi, dan lain-lain. Mikrokontroller juga dapat digunakan untuk berbagai aplikasi dalam industri seperti: sistem kendali, otomasi, dan lain-lain.

Konfigurasi pin mikrokontroller ATmega 328 adalah sebagai berikut:



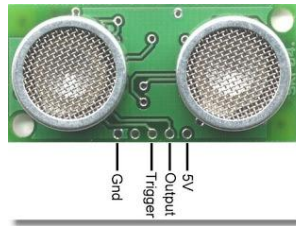
Gambar 2.8 PDIP ATmega 328 P<sup>[6]</sup>

Untuk melihat konfigurasi ATmega 328 dapat dilihat pada gambar 2.8 yang merupakan tampilan nama pin dari ATmega 328.

- VCC merupakan pin yang digunakan sebagai masukan sumber tegangan.
- GND merupakan pin untuk *Ground*.
- Port B (PB0:PB7) XTAL1/ XTAL 2/TOSC1/TOSC2 merupakan port I/O dengan *internal pull-up* resistor. Untuk XTAL digunakan sebagai pin *external clock*.
- Port C (PC0:PC6) merupakan pin I/O dan merupakan pin masukan ADC. Terdapat juga pin *RESET* yang digunakan untuk mengembalikan kondisi mikrokontroller seperti semula.
- Port D (PD0:PD7) merupakan pin I/O sinyal analog.
- AVCC adalah pin masukan untuk tegangan ADC.
- AREF adalah pin masukan untuk tegangan referensi eksternal ADC<sup>[6]</sup>

#### D. Sensor Ultrasonik SRF04

Sensor jarak SRF04 adalah sebuah *device transmitter* dan receiver ultrasonic dalam 1 *package* buatan *Devantech* yang dapat membaca jarak dengan prinsip sonar.



Gambar 2.9 Sensor ultrasonic SRF04<sup>[7]</sup>

#### Spesifikasi SRF04

Tegangan kerja : 5V DC

Konsumsi arus : 30mA (max 50mA)

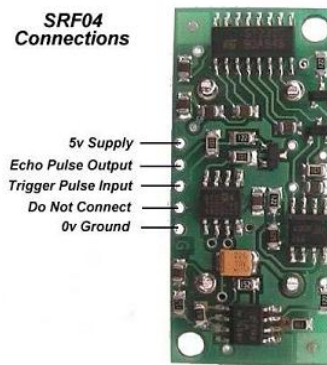
Frekuensi kerja : 40KHz

Jangkauan : 3cm - 300cm

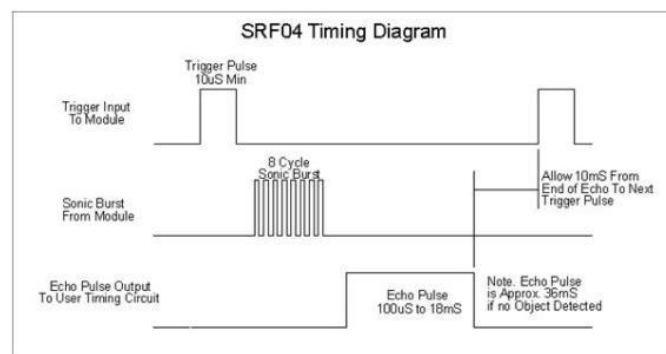
Input trigger : 10us, level pulsa TTL

Dimensi :  $P \times L \times T$  (24 x 20 x 17) mm

SRF04 mempunyai 4 pin yaitu VCC, *Trigger*, *Output* dan Gnd.



