

BAB 2.TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bubur Kertas

Menurut *Paduan Praktis Pembuatan Kertas Daur Ulang* oleh A. Salam. HS KDU , dalam proses pembuatan bubur kertas pertama dipilih kertas bekas yang telah dipilah sehingga tidak mengandung plastik lagi. Sebaiknya dipisahkan pula antara satu jenis dengan yang lainnya, misalnya kertas Koran sebaiknya dengan kertas Koran, HVS dengan HVS, dsb. Hal ini akan sangat berguna untuk mengetahui karakter kertas daur ulang yang dihasilkan oleh masing-masing bahan. Jika ingin dilakukan pencampuran antara berbagai bahan, sebaiknya dilakukan setelah menjadi bubur kertas, agar diperoleh takaran yang lebih terukur. Kertas bekas print memiliki kualitas bubur kertas yang lebih putih dan berserat lebih kuat. Sebaliknya dari kertas Koran akan dihasilkan bubur kertas yang lebih abu-abu dan agak kotor dengan tinta koran.

Sobek-sobeklah kertas bekas hingga kira-kira seukuran prangko (kira-kira 2x3 cm). Sedapat mungkin dilakukan secara manual agar bekas sobekan membuka serat dan mengakibatkan kertas lebih cepat meresap air. Namun dalam skala produksi yang lebih besar, penggunaan mesin penghancur kertas perkantoran juga tidak dilarang.

Selanjutnya rendam sobekan kertas dalam air selama 1 hari (kurang lebih 24 jam). Jika dirasa terlalu lama, dapat pula dilakukan perendaman hanya sekitar 2 jam menggunakan air mendidih. Jika pembuatan kertas daur ulang ditunda hingga lebih dari 1 malam, sebaiknya air rendaman diganti setiap 12 jam, untuk menghindari pembusukan yang menimbulkan bau dan aroma tak sedap.

Setelah proses perendaman selesai, kemudian dilakukan proses penghancuran kertas dengan belender atau alu-lesung hingga seperti bubur. Jika menggunakan blender, upayakan agar tidak terlalu lama diblender, cukup 30 detik sekali blender. Perhatikan pula kapasitas blender agar tidak terlalu berat bekerjanya. Setelah bubur kertas terkumpul dalam satu wadah, maka sudah dapat dilakukan pencetakan langsung.

2. 2 Elektro Pneumatik

Kata *pneumatic* berasal dari bahasa Yunani “*pneuma*” yang berarti nafas atau udara. Jadi *pneumatic* berarti berisi udara atau digerakkan oleh udara mampat. Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara mampat dalam teknologi industri merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses *mekanis* dimana udara memindahkan suatu gaya atau gerakan. Titik persamaan dalam penggunaan tersebut adalah untuk semuanya menggunakan udara sebagai *fluida* kerja (jadi udara mampat sebagai pendukung, pengangkut dan pemberi tenaga).

Elektropneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik. Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatik dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal yang dikirimkan ke kumparan tadi akan menghasilkan medan elektromagnetik dan akan mengaktifkan/mengaktuasikan katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik. Sedangkan media kerja pneumatik akan mengaktifkan atau menggerakkan elemen kerja pneumatik seperti motor-pneumatik atau silinder yang akan menjalankan sistem.

2. 2. 1 Elemen utama Elektro-pneumatik

Bila energi listrik tersedia dan akan dipakai maka perlu diproses dan didistribusikan oleh komponen utama. Untuk mempermudah penunjukkannya maka komponen itu digambarkan dalam bentuk simbol pada diagram rangkaiannya.

2. 2. 2 Sinyal Masukan Listrik (Electrical Signal Input)

Sinyal listrik pada teknik kontrol elektro-pneumatik diperlukan dan diproses tergantung pada gerakan langkah kerja elemen kerja. Sinyal listrik ini didapatkan bisa dengan cara mengaktifkan sakelar atau bisa juga dengan mengaktifkan sensor, misalkan sensor mekanik ataupun elektronik. Sinyal masukan listrik kerjanya tergantung kepada fungsi sinyal itu. Ada yang disebut “Normally open” (NO, pada

kondisi tidak aktif sambungan tidak tersambung), “Normally closed” (NC, kondisi tidak aktif sambungan tersambung) dan “Change Over” (tersambung bergantian, kombinasi dari NO dan NC).

2. 2. 3 Macam-macam Pneumatik

Sistem pneumatik dibedakan berdasarkan media penggerak kutup, antara lain:

a. Pneumatik Murni

Sistem pneumatik dengan menggunakan udara sebagai media penggerak dan penggerak katupnya juga menggunakan tekanan udara.

b. Elektro Pneumatik

Sistem pneumatik dengan udara sebagai media dan penggerak katupnya menggunakan arus listrik.

c. Pneumatik *Hydrolik*

Sistem pneumatik menggunakan udara sebagai media penggerak dan penggerak katupnya menggunakan tekanan aliran *hydrolik*.

2. 2. 4 Keuntungan dan Kerugian Pada Pneumatik

a. Keuntungan Pneumatik

- *Fluida* kerja yang digunakan (udara), mudah diperoleh
- Bersih dan kering
- Tidak peka terhadap suhu
- Aman terhadap kebakaran dan suhu
- Pengawasan lebih mudah
- *Fluida* bekerja lebih cepat
- *Rasional* (menguntungkan)

b. Kerugian Pneumatik

- Gaya tekan terbatas / relatif kecil.
- Pelumasan udara mampat.
- Kelembapan udara.

- Ketidak teraturan gerakan pada kecepatan yang relatif kecil (kurang dari 0,25 cm/detik).

Hal-hal yang merugikan dari alat pneumatik ini dapat dianggap sebagai pembatas-pembatas tertentu. Hal-hal yang merugikan diatas dapat dikurangi dengan jalan :

1. Pengamanan yang cocok dari komponen-komponen alat pneumatik.
2. Pemilihan sistem pneumatik yang di inginkan.
3. Kombinasi yang sesuai tujuannya dari berbagai sistem pergerakan dan pengendalian (*elektrik, hidroulik, dan pneumatic*).

2. 2. 5 Simbol-simbol Dalam Pneumatik

Pengembangan sistem pneumatik sangat membantu dengan adanya pendekatan yang seragam mengenai gambar dari elemen dan rangkaian.

