

BAB 3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

3.1.1 Waktu

Waktu Pembuatan proyek akhir ini adalah 12 bulan di mulai pada bulan Februari . 2009 sampai dengan bulan Februari 2010.

3.1.2 Tempat

Tempat pembuatan proyek akhir ini adalah bertempat di Laboratorium Sistem Kendali dan Laboratorium Konversi Energi Listrik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun peralatan yang digunakan pada saat pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

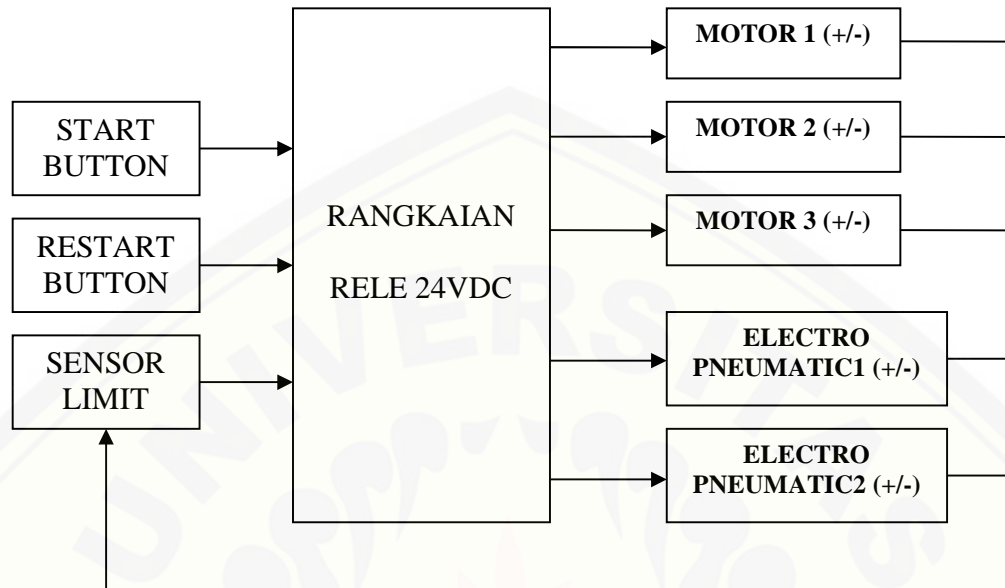
1. Las listrik
2. Gerenda
3. Solder listrik
4. Multimeter
5. Bor Besi
6. Penyedot Timah
7. Tang Jepit
8. Tang Potong
9. Hammer
10. Obeng
11. Tespen
12. Gergaji Besi
13. Kompresor,

3. 2. 2 Bahan

1. Besi siku
2. Plat besi
3. Kabel
4. Timah
5. Transformator 5Ampere
6. Rele 24 Vdc
7. Transistor 2N3055
8. IC LM 7834
9. Elco 220 μ F 150 V
10. Kuprox 5 Ampere
11. Push Botton
12. *Limit Switch*
13. *Controll Valves 5/2*
14. Silinder Elektro Pneumatik
15. Selang Angin
16. Motor Dc 24 Vdc 5 Ampere
17. Ulir M8
18. Ulir M12
19. Roda Gigi diameter 12 mm
20. Roda Gigi diameter 41 mm
21. *Bearing*
22. Kayu
23. *Screen*
24. Raker
25. Kertas Beka

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Perancangan Diagram Blok :



Gambar 3. 1 Diagram Blok

Keterangan :

P : Silinder Elektro Pneumatik

M : Motor Dc

S : Sensor *Limit Switch*

Dalam Pembuatan mesin pengolah bubur kertas ini digunakan tiga buah silinder pneumatik dan tiga buah motor DC jenis *permanent magnet* dengan besar *supply* 24 VDC. Silinder pneumatik digunakan sebagai penggerak naik dan turunnya *screen* dan Raket secara *vertical*, sedangkan ke tiga motor DC antara lain digunakan sebagai penggerak ulir utama (secara *horizontal*), sebagai penggerak raket secara *horizontal* dan sebagai pemutar *screen* dengan sudut 360^0 dan akan berhenti pada sudut tertentu berdasarkan sensor yang akan diaktifkan.