Gambar 2.10 Pin pada sensor ultrasonikSRF04<sup>[7]</sup>

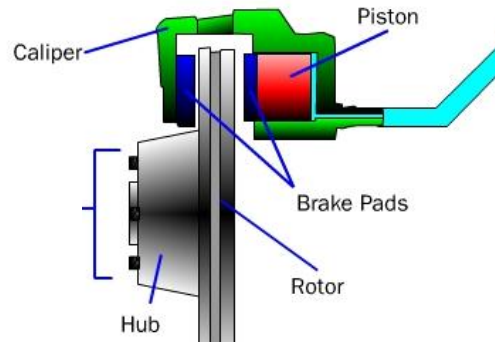


Gambar 2.11 Sinyal pulsa pada sensor ultrasonikSRF04<sup>[7]</sup>

Untuk mengaktifkan SRF04, mikrokontroler harus mengirimkan pulsa positif minimal 10us melalui pin trigger, maka SRF04 akan mengeluarkan sinyal ultrasonic sebesar 8 cycle dan selanjutnya SRF04 akan memberikan pulsa 100us-18ms pada outputnya tergantung pada informasi jarak pantulan objek yang diterima. Berikut ini adalah data perbandingan antara sudut pantulan dan jarak:

## E. DISC BRAKE

*Disc brake* ( Rem cakram) adalah perangkat yang mampu memperlambat bahkan menghentikan laju kendaraan. Rem ini bekerja dengan cara saling bergesekannya antara sepatu rem/kampas rem dengan piringan atau sebuah tromol.

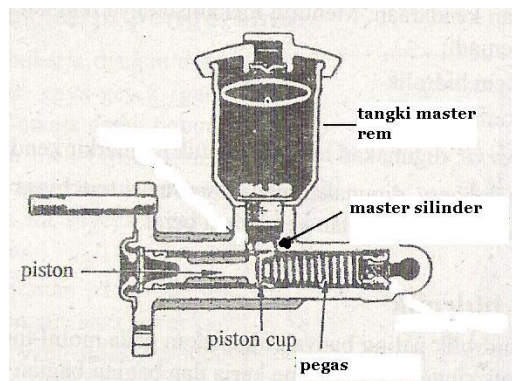


Gambar 2.12 Rem Cakram (*DiscBrake*)<sup>[8]</sup>

Ada 5 komponen pada rem cakram yaitu:

### 1. Master Rem

Master rem ini berfungsi sebagai penekan minyak rem. karena sistem kerja dari rem cakram adalah tekanan minyak rem terhadap kaliper rem.



Gambar 2.13 Master Rem<sup>[8]</sup>

Dalam master rem ini ada beberapa komponen yang menempel, yaitu :

- sebuah bak penampung minyak rem.
- kemudian handle sebagai penekan piston
- pegas sebagai memantul handle agar kembali ke posisi semula
- piston atau penekan.

alat ini lah yang berfungsi sebagai pembuka dan penutup lubang aliran minyak rem yang ada di bak penampung. setelah membuka lubang kemudian piston ini menekan minyak rem ke arah kaliper.

## **2. Selang**

Selang ini berfungsi sebagai penyalur dari minyak rem yang mendapat tekanan dari piston di kaliper.



Gambar 2.14 Selang rem<sup>[8]</sup>

### 3. Kaliper Rem



Gambar 2.15 Kaliper Rem<sup>[8]</sup>

Setelah minyak melalui selang kemudian berlanjut ke kaliper rem. Kaliper rem ini ada batang penekan atau piston, fungsinya untuk menekan kampas rem atau sepatu rem.

### 4. Kampas rem/sepatu rem

Tekanan berlanjut ke kampas rem. kampas biasanya terbuat dari campuran asbes yang di bentuk sedemikian rupa sehingga bisa menghasilkan gesekan dan cengraman yang sangat kuat terhadap piringan atau *disc*.

Di dalam sebuah kampas biasanya terdapat garis-garis atau alur. fungsinya untuk mengurangi panas akibat gesekan selain itu juga sebagai tempat pembuangan serpihan kampas yang terkikis akibat geseka.





Gambar 2.16 Kanvas Rem<sup>[8]</sup>

### 5. Piringan (*Disc*)

Tekanan dari kampas rem berlanjut di piringan cakram. karna kedua kampas rem menjepit dengan kuat sebuah piringan cakram maka terjadilah gesekan yang mampu memperlambat laju kendaraan



Gambar 2.17 Piringan Cakram<sup>[8]</sup>