Simbol dari tiap-tiap elemen harus mencirikan :

- Fungsi.
- Metode pengaktifan dan pengembalian.
- Jumlah lubang.
- Prinsip kerja secara umum.
- Gambaran sederhana dari aliran sinyal.

Simbol yang digunakan dalam pneumatik dijelaskan dalam *standart* DIN ISO 1219 “*circuit symbols for fluidic equipment and system*”.

Lambang dan penggambaran yang dinormalisasikan sangat perlu untuk :

- Sebutan yang sama bagi unsur-unsur pneumatik.
- Bagan hubungan yang seragam dalam semua cabang industri di negara-negara Eropa dan negara-negara lainnya.
- Agar bagan-bagan pneumatik dibaca tanpa adanya kesalahan.
- Penafsiran cepat dari arti fungsi bagian pneumatik.
- Studi *literature* dari dalam maupun luar negeri.

2. 2. 6 Rangkaian Elektro Pneumatik

Pada proyek akhir pembuatan mesin pengolah bubur kertas digunakan rangkaian elektro pneumatik sebagai rangkaian pengaktif sensor dan *solenoid* yang akan menggerakkan *aktuator*. Rangkaian elektro pneumatik ini digunakan karena mempunyai beberapa kelebihan, yaitu lebih mudah dalam pemasangan dan harga komponen-komponennya relatif lebih murah dibandingkan komponen-komponen dari rangkaian pneumatik murni.

2. 2. 7 Simbol dan Uraian Mengenai Komponen

Pengembangan sistem pneumatik sangat dibantu oleh adanya pendekatan yang seragam mengenai gambar dari elemen dan rangkaian. Simbol dari tiap elemen harus mencirikan :

- Fungsi.
- Metode pengaktifan dan pengembalian.
- Jumlah lubang.
- Prinsip kerja secara umum.
- Gambaran sederhana dari aliran sinyal.

Simbol tidak menjelaskan ciri-ciri :

- Ukuran atau dimensi komponen.
- Metode konstruksinya atau biaya.
- Desain arah dari saluran.
- Detail fisik komponen.
- Jenis sambungan-sambungan.

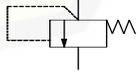
Simbol yang digunakan dalam pneumatik dijelaskan dalam *standart* DIN ISO 1219 “*circuit symbols for fluidic equipment and system*”.

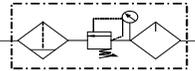
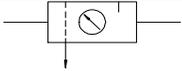
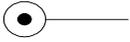
Simbol untuk sistem pengadaan udara bertekanan dapat ditunjukkan berupa elemen secara sendiri-sendiri maupun secara kombinasi. Pemilihan simbol yang

seederhana atau yang detail tergantung dari tujuan rangkaian dan tingkat kerumitannya. Pada umumnya apabila spesifikasi teknik yang kusus diperlukan, seperti penggunaan elemen tanpa pelumasan atau kebutuhan penyaring yang sangat kecil, maka digunakan simbol detail yang lengkap. Jika pengadaan udara yang umum dan *standart*, maka simbol yang sederhana yang digunakan. Untuk pencarian kesalahan simbol detail akan sangat membantu. Tetapi simbol yang detail tidak boleh menambah keruwetan dalam pembacaan rangkaian.

2. 2. 8 Simbol dari Pengadaan Udara Bertekanan

Pemasok udara bertekanan dalam hal ini adalah kompresor serta komponen-komponen pendukungnya memiliki simbol-simbol seperti terlihat pada Gambar 2.1.

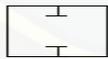
| | | |
|--|---|---|
| <i>Pasokan</i> Kompresor dengan kapasitas tetap | |  |
| Tangki udara dan sambungan 'T' | |  |
| Peralatan penyimpanan, Filter | Separasi dan <i>filtrasi particle</i> |  |
| Pemisah air | Pemisah air <i>parsial</i> |  |
| Pelumas | Jumlah terukur dari oli Yang melalui aliran Udara tipe <i>relief</i> |  |
| Pengatur tekanan | Ventilasi untuk Kelebihan tekanan Hulu mampu diukur |  |

| | | |
|---|---|---|
| Simbol kombinasi Unit pelayanan udara | <i>Filter</i> , pengaturan tekanan, alat ukur, pelumas. |  |
| Sumber tekanan | Penyederhanaan unit. |  |
| | Pelayanan udara. |  |

Gambar 2. 1.Simbol dari Pengadaan Udara Bertekanan

2. 2. 9 Uraian dari Simbol Katup

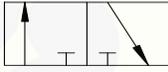
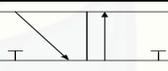
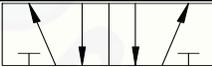
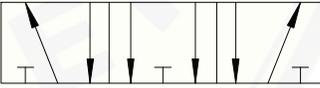
Secara umum simbol pneumatik dan hidrolik adalah serupa, namun demikian masing-masing memiliki karakteristik yang unik.

| Katup kontrol arah | Pembentukan simbol |
|--|--|
| Posisi pensaklaran katup diawali kotak |  |
| Jumlah kotak menunjukkan Jumlah Posisi pensaklaran katup |  |
| Garis menunjukkan lintasan aliran, panah menunjukkan arah aliran |  |
| Posisi tutup ditunjukkan dalam kotak oleh garis blok |  |
| Sambungan (saluran masukan dan keluaran) ditunjukkan oleh garis diluar kotak dan digambar pada posisi awal |  |

Gambar. 2. 2 Pembentukan Simbol Katup *Control Arah*

2. 2. 10 Katup Control Arah dan Alur Katup

Katup *control* arah diwakili oleh Jumlah saluran dan Jumlah posisi. Setiap posisi digambarkan sebagai kotak. Penamaan saluran sangat berguna dalam pembacaan rangkaian saat melihat hubungan antara rangkaian dan komponen yang akan dirangkai. Semua simbol pada rangkaian harus diberi nama dan komponen-komponen agar diberi label bergambar simbol dan nama.

| Katup <i>control</i> arah | saluran dan posisi |
|---|---|
|  Jumlah saluran  Jumlah posisi | |
| Katup <i>control</i> arah 2/2 |  |
| Katup <i>control</i> arah 3/2 normal tertutup |  |
| Katup <i>control</i> arah 3/2 normal terbuka |  |
| Katup <i>control</i> arah 4/2 |  |
| Katup <i>control</i> arah 5/2 |  |
| Katup <i>control</i> arah 5/3 |  |