Secara keseluruhan prinsip kerja yang terjadi pada proses pencetakan bubuk kertas ini adalah sebagai berikut :

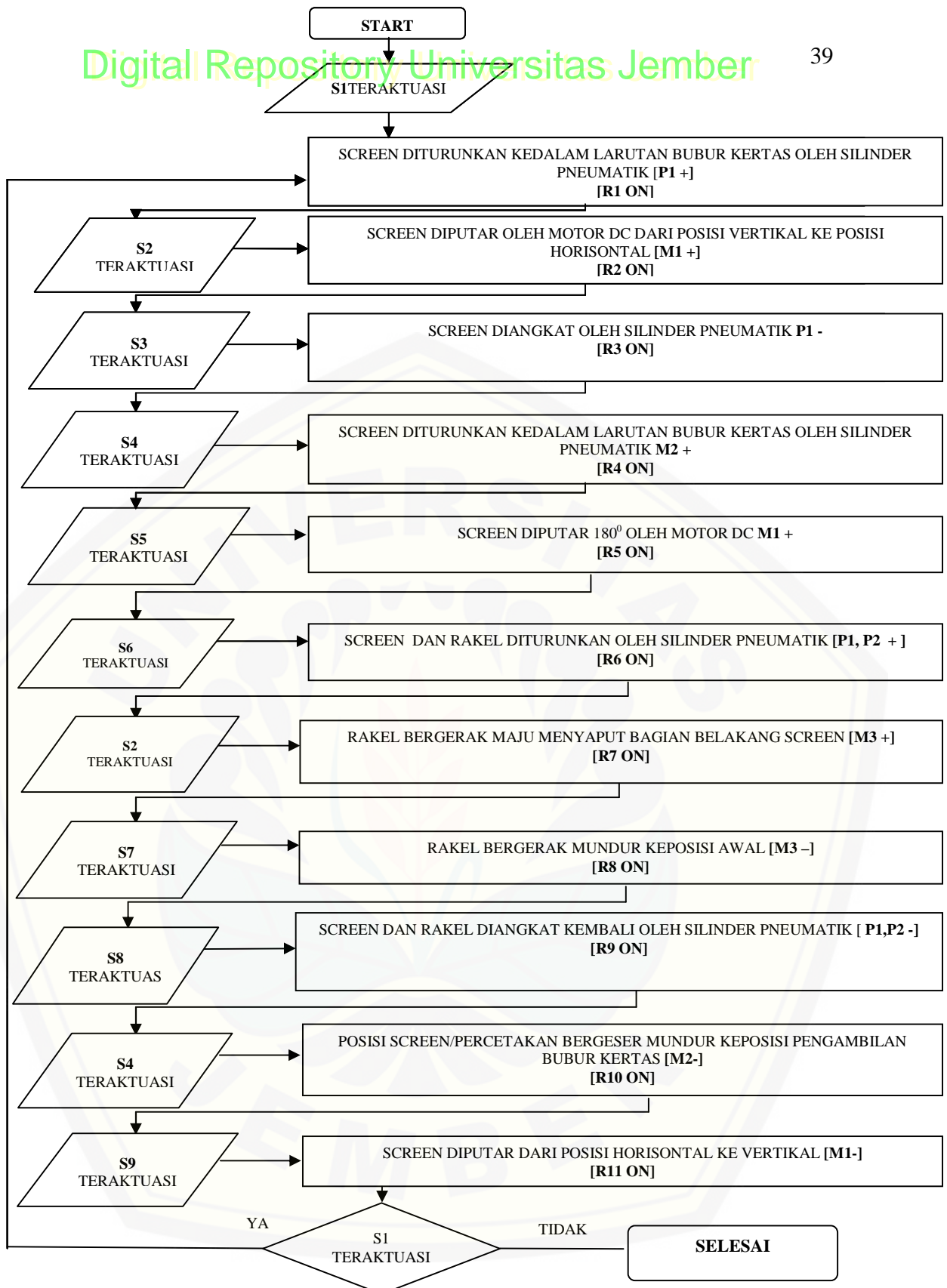
Penyaringan bubuk kertas oleh *screen*, dimana *screen* akan diturunkan ke larutan bubuk kertas dan *screen* akan di putar oleh sebuah motor DC dari posisi *vertical* ke posisi *horizontal* dengan besar sudut 90^0 kemudian diangkat kembali oleh dua buah silinder pneumatik.

Proses perakelan yang akan diawali dengan bergesernya posisi *screen*. Pergeseran *screen* terjadi akibat adanya perputaran ulir utama yang digerakkan oleh motor DC 24V. kecepatan pergeseran *screen* tergantung pada besar kecilnya jarak geser ulir dan kecepatan motor DC yang digunakan.

Setelah *screen* terletak pada posisi perakelan maka secara otomatis motor penggeser akan terhenti akibat teraktuasinya sensor *limit switch* kemudian *screen* dan raket akan kembali di turunkan dan proses perakelan dijalankan dengan mengaktifkan motor DC yang menggerakkan raket secara *horizontal* untuk mrnggaruk permukaan *screen* bagian belakang (yang tidak terisi bubuk kertas). Setelah proses selesai maka posisi pergerakan *screen* dan raket akan kembali ke posisi awal.

Pada diagram blok diatas menunjukkan urutan langkah kerja *actuator* berdasarkan aktifnya *contact relay* akibat dari teraktuasinya sensor-sensor yang terpasang. Pemberian tanda (+) dan (-) pada kode *actuator* yang digunakan untuk penunjukan langkah kerja *actuator*, yakni bergerak maju (+) dan bergerak mundur (-) , untuk pemberian kode nama jenis *actuator* dan sensor tergantung dari perencanaan.

Prinsip kerja mekanik pada proyek akhir ini menggunakan lebih dari satu silinder pneumatik dan terdapat beberapa gerakan *actuator* yang terjadi secara bersamaan sehingga dalam perencanaan diagram notasi digunakan sistem “rangkaiian silinder jamak gerakan jamak + motor”.



Gambar 3. 2 Diagram Alir

Untuk pembacaan diagram alir pada Gambar 3.2 terlihat bahwa *start* awal gerakan terjadi pada piston/silinder pneumatik pertama (P1), yakni bergerak maju akibat dari teraktuasinya sensor (S1) yang mengaktifkan *contact* pada *relay* pertama, setelah (P1) bergerak maju dan mengaktuator sensor (S2) maka *contact relay* ke dua aktif sehingga menggerakkan motor (M1) maju, akibat pergerakan motor (M1) maka sensor (S3) teraktuator dan mengaktifkan *contact relay* ke tiga yang menggerakkan (P1) mundur.

Akibat dari mundurnya (P1), sensor (S4) akan teraktuator dan mengaktifkan *contact relay* ke empat sehingga menggerakkan motor (M2) maju dan mengaktuator sensor (S7), sensor (S5) teraktuator maka *contact relay* ke lima aktif menggerakkan motor (M1) maju, sensor (S6) teraktuator mengaktifkan *contact relay* ke enam yang menggerakkan (P1) dan (P2) maju secara bersamaan, sensor (S2) kembali teraktuator dan kali ini mengaktifkan *contact relay* ke tujuh yang menggerakkan motor (M3) maju. Motor (M3) maju mengaktuator sensor (S7) sehingga mengaktifkan *contact relay* ke delapan yang menggerakkan motor (M3) kembali mundur, motor (M3) mengaktuator sensor (S8) dan mengaktifkan *contact relay* ke sembilan yang menggerakkan piston/silinder (P1) dan (P2) mundur secara bersamaan, mundurnya piston/silinder (P1) akan mengaktuator kembali sensor (S4) dan mengaktifkan *contact relay* ke sepuluh yang akan menggerakkan motor (M2) mundur, sensor (S9) teraktuator mengaktifkan *contact relay* ke sebelas yang menggerakkan motor (M1) mundur sehingga mengaktuator kembali sensor (S1). Teraktuasinya kembali sensor (S3) mengakibatkan sistem kembali terulang dan mengalami *looping*.

3. 3. 2 Perangkat Keras

Untuk membuat mesin pengolah bubur kertas diperlukan perangkat keras yang terdiri dari mekanik dan rangkaian yang akan dikombinasikan menjadi suatu dalam sistem kerja alat. Dalam perencanaan mekanik mesin pengolah bubur kertas harus dilakukan perencanaan pemilihan silinder dan motor DC, yang sesuai agar dapat di terapkan pada pembuatan mekaniknya.

3.3.2.1 Penggerak *Screen* Naik dan Turun

Untuk menggerakkan *screen* naik dan turun secara *vertikal* digunakan dua buah silinder pneumatik yang bekerja secara bersamaan dan langkah naik dan turunnya akan diatur berdasarkan teraktuasinya dua buah sensor *limit switch* yang akan mengaktifkan *solenoid* dan *control valve* pada silinder pneumatik.

Berdasarkan dimensi yang terdapat pada silinder dapat diketahui secara perhitungan (teoritis) tentang besarnya gaya, dan *Volume* udara yang dibutuhkan.

Pada silinder penggerak *screen* telah diketahui spesifikasi sebagai berikut :

$$D = 16 \text{ mm} = 1,6 \text{ cm}^2$$

$$d = 5 \text{ mm} = 0,5 \text{ cm}^2$$

$$h = 100 \text{ mm} = 10 \text{ cm}^2$$

$$Rr = 10\%$$

$$P = 4 \text{ bar} = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- Luas silinder tanpa torak

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi D^2}{4} \\ &= 0,785 \times 1,6^2 = 2,0096 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- Luas silinder dengan torak

$$\begin{aligned} A' &= \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} \\ &= 0,785 \times (1,6^2 - 0,5^2) = 1,81335 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- Gaya teoritis gerakan maju

$$\begin{aligned} F &= A \cdot p \\ &= 2,0096 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \times 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \\ &= 80 \text{ N} \end{aligned}$$