Gambar. 2. 3 Saluran dan Posisi Katup *Control* Arah

Sistem penomeran yang digunakan untuk menandai KKA sesuai dengan DIN ISO 5599 (*draft*). Sistem huruf yang terdahulu digunakan dan sistem penomeran dijelaskan pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Penomeran Katup Kontrol

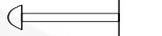
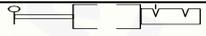
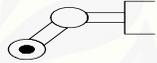
| Lubang/sambungan | DIN ISO 5599 | Sistem huruf |
|----------------------------|--------------|----------------|
| Lubang tekanan | 1 | P |
| Lubang pembuangan | 3 | R (katup 3/2) |
| Lubang pembuangan Keluar | 5,3 | R,S(katup 5/2) |
| | 2,4 | B,A |
| Saluran pengaktifan : | | |
| Membuka aliran dari 1 ke 2 | 12 | Z (katup 3/2) |
| Membuka aliran dari 1 ke 2 | 12 | Y (katup 5/2) |
| Membuka aliran dari 1 ke 4 | 14 | Z (katup 5/2) |
| Menutup aliran | 10 | Z,Y |
| Pilot udara tambahan | 81,91 | Pz |

2. 2. 11 Metode Aktuasi

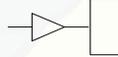
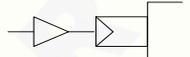
Metode aktuasi dari katup *control* arah bergantung pada tugas yang diberikan Jenis aktuasi bervariasi, seperti cara mekanis, pneumatik, *elektris* dan kombinasi dari semuanya. Simbol dari metode aktuasi diuraikan dalam *standart* DIN 1219.

Bila diterapkan untuk katup *control* arah, dapat kita lihat ada beberapa metode aktuasi awal dari katup dan juga metode kembali ke katup. Sisi kiri kotak untuk metode aktuasi awal, sedangkan sisi kanan kotak untuk metode kembali ke katup.

Ada tambahan metode dari aktuasi awal katup, yaitu *manual override* (tombol manual).

| Metode Aktuasi Mekanis | |
|------------------------|--|
| Operasi manual |  |
| Tombol |  |
| Operasi tuas |  |
| Operasi tuas deten |  |
| Pedal kaki |  |
| Pegas kembali |  |
| Pegas tengah |  |
| Operasi rol |  |
| Operasi rol, idle |  |

Gambar.2. 4 Metode Aktuasi Mekanis

| Metode Aktuasi Pneumatik | |
|--|---|
| Aktuasi langsung Pneumatik |  |
| Aktuasi tak langsung Pneumatik (pilot) |  |
| Tekanan kembali |  |

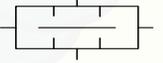
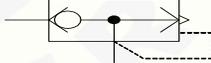
Gambar.2.5. Metode Aktuasi Pneumatik

| Metode Aktuasi Listrik | |
|--|---|
| Operasi <i>solenoid</i> tunggal |  |
| Operasi <i>solenoid</i> ganda |  |
| <i>Solenoid</i> ganda dan operasi pilot dengan tambahan manual |  |

Gambar.2. 6 Metode Aktuasi Listrik

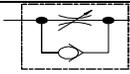
2. 2. 12 Katup Satu Arah dengan Turunannya

Katup satu arah (katup *check*) merupakan dasar dari pengembangan berbagai kombinasi komponen. Ada dua konfigurasi utama katup satu arah, yaitu dengan pegas atau tanpa pegas.

| Katup satu arah dengan turunannya | |
|-----------------------------------|--|
| Katup <i>check</i> |  |
| Katup <i>check</i> dengan pegas |  |
| Katup balik fungsi 'ATAU' |  |
| Katup dua tekanan fungsi 'DAN' |  |
| Katup pembuang cepat |  |

Gambar.2. 7 Katup Satu Arah dengan Turunannya

Sebagian besar katup kontrol aliran adalah dapat diatur. Katup kontrol aliran satu arah mengontrol aliran dalam satu arah dengan cara ditambahkan katup satu arah. Panah menunjukkan bahwa komponen dapat diatur, tapi tidak menjelaskan arah dari aliran yang diatur.

| Katup kontrol aliran | |
|-----------------------------------|--|
| Katup kontrol aliran Mampu diatur |  |
| Katup kontrol aliran Satu arah |  |

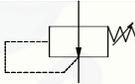
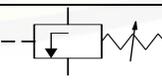
Gambar.2. 8 Katup Kontrol Aliran

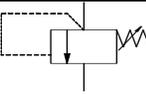
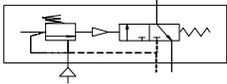
2. 2. 13 Katup Pengatur Tekanan

Katup pengatur tekanan secara umum dapat diatur besarannya berdasarkan pengaturan pegas. Simbol-simbol yang ada dapat dibedakan berdasarkan :

- Penerima tekanan : dari hilir, hulu atau luar
- Dengan *relief* atau tanpa *relief* serta *fluktuasi* ruangan
- Dapat diatur atau tidak dapat diatur

Simbol memperlihatkan bahwa katup tekanan merupakan katup posisi tunggal dengan suatu lintasan aliran yang dapat terbuka atau tertutup sejak awal. Untuk katup pengatur tekanan aliran selalu terbuka, sedangkan katup tekanan *sekuens* akan terbuka apabila tekanan telah mencapai harga yang telah diatur berdasarkan kekakuan pegas.

| Katup pengatur tekanan | |
|---|---|
| Katup pengatur tekanan mampu diatur jenis <i>non relief</i> |  |
| Katup pengatur tekanan mampu diatur jenis <i>relief</i> (beban berlebih dilepaskan) |  |
| Katup saklar tekanan sumber luar |  |

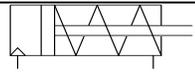
| Katup pengatur tekanan | |
|--------------------------------|---|
| Katup saklar tekanan segaris |  |
| Katup saklar tekanan kombinasi |  |

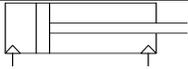
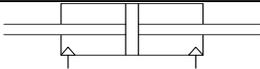
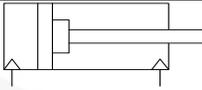
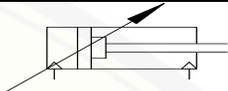
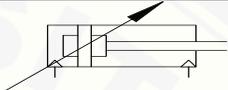
Gambar.2. 9 Katup Pengatur Tekanan

2. 2. 14 Silinder Kerja.