- Gaya efektif gerakan maju

$$\begin{aligned} F_s &= F - Rr \\ &= 80\text{N} - (10\% \times 80 \text{ N}) \\ &= 72 \text{ N} \end{aligned}$$

- Gaya teoritis gerakan mundur

$$\begin{aligned} F &= A' \cdot p \\ &= 1,81335 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \times 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \\ &= 72 \text{ N} \end{aligned}$$

- Gaya efektif gerakan mundur

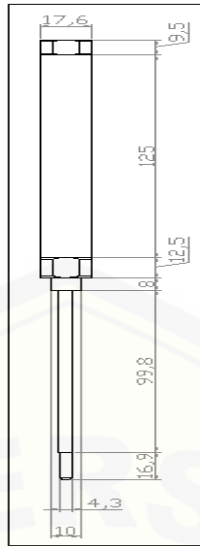
$$\begin{aligned} F_s &= F - Rr \\ &= 72 \text{ N} - (10\% \times 72 \text{ N}) \\ &= 64,8 \text{ N} \end{aligned}$$

- Volume udara gerak maju

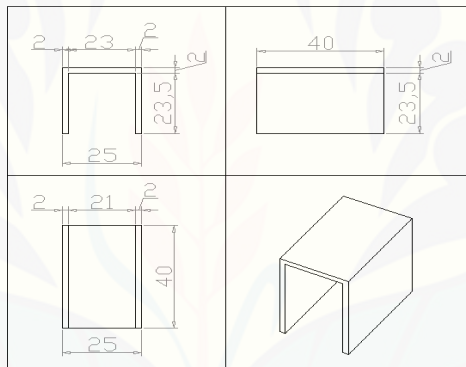
$$\begin{aligned} Q &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot h \cdot p \cdot 10^{-6} \\ &= 0,785 \times 16^2 \times 100 \times 4 \times 10^{-6} \\ &= 80384 \cdot 10^{-6} \\ &= 0.080384 \text{ liter/menit} \end{aligned}$$

- Volume udara gerak mundur

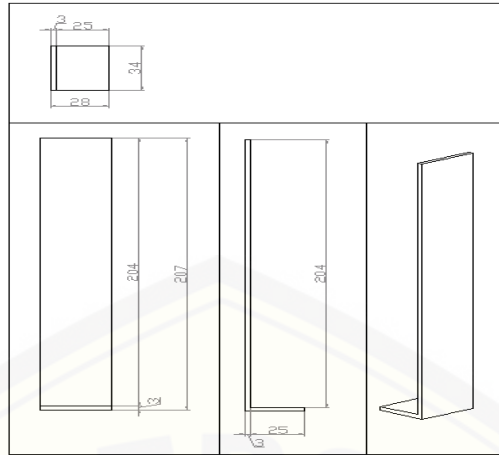
$$\begin{aligned} Q &= \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot h \cdot p \cdot 10^{-6} \\ &= 0,785 \times (16^2 - 5^2) \times 100 \times 4 \times 10^{-6} \\ &= 72534 \cdot 10^{-6} \\ &= 0.072534 \text{ liter/menit} \end{aligned}$$



Gambar 3. 3 Silinder Pada Penggerak Screen



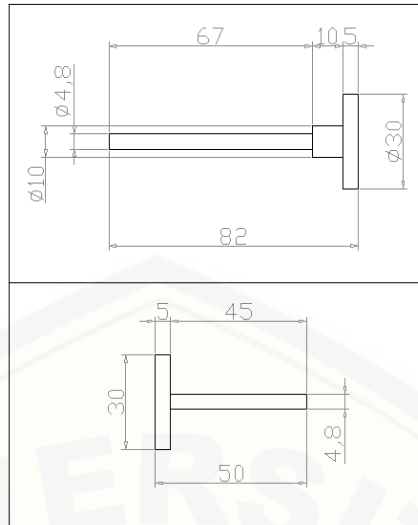
Gambar 3. 4 Dudukan Penopang Screen pada Silinder Penggerak Screen



Gambar 3. 5 Dudukan Silinder pada Penggerak *Screen*

3. 3. 2. 2 Penggerak Putaran *Screen*

Posisi *screen* di disain agar dapat bergerak memutar secara penuh dengan sudut 360° , disini *screen* akan mengalami tiga tahapan gerakan memutar dengan besar sudut tertentu yang akan diatur oleh sensor *limit switch* yakni dari posisi awal *vertical* ke posisi *horizontal* dengan sudut 90° , kemudian dari posisi *horizontal* akan diputar lagi sebesar 180° untuk membalik posisi *screen* pada saat terjadi proses perakelan. Sedangkan gerakan ketiga adalah gerakan kembali ke posisi awal (*vertical*). Pada putaran *screen* ini di gerakkan oleh sebuah motor DC 24V yang di lengkapi dengan menggunakan rangkaian *gir box*, sehingga pada saat gerakan memutar terhenti *screen* tidak goyang dan selip.

Gambar 3. 6 Poros pada *Screen*

3. 3. 2. 3 Penggerak Raket Naik dan Turun

Sama halnya dengan penggerak naik dan turunnya *screen*, penggerak naik dan turunnya raket juga menggunakan silinder pneumatik, tetapi silinder yang digunakan hanya satu buah dan memiliki langkah lengan silinder yang lebih panjang dari pada langkah lengan silinder yang digunakan pada *screen*.

Pada silinder penggerak *screen* telah diketahui spesifikasi sebagai berikut :

$$D = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}^2$$

$$d = 7,8 \text{ mm} = 0,78 \text{ cm}^2$$

$$h = 180 \text{ mm} = 18 \text{ cm}^2$$

$$Rr = 10\%$$

$$P = 4 \text{ bar} = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- o Luas silinder tanpa torak

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$= 0.785 \times 2^2 = 3,14 \text{ cm}^2$$

- o Luas silinder dengan torak

$$\begin{aligned} A' &= \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \\ &= 0,785 \times (2^2 - 0,78^2) = 2,6533 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- o Gaya teoritis gerakan maju

$$\begin{aligned} F &= A \cdot p \\ &= 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \times 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \\ &= 125,6 \text{ N} \end{aligned}$$

- o Gaya efektif gerakan maju

$$\begin{aligned} F_s &= F - Rr \\ &= 125,6 \text{ N} - (10\% \times 125,6 \text{ N}) \\ &= 113,04 \text{ N} \end{aligned}$$

- o Gaya teoritis gerakan mundur

$$\begin{aligned} F &= A' \cdot p \\ &= 2,65 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \times 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \\ &= 106 \text{ N} \end{aligned}$$

- o Gaya efektif gerakan mundur

$$\begin{aligned} F_s &= F - Rr \\ &= 106 \text{ N} - (10\% \times 106 \text{ N}) \\ &= 95,4 \text{ N} \end{aligned}$$

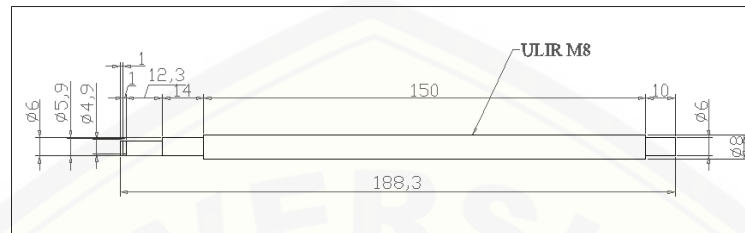
- o *Volume* udara gerak maju

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot h \cdot p \cdot 10^{-6} \\ &= 0,785 \times 20^2 \times 180 \times 4 \times 10^{-6} \\ &= 226080 \cdot 10^{-6} \\ &= 0,226080 \text{ liter/menit} \end{aligned}$$

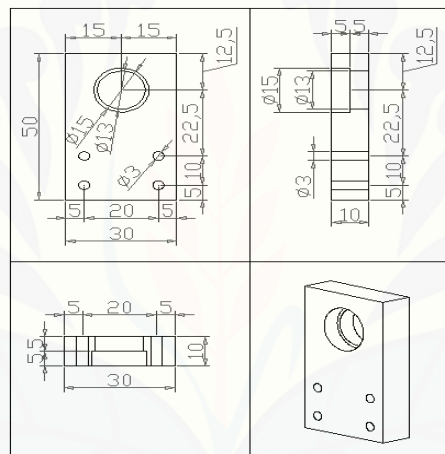
- o *Volume* udara gerak mundur

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot h \cdot p \cdot 10^{-6} \\ &= 0,785 \times (20^2 - 7,8^2) \times 100 \times 4 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

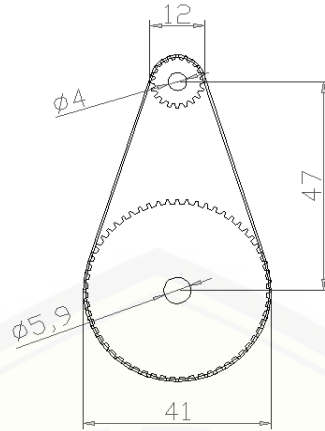
dimaksudkan untuk melepaskan kertas hasil cetakan dari *screen* pencetaknya. Untuk memperkecil terjadinya gaya gesek pada pergerakan ulir maka dilengkapi dengan *bearing* berukuran 6x15x5.