Silinder kerja (*actuator*) merupakan peralatan pneumatik yang melaksanakan kerja secara langsung, contohnya : silinder dan motor pneumatik. Silinder merupakan peralatan pneumatik yang melakukan gerakan dengan cara merubah energi pemampatan udara menjadi energi mekanik. Sebuah silinder udara digunakan sebagai penggerak dalam sistem kontrol pneumatik yang berjalan secara *linier* yaitu gerakan maju dan gerakan mundur, sehingga silinder ini disebut juga *actuator linier*. Dalam sebuah silinder normal biasanya mempunyai sebuah tongkat *piston*, gerakan maju merupakan gerakan memperpanjang tongkat dan gerakan mundur merupakan penarikan kembali tongkat tersebut. *Actuator linier* atau silinder digambarkan berdasarkan jenis dari konstruksi dan metode dari operasi.

Silinder kerja tunggal dan silinder kerja ganda adalah dasar dari berbagai variasi desain. Penggunaan bantalan udara untuk mengurangi beban pada ujung tutup silinder dan penyangga pada saat batang *piston* mencapai ujung, sehingga memperpanjang usia kerja dan memperhalus kerja dari silinder. Bantalan ada yang tetap dan ada yang dapat diatur. tanpa panah digambar silinder berarti memiliki bantalan yang dapat diatur, tetapi tidak mencerminkan arah pengaturan dari bantalan.

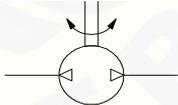
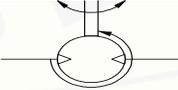
| <i>Actuator Linier</i> | |
|------------------------|--|
| Silinder kerja tunggal |  |

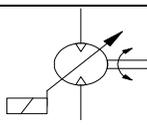
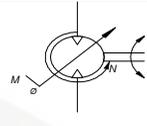
| <i>Actuator Linier</i> | |
|--|--|
| Silinder kerja ganda |  |
| Silinder kerja ganda dengan batang <i>piston</i> sisi ganda |  |
| Silinder kerja ganda dengan Bantalan udara tetap dlm datu arah |  |
| Silinder kerja ganda dengan Bantalan udara mampu diatur |  |
| Silinder kerja ganda dengan Bantalan udara sisi ganda, Mampu diatur. |  |

Gambar.2. 10 Simbol *Actuator Linier*

Actuator rotasi ada yang dapat melakukan gerakan putar *continyu* dan ada pula yang berputar terbatas pada sudut putar yang terbatas. Motor pneumatik pada umumnya berkecepatan putar tinggi, dapat diatur secepatnya atau tidak dapat diatur.

Unit yang hanya berputar pada sudut tertentu, ada yang sudut putarnya dapat diatur dan ada juga yang tidak dapat diatur. *Actuator rotary* dapat diberi bantalan bergantung dari beban dan kecepatan operasi.

| <i>Actuator rotasi</i> | |
|---|--|
| Motor dengan sudut putar tertentu Yang tidak dapat diatur kecepatannya |  |
| Motor dengan sudut putar <i>continyu</i> Yang tidak dapat diatur kecepatannya |  |

| <i>Actuator rotasi</i> | |
|---|--|
| Motor sudut putar tertentu Yang dapat diatur kecepatannya |  |
| Motor sudut putar <i>continyu</i> |  |

Gambar.2. 11 Simbol *Actuator Rotasi*

2. 2. 15 Kriteria Pemilihan Kompresor

Ada beberapa kriteria atau pedoman untuk memilih kompresor yang cocok dengan aplikasi pneumatik yang terpasang :

1. Penghantaran *Volume*

Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah atau *Volume* yang dapat dihantarkan atau dibangkitkan oleh kompresor pada :

a. Penghantaran *Volume Secara Toritis*

Untuk kompresor torak *Reciprocating* sama dengan hasil perkalian *Volume* yang ditiup atau disedot pada satu langkah torak dikalikan dengan jumlah putaran poros engkolnya.

b. Penghantaran *Volume Secara Efektif*

Tergantung jenis kompresor dan tekanan yang ditimbulkan. Hal ini sangat dipengaruhi oleh efisiensi *Volumetric*. Satu-satunya penghantaran *Volume* efektif kompresor adalah kesesuaian. *Volume* ini hanya tersedia untuk menggerakkan dan mengontrol peralatan pneumatic.

2. Tekanan

Tekanan yang ada dalam suatu perangkat pneumatik dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

a. Tekanan Kerja

Adalah tekanan yang keluar dari kompresor, atau tekanan dalam penampung atau penerima dan tekanan dalam pipa-pipa saluran ke peralatan pneumatik.

b. Tekanan Operasi

Adalah tekanan yang dibutuhkan pada saat posisi operasi atau peralatan pneumatik itu berjalan. Pada umumnya tekanan operasi sebesar 600 KPa (6 bar / 6 psi)

3. Tangki Penampung

Penampung udara bertekanan (*receiver*) berfungsi untuk menstabilkan pemakaian udara bertekanan. Penampung udara bertekanan yang kebanyakan dipakai adalah tangki karena mempunyai sifat akan memperhalus *fluktuasi* tekanan dalam jaringan tersebut. Dan lagi luas permukaan yang besar dari penampung akan mendinginkan udara dalam tangki itu sendiri. Oleh karena itu bagian dari uap lembab dalam udara dipisahkan, seperti air secara langsung lembab dalam udara dipisahkan, seperti air secara langsung akan mengembun di bagian bawah tangki.

4. Penggerak

Tergantung pada syarat-syarat cara kerja, kompresor digerakkan oleh motor listrik selain itu juga digerakkan oleh motor bakar (bensin, diesel).

2. 2. 16 Perawatan Komponen Pneumatik

Pada dasarnya komponen pneumatik adalah bebas *maintenance* tetapi harus disertai penggunaan komponen FRL karena komponen tersebut adalah komponen *vital* yang akan menunjang *kontinuitas* dari komponen pneumatik yang lain. Seperti yang sudah diketahui *filter* berfungsi sebagai penyedia udara bersih (penyaring udara mampat yang dihasilkan kompresor) yang terdiri dari 2 komponen penyaring udara. Pertama adalah *filter bowl* yang menampung air yang terbawa oleh udara mampat dan kedua adalah *filter cartridge* yang berfungsi sebagai penyaring udara dari partikel-partikel kecil. Kedua komponen tersebut harus dilakukan pemeriksaan rutin untuk

melihat apakah *filter bowl* sudah penuh dengan air atau *filter cartridge* sudah terlihat kotor maka diperlukan pembersihan pada komponen tersebut.

Untuk perawatan komponen pneumatik yang lain seperti silinder atau *directional valve* dari gesekan yang timbul akibat kerja dari komponen tersebut maka dibutuhkan pelumasan. Pelumasan tersebut disediakan oleh *lubricator* yang mengatur tingkat pelumasan. Pemeriksaan rutin dilakukan untuk mengecek *level* dari minyak pelumas, apabila minyak pelumas hampir habis maka perlu ditambahkan.

2. 2. 17 Gaya Silinder

Gaya yang dihasilkan oleh silinder atau biasa disebut dengan gaya *piston* silinder berbanding lurus dengan besar luasan silinder dan besar tekanan yang digunakan didalam rangkaian pneumatik.

Besar gaya *piston* silinder tersebut dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 2. 1 dan Persamaan 2. 2 dibawah ini :

$$F_s = (P \times A) - R_r \dots\dots\dots(2. 1)$$

$$F_s = \left(P \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) - R_r \dots\dots\dots(2. 2)$$

Kedua Persamaan diatas digunakan untuk menentukan besarnya gaya efektif yang terjadi pada silinder pneumatik pada saat melakukan gerakan maju pada toraknya. Sedangkan gaya efektif yang terjadi pada saat silinder mengalami gerakan mundur pada toraknya dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 2.3 dan 2.4 sebagai berikut:

$$F_s = (P \times A') - R_r \dots\dots\dots(2. 3)$$

$$F_s = \left(P \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \right) - R_r \dots\dots\dots(2. 4)$$

Dimana :

D = Diameter Silinder Pneumatik (mm)

d = Diameter Torak (mm)

A = Luas Penampang Silinder Tanpa Batang Torak (cm²)

A' = Luas Penampang Silinder dengan Batang Torak (cm²)

F = Gaya Teoritis Yang Terjadi pada Silinder (N)

F_s = Gaya Efektif pada Silinder Pneumatik (N)

P = Tekanan Kerja (bar)

$$= 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 ; 1 \text{ Pa} = 10^{-5} \text{ bar.}$$

R_r = Gaya Gesek Yang Terjadi pada Silinder Pneumatik (N)

$$= 10\% \text{ dari gaya teoritis yang terjadi.}$$

2. 2. 18 Volume Udara pada Silinder

Untuk memperoleh kebenaran mengenai ongkos tenaga, maka perlu dilakukan perhitungan tentang konsumsi udara pada silinder kerja yang digunakan. Besarnya konsumsi udara pada silinder berbanding lurus dengan besarnya *Volume* udara pada silinder tersebut. *Volume* udara dalam silinder dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$Q = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times h \times p \times 10^{-6} \dots\dots\dots(2. 5)$$

Pada Persamaan (2.5) diatas digunakan untuk menghitung banyaknya pemakaian udara pada satu langkah gerakan sisi ruang yang tidak ada batang toraknya dan berfungsi pada saat gerakan silinder torak maju. Sedangkan banyaknya pemakaian udara pada sisi ruang yang ada batang toraknya, pada satu langkah gerak untuk gerakan mundur dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.6 sebagai berikut:

$$Q = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \times h \times p \times 10^{-6} \dots\dots\dots(2. 6)$$

Dimana :

Q = Volume udara setiap *centimeter* langkah (liter/menit)

D = Garis tengah torak (mm)

d = Garis tengah batang torak (mm)

h = Panjang langkah (mm)

p = Tekanan yang dioperasikan (bar)

2. 2. 19 Kecepatan Silinder

Kecepatan torak dalam silinder pneumatik tergantung pada gaya terhitung, tekanan udara yang berlaku, panjang pipa. Kecepatan torak rata-rata dari silinder *standart* adalah kurang lebih 0,1 – 1,5 m/detik. dan kecepatan torak juga dapat diatur pada posisi akhir bantalan pelindung, yaitu ketika terjadi gerakan dari posisi akhir bantalan pelindung aliran melalui katup hambat bantu (*throttle relief valve*) dan katup kontrol aliran satu arah (*one-way flow controll valves*), katup buang cepat (*quick exhaust valves*).

2. 3 Motor DC

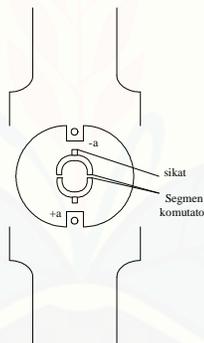
Motor DC adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga mekanis, dimana tenaga gerak tersebut berupa putaran rotor. Motor dan generator arus searah dibuat dengan cara yang sama sehingga mesin DC dapat bekerja dengan baik sebagai motor maupun sebagai generator. Motor DC magnet permanen adalah motor yang fluks magnet utamanya dihasilkan magnet permanen. Elektromagnetik digunakan untuk medan sekunder atau fluks jangkar. Arus mengalir melalui kumparan jangkar dari sumber tegangan dc, menyebabkan jangkar berputar. Jangkar berputar searah putaran jarum jam. Apabila kutub jangkar segaris dengan kutub medan, sikat – sikat ada pada celah di komutator dan tidak ada arus mengalir pada jangkar. Jadi, gaya tarik atau gaya tolak magnet berhenti. Kemudian kelembaman membawa jangkar melewati titik netral. Komutator

membalik arus jangkar ketika kutub yang tidak sama dari jangkar. Kutub – kutub yang sama dari jangkar dan medan berhadapan satu sama lain, sehingga membalik polaritas medan jangkar. Kutub-kutub yang sama dari jangkar dan medan kemudian saling menolak, menyebabkan jangkar berputar terus menerus.

Arah putaran motor DC magnet permanen ditentukan oleh arah arus yang mengalir pada jangkar. Pembalikan ujung jangkar akan membalik arah putaran. Salah satu keistimewaan motor DC ini adalah kecepatannya dapat dikontrol dengan mudah. Kecepatan motor magnet permanen berbanding langsung dengan harga tegangan yang diberikan pada jangkar. Semakin besar tegangan jangkar, semakin tinggi kecepatan motor.