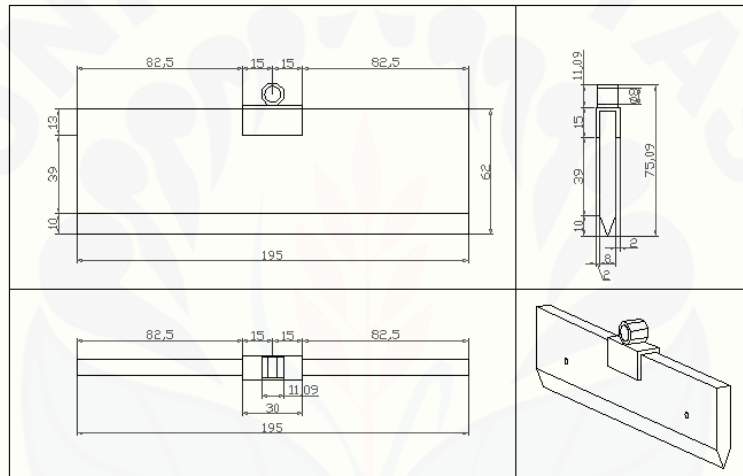
Gambar 3. 9 Ulir Penggeser Raket



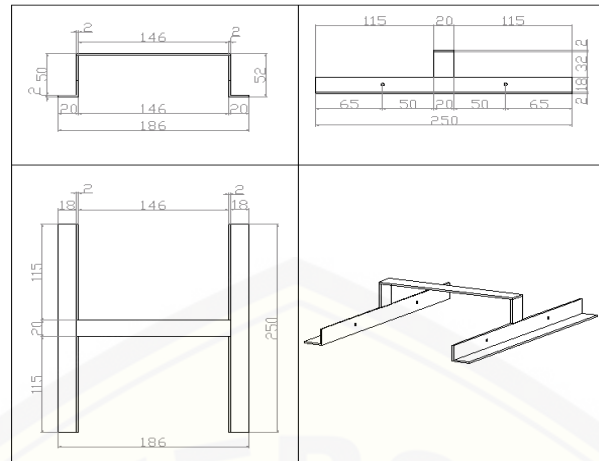
Gambar 3. 10 Dudukan *Bearing* dan Poros Ulir Penggeser Raket



Gambar 3. 11 Rangkaian Roda Gigi Penghubung Motor Pengerak dengan Ulir.



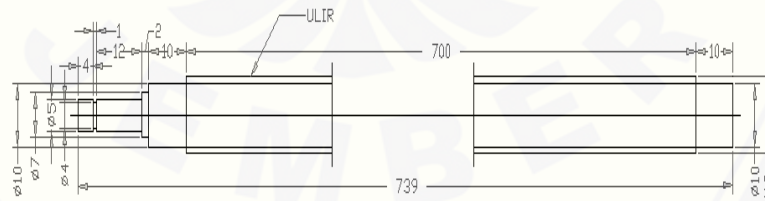
Gambar 3. 12 Bentuk dan Ukuran Rakel.



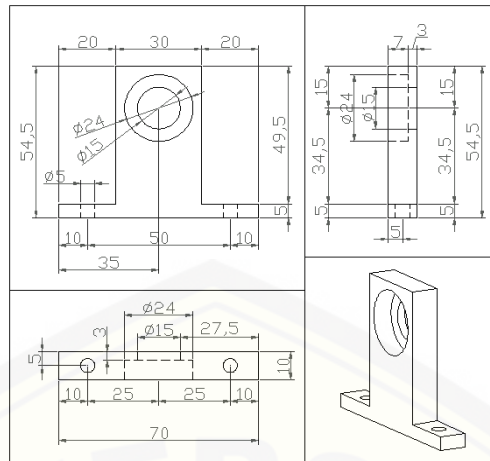
Gambar 3. 13 Bentuk dan Ukuran Rangka Penggeser Rakel.