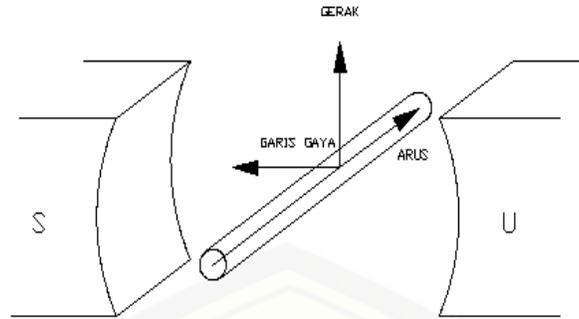
Konstruksi motor DC terdiri dari :

- Kumputan medan untuk menghasilkan medan magnet
- Kumputan jangkar untuk mengimbaskan ggl pada konduktor-konduktor yang terletak pada alur jangkar.
- Celah udara yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.



Gambar 2. 12 Konstruksi Motor DC

Motor listrik berfungsi untuk mengubah daya listrik menjadi daya mekanik, prinsip kerja motor listrik adalah sebagai berikut: jika sepotong kawat dialiri arus listrik terletak diantara dua kutub magnet (Utara dan Selatan), maka pada kawat tersebut terkena suatu gaya Lorentz. Arah dari gerakan kawat sesuai dengan aturan tangan kiri, seperti terlihat pada Gambar 2.13.



Gambar.2. 13 Penentuan Arah Gerak Kawat Berarus

Gaya gerak listrik induksi *armatur* (E_a) timbul akibat kumparan rotor berputar yang terletak antara kutub utara dan kutub selatan magnet motor, pada saat awal rotor berputar besar $E_a = nol$. Dengan demikian kumparan rotor akan menarik arus yang besar dari sumber listrik. Setelah motor berputar pada kecepatan yang sebenarnya E_a akan menjadi maksimum. Dengan demikian motor akan menarik arus listrik sumber paling minimum (arus nominal = 1/10 dari arus *start*).

Adapun besar torsi jangkar (torsi elektromagnetik) motor DC, adalah :

$$T_a = 0.159 \cdot \left(\frac{P}{a}\right) \cdot Z \cdot \phi \cdot I_a \dots\dots\dots(2. 7)$$

atau :

$$T_a = \frac{P_a}{2\pi \cdot n}$$

$$T_a = \frac{E_a \cdot I_a}{2\pi \cdot \frac{N}{60}} \dots\dots\dots(2. 8)$$

dimana :

E_a = GGL induksi (Volt)

N = Putaran Rotor (rpm)

P_a = Daya Armatur (Watt)

P = Jumlah Kutub Magnet

T_a = Torsi Jangkar (Nm)

n = putaran rotor (rpm)

a = jumlah kumparan tersambung paralel

2.3.1 Pengaturan Kecepatan Motor DC

Beasarya GGL Induksi pada kumparan jangkar akibat berputarnya rotor yang terletak diantara kutub magnet adalah :

$$E_a = \frac{\phi \cdot P \cdot Z \cdot N}{a \cdot 60} \times 10^{-8} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$E_a = C \cdot \phi \cdot N \dots\dots\dots(2.10)$$

dari Persamaan 2.7 dan 2.8, dapat diperoleh :

$$N = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{C \cdot \phi} \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana :

E_a = GGL Induksi (Volt)

ϕ = Flux Magnet Per Kutub (Maxwel)

N = Putaran Rotor (rpm)

P = Jumlah Kutub Magnet

Z = Jumlah Penghantar Kumparan Jangkar

a = Jumlah Kumparan Tersambung Paralel

I_a = Arus *Armatur* (Ampere)

R_a = Hambatan *Armatur* (Ω)

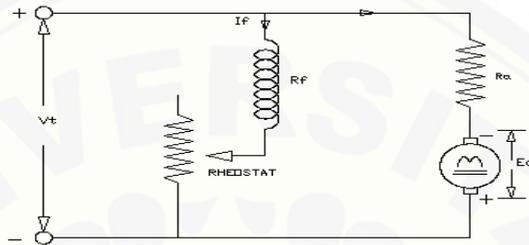
V_t = Tegangan Sumber DC (Volt)

C = Jumlah Segmen *Komutator* ($0,159 \cdot Z \cdot \frac{P}{a}$)

Dengan demikian, kecepatan putar motor dapat diperoleh dengan mengubah-ubah flux magnet, pengaturan arus *armatur*, atau perubahan tegangan sumber.

2. 3. 2 Pengaturan Kecepatan Putar dengan Pengaturan Flux Magnet.

Bagan rangkaian listrik pada pengaturan medan magnet penguat ditunjukkan pada Gambar 2.14, kecepatan putar motor DC akan minimum, dan ini akan terjadi pada posisi *Rheostat* maksimum.

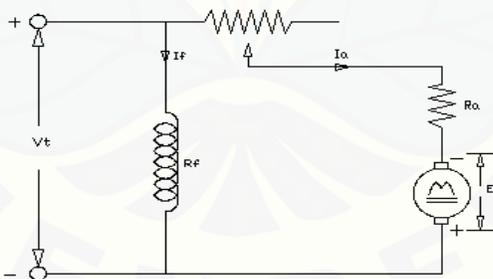


Gambar.2. 14 Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Pengaturan Flux Magnet.

Pengaturan kecepatan motor DC dalam model ini pengerjaannya mudah, murah dan panas yang terjadi rendah.

2. 3. 3 Pengaturan Kecepatan Putar dengan Pengaturan Arus *Armatur*.

Rangkaian kelistrikan dari Pengaturan Kecepatan Putar dengan Pengaturan Flux Arus *Armatur* seperti terlihat pada Gambar 2.15, berikut ini.

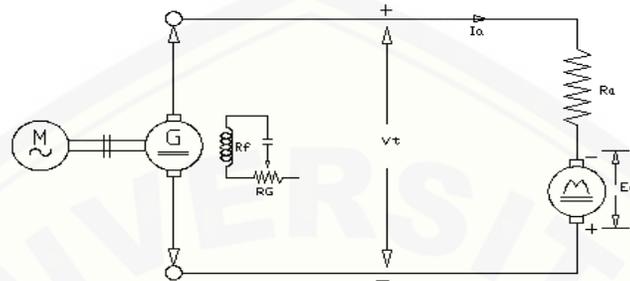


Gambar.2. 15 Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Pengaturan Arus *Armatur*

Pengaturan kecepatan putar motor dengan cara ini jarang dipakai karena rugi panas yang terjadi cukup besar.

2.3.4 Pengaturan Kecepatan Putar dengan Pengaturan Tegangan Terminal.

Gambar 2.16, Menunjukkan pengaturan kecepatan putar motor DC dengan pengaturan tegangan terminal. Tegangan terminal (V_t) didapatkan dari tegangan generator DC yang diputar oleh motor induksi (M). perubahan V_t diperoleh dengan cara mengatur hambatan R_G yang mempengaruhi medan penguat R_f .



Gambar.2. 16 Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Pengaturan Tegangan Terminal (Jala-jala)

2.4 Transistor

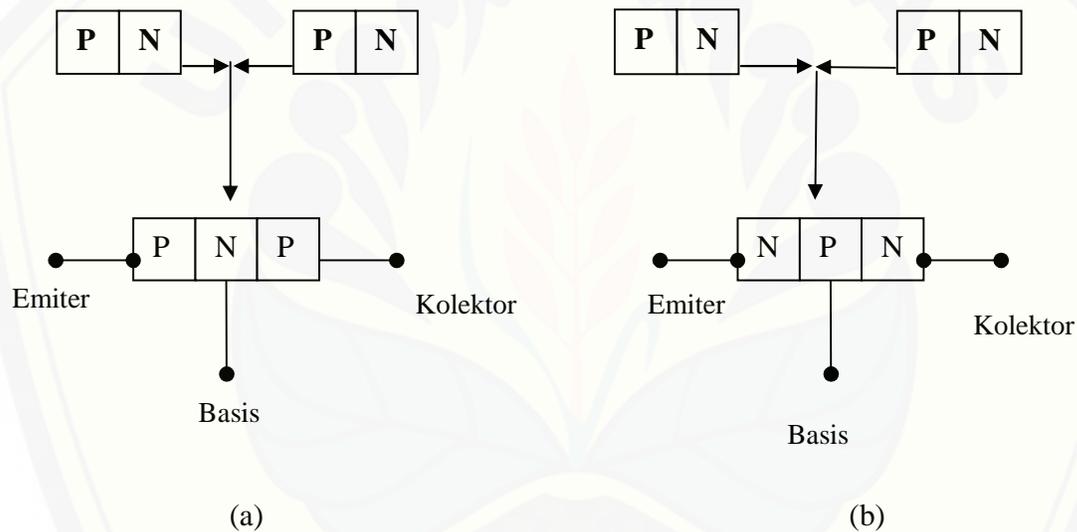
Nama transistor berasal dari kata Transfer dan resistor dengan demikian transistor merupakan komponen elektronika yang terbuat dari bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik atau setengah menghantar(semi konduktor). Perlu diketahui komponen transistor adalah komponen aktif,Transistor sendiri diciptakan oleh tiga orang bangsa amerika yang bernama; J.Barden,W.H Brattain dan W. Shockley pada tahun 1948.Sama halnya dengan komponen semi konduktor lainnya,transistor dibuat dari bahan indium,germanium dan silicon.

Komponen Elektronika yang dianggap paling berperan dan banyak fungsinya adalah transistor. Meskipun sudah ditemukan komponen IC yang multiguna,namun transistor masih saja dibutuhkan. Pada dasarnya,transistor dibuat dari dua buah dioda yang disusun secara berbalikan. Katoda yang terdapat pada transistor kaki kolektor dan emitter,dan Anoda terdapat pada kaki basis. Transistor ini dianggap sebagai jenis NPN,seandainya jika Katodanya terdapat pada kaki basis,dan Anodanya terdapat pada kaki kolektor dan emitter maka transistor jenis ini dianggap sebagai jenis transistor PNP.

Dalam bidang elektronika komponen transistor banyak sekali macamnya, diantaranya jenis transistor bipolar dan jenis transistor efek medan (FET). Transistor bipolar memiliki 3 buah terminal yang membentuk tiga buah kaki, yaitu : kaki emitter disingkat e, kaki basis disingkat b dan kaki kolektor disingkat c.

Kita mengenal dua macam jenis transistor, yaitu transistor PNP (Positif Negatif Positif) dan NPN (Negatif Positif Negatif). Transistor asal mulanya adalah pengembangan dari dua buah dioda jenis PN dan NP yang dipertemukan menjadi satu, sehingga akan menghasilkan satu elektroda ketiga yang berfungsi sebagai pengontrol parameter antar bahan PN dan NP.

Prinsip terjadinya pertemuan kedua dioda jenis PN dan NP adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 17 Prinsip Penyambungan Transistor tipe (a) PNP dan (b) NPN

Sumber : Malvino. Prinsip-Prinsip Dasar Elektronika. 1984.

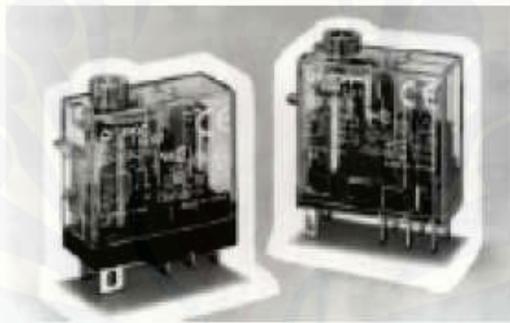
Apabila yang di pertemukan bahan jenis N-nya maka akan di peroleh transistor jenis PNP, sedangkan bila yang dipertemukan bahan jenis P-nya maka akan diperoleh transistor jenis NPN.

2.5 Relay

Dalam dunia elektronika, relay dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika switching. Sebelum tahun 70an, relay merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi relay. Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Di bawah ini contoh relay yang beredar di pasaran:



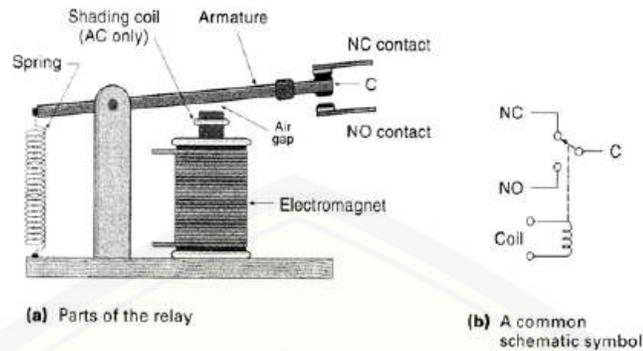
Gambar 2. 18 Contoh Relay yang Tersedia di Pasaran

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

Secara umum, *relay* digunakan untuk memenuhi fungsi – fungsi berikut :

- a) *Remote control* : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh
- b) Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan
- c) Pengatur logika kontrol suatu system

Relay terdiri dari Koil dan contact.