3. 3. 2. 4 Penggeser Posisi Pencetakan

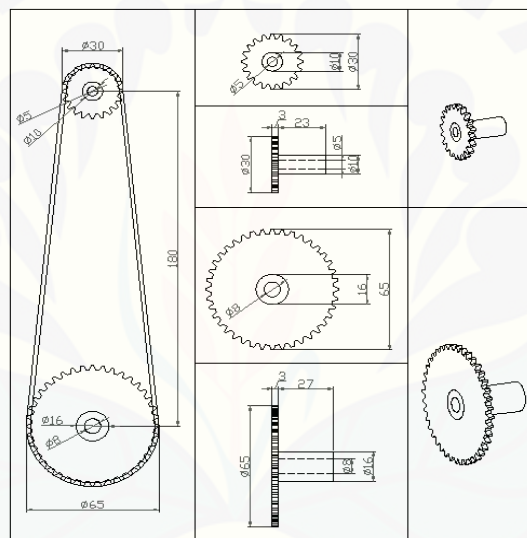
Sama halnya dengan penggeseran rakel, pada penggeseran posisi pencetakan juga digunakan ulir (ulir utama) yang digerakkan oleh motor DC 24V dan dihubungkan dengan rangkaian roda gigi dan rantai, tetapi dalam hal ini ulir yang digunakan diameternya lebih besar daripada poros ulir pada penggeser rakel yaitu dengan ukuran M12 dikarenakan adanya beban yang lebih berat. Motor pemutar ulir utama ini juga harus memiliki *torque* yang besar agar mampu menggeser mekanik yang berbeban pada preses pencetakan. Untuk memperingan kerja motor penggerak maka pada dudukan ulir dilengkapi dengan *bearing* guna memperkecil adanya gaya gesekan, ukuran *bearing* yang digunakan adalah 9 x 24 x 7.



Gambar 3. 14 Ulir Penggeser Percetakan



Gambar 3. 15 Dudukan *Bearing* pada Poros Ulir Utama



Gambar 3. 16 Rangkaian Roda Gigi Penghubung Motor Pengerak dengan Ulir Pada Penggeser Posisi Pencetakan.

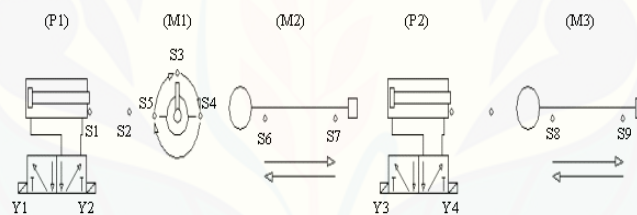
3.3.3 Elektronik

Berikut ini akan dijelaskan tentang perencanaan elektronika yang terdiri dari perencanaan *driver* motor dan rangkaian sensor, perencanaan *power supply* serta perencanaan penggunaan motor penggerak dalam penyelesaian proyek akhir ini.

3.3.3.1 Driver Motor dan Rangkaian Sensor

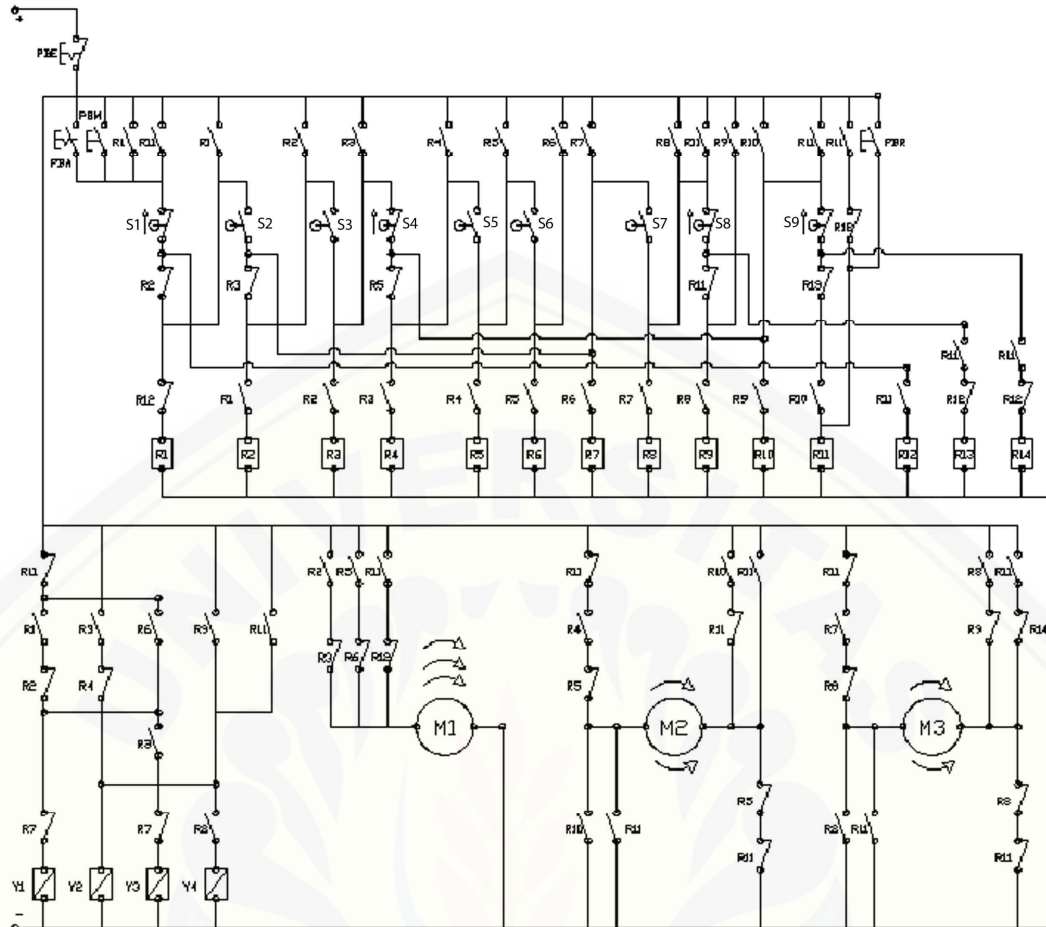
Driver motor dan rangkaian sensor tergabung menjadi satu pada rangkaian kelistrikan pneumatik. Pada rangkaian pneumatik ini digunakan *relay* DC 5A 24V, dengan memanfaatkan *contact* NO (*normaly open*) dan NC (*normaly close*) sebagai kontrol pemutus dan penghubung rangkaian *driver* motor, *solenoid* dan sensornya.