Gambar 2. 19 Bagian dari Relay

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

Koil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil.

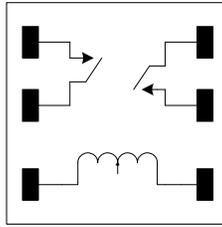
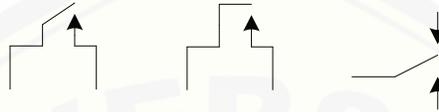
Contact ada 2 jenis :

1. *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan
2. *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*).

Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay :

Ketika *Coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan contact akan menutup.

Relay berfungsi sebagai output dengan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontakannya. Bentuk dan tipe relay ada yang bekerja secara magnetik dengan bentuk fisiknya yang besar dan yang tipe kecil bekerja secara elektronik yang biasa disebut SSR (Solid State Relay) semikonduktor. Umumnya kontak point relay mempunyai single pole kontak dan ada pula yang mempunyai multiple pole kontak.

Gambar 2. 20 *Internal Wiring Diagram*Gambar 2.21 *Kontak Point*

Di dalamnya, kontak *relay* mempunyai jenis NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). Maksudnya untuk NO, pada saat koil magnet belum bekerja kontak berada dalam keadaan tertutup. Koil akan bekerja jika mendapat tegangan catu yang sesuai dengan tegangan kerja yang dibutuhkan.

Konstruksi *relay* mempunyai bagian – bagian yang dicetak dalam *seal* yang umumnya dipakai terbuat dari plastik, *fiber* atau kaca. Konstruksi rumah dari plastik dipakai untuk *relay* yang mempunyai tegangan dan arus yang rendah dan rumah dari *fiber* / kaca dipakai untuk tegangan dan arus yang besar.

Macam – macam *relay* dibedakan atas :

1. *Relay* DC

Relay ini umumnya mempunyai ukuran yang lebih kecil daripada *relay* AC. Karena umumnya digunakan pada rangkaian elektronika dengan sumber tegangan yang kecil dan beban yang relatif kecil pula. *Relay* DC umumnya dibedakan atas besarnya tegangan *supply* untuk koil dan kemampuan kontakannya. *Relay* yang umumnya digunakan pada saat ini adalah *relay* 6 Volt, 12 Volt, 24 Volt, dan 100 Volt.

2. Relay AC

Relay AC biasanya dieksitasi dengan sumber tegangan dan frekuensi, yaitu 50 Hz dan 60 Hz, 100 Volt dan 200 Volt. *Relay AC* mempunyai kerugian daya lebih besar dibandingkan dengan *relay DC*. Hal ini diakibatkan pada *relay AC* terjadi kerugian arus eddy yang sering disebut dengan *Eddy Current*, kerugian histerisis pada rangkaian *magnetic* dan kerugian resistansi pada belitan koil. Dengan demikian temperatur koil pada *relay AC* lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur pada *relay DC*.

2.6 Screen

Screen merupakan media penyaring dan pencetak bubuk kertas. Untuk menyaring bubuk kertas, ukuran bagian dalamnya dapat disesuaikan dengan ukuran kertas daur ulang yang diinginkan. *Screen* dilapisi dengan kain kasa atau kasa nyamuk berukuran *mess* atau pori-pori sangat kecil dan halus, namun memiliki kekuatan cukup untuk menahan beban bubuk kertas. *Screen* sablon kertas yang ber-*mess* atau ber-pori-pori besar juga dapat digunakan, tapi tanpa bingkai lagi. Pada alat ini *screen* akan mengalami tiga kali perputaran searah, dengan sudut tertentu yaitu untuk putaran pertama yang dimaksudkan untuk menyaring bubuk kertas, dengan sudut putar 90^0 . untuk putaran kedua digunakan untuk menempatkan posisi *screen* untuk proses perakelan, dengan sudut putar 180^0 . untuk putaran yang ketiga berfungsi untuk mengembalikan *screen* ke posisi awalnya yaitu dengan sudut putar 90^0 .

Perlakuan pada *screen* pada saat proses penyaringan adalah dengan memasukkan *screen* kedalam bak yang terisi bubuk kertas kemudian memutarnya dengan sudut putar 90^0 agar bubuk kertas dapat menempel pada bagian luar dari *screen*, setelah *screen* terletak pada posisi penyaringan yang tepat, kemudian *screen* diangkat secara perlahan dengan mempertahankan keseimbangan pada saat pengangkatan *screen* tersebut serta guncangan pada *screen* diusahakan seminimal mungkin terjadi agar didapatkan hasil cetakan kertas yang sempurna dan tebalnya merata. Untuk melepaskan hasil cetakan bubuk kertas yang menempel pada *screen* maka *screen* harus diputar lagi dengan besar sudut putar 180^0 (untuk membalik posisi

screen tersebut), kemudian bagian luar *screen* yang ditemplei oleh bubur kertas di tempelkan pada alas cetak (media cetaknya) yang terbuat dari *tripleks* / kayu lapis, setelah itu barulah dilakukan proses perakelan dengan menggesek / menggaruk bagian dalam *screen* untuk memindahkan hasil cetakan bubur kertas yang menempel pada *screen* ke alas cetaknya tersebut.

2.7 Raket

Raket merupakan alat penggaruk *screen* yang terbuat dari karet. Raket digunakan untuk melepaskan bubur kertas yang tercetak pada *screen* dengan cara menggaruk bagian dalam *screen* yang tidak ditemplei oleh bubur kertasnya setelah posisi *screen* di balik. Ukuran raket yang digunakan disesuaikan dengan ukuran *screen* agar proses perakelan menjadi lebih sempurna. Dalam proses perakelan *screen* terjadi dua kali gerakan pergeseran raket, yaitu gerakan maju dan mundur, dua gerakan ini dimaksudkan agar kertas yang tercetak dalam *screen* benar-benar dapat dilepaskan dari *screen* tersebut dan akan berpindah ke alas cetaknya.