Untuk dapat membuat rangkaian kelistrikannya, terlebih dahulu kita harus menentukan diagram pneumatik, kemudian kita dapat menyusun diagram kelistrikan dan membuat rangkaian elektroniknya sekaligus *driver* motor dan rangkaian sensornya.



Gambar 3. 17 Diagram Pneumatik

Perencanaan diagram pneumatik ini dimaksudkan untuk menentukan jenis dan jumlah sensor, jumlah *solenoid*, jenis *directional control valve* serta jenis dan kondisi *actuator* yang akan digunakan dalam perencanaan pembuatan alat.



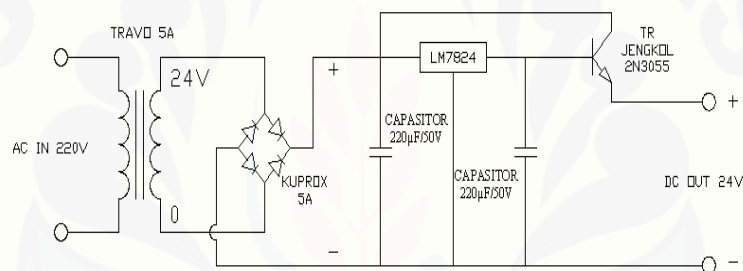
Gambar 3. 18 Diagram Kelistrikan

Diagram kelistrikan dibuat untuk menentukan rangkaian pneumatik yang akan di hubungkan dengan *actuator* pneumatik yang terpasang pada alat. Dalam diagram kelistrikan ini akan terlihat secara detail tentang penggunaan *contact relay* baik kontak NO dan NC untuk mengaktifkan *solenoid* pada silinder pneumatik dan motor penggeraknya. Penentuan jumlah *contact relay* yang digunakan tergantung dari jumlah langkah yang terjadi pada sistem yang direncanakan dan ditambah satu *relay* apabila dalam sistem menggunakan motor, yang berfungsi untuk me *reset* gerakan motor pada posisi awal.

Pada perencanaan mesin pengolah bubuk kertas ini pada dasarnya hanya menggunakan 12 *contact relay* dengan perincian 11 *contact relay* sesuai dengan jumlah langkah kerja sistem dan ditambahkan satu *relay* untuk me *reset* gerakan motor, tetapi pada kasus ini di tambahkan lagi tiga *contact relay* untuk mengembalikan gerakan ketiga motor pada saat sistem kerja rangkaian di *reset* tanpa harus menunggu teraktuasinya sensor (S3) sebagai acuan *start* awal dari sistem.

3.3.3.2 Power Supply

Rangkaian *power supply* pada alat ini terdiri dari *transformator*, penyearah dan *regulator*. Keluaran dari *transformator* masih berupa tegangan bolak-balik. Oleh karena itu untuk menyearahkan tegangan digunakan dioda, agar tegangan yang dikeluarkan sesuai kebutuhan, maka digunakan *regulator*.



Gambar 3. 19 Rangkaian *Power Supply* 24VDC

Rangkaian *regulator* ini berfungsi sebagai pengubah tegangan AC menjadi tegangan DC, artinya tegangan keluaran dari penyearah (*rectifier*) tidak selalu sama dengan apa yang dibutuhkan maka dibutuhkan suatu rangkaian *regulator* untuk menstabilkan tegangan output tersebut sehingga keluaran yang dibutuhkan sesuai dengan apa yang diinginkan. *Regulator* yang digunakan pada alat ini menghasilkan *output* sebesar 24 Volt DC yang digunakan untuk memberi *supply* tegangan dan mengaktifkan *contact relay*.