BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian Mochamad Asrofi dkk, yang dilakukan dengan survey untuk mengetahui secara nyata kondisi permasalahan terkini pada mitra Poklahsar Mandiri banyuwangi. Bentuk survei yaitu diskusi kecil yang menampung masukan dan masalah utama pada kelompok usaha ini. Hasil dari diskusi tersebut adalah membuat alat sablon plastik kemasan. Alat yang dihasilkan dapat memproduksi kurang lebih 30 – 35 lembar plastik sablon per jam sesuai dengan logo cetakannya[2]. Pada penelitian ini alat masih menggunakan proses manual menggunakan tenaga manusia

Pada penelitian Adit Hidayatullah dkk, yang dilakukan dengan metode *research and development* untuk alat sablon semi otomatis cup plastik. Mesin sablon semi otomatis cup plastik ini menggunakan besi hollow 40x40mm sebagai rangka, besi siku dan besi u sebagai tempat dudukan screen, plat dan poros sebagai dudukan rakel dan kayu sebagai mandrel (molding) untuk dudukan cup plastik. Hasil untuk satu kali percobaan membutuhkan waktu 10 detik[3]. Pada penelitian ini alat menggunakan alat alat listrik konvensional.

Pada penelitian Muhammad Ilyas Azhari yang membuat alat press sablon topi menggunakan sistem pneumatik dengan silinder SC63X250, didapatkan hasil untuk 1 kali pengerjaan sablon dengan mesin press sablon

memerlukan waktu 12 detik. Pada alat ini masih menggunakan alat alat listrik konvensional [4].

Pada penelitian Rifki Purnomo dengan judul optimasi perancangan mesin sablon cup dua warna semi otomatis, didapatkan hasil kerja alat berdasarkan kapasitas dan hasil produksi mesin yaitu 150 cup per jam[5].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Adiarto dkk, yang menggunakan PLC outseal sebagai control pada alat penutup dan pengunci tutup botol otomatis berbasis plc pada mesin filling bottle. Hasil pengujian sistem keseluruhan menunjukkan bahwa sistem pengisian, penutupan, dan penguncian tutup botol berbasis pneumatik yang dikendalikan oleh PLC berfungsi dengan baik. Ketika limit switch aktif, motor DC pada konveyor akan menggerakkan botol ke stasiun pengisian, kemudian ke stasiun penutupan dan penguncian tutup botol. Sensor photoelektrik akan mendeteksi keberadaan botol dan mengirim sinyal ke PLC untuk menghentikan sementara motor DC konveyor dan mengaktifkan katup solenoid pneumatik untuk melakukan proses pengisian dan penutupan serta penguncian tutup botol. Waktu yang diperlukan untuk mengunci tutup botol hanya sekitar 3-4 detik per 4 botol, di mana sistem ini memproses 4 botol sekaligus[6].

Pada penelitian yang dilakukan penulis yaitu membuat alat sablon untuk plastik dan kertas dengan pneumatik berbasis PLC outseal. Yang diharapkan dapat membantu masyarakat khususnya UMKM dibidang percetakan.

2.2 Landasan Teori

Pneumatik berasal dari kata Yunani "*pneumatikos*", yang berarti udara atau angin. Sistem *pneumatik* adalah sistem yang memanfaatkan energi yang disimpan dalam udara yang telah dipadatkan untuk melakukan suatu pekerjaan atau tindakan[7]. Pada dasarnya cara kerja dari sistem *pneumatik* yaitu, udara yang dimampatkan dan di hisap secara paksa kedalam ruang kecil sehingga akan menyimpan energi yang siap digunakan. Berikut ini merupakan keuntungan dan kekurangan menggunakan sistem pneumatik.

A. Keuntungan penggunaan pneumatik

1. Mudah digunakan.
2. Temperatur yang fleksibel dalam penerapanya.
3. Memiliki daya dorong yang cepat, dan kecepatanya mudah diatur.
4. Pada *solenoid valve* dan silinder pneumatik cenderung lebih bersih tanpa adanya zat kimia,karena sistem pneumatik bekerja menggunakan tekanan udara dan sedikit lubrikasi oli.

B. Kekurangan menggunakan pneumatik

1. Mudah terjadi kebocoran pada tekanan udara.
2. Menimbulkan suara bising.
3. Mudah mengembun.
4. Diperlukan peralatan yang menghasilkan udara yang bertekanan dengan harga relatif mahal.

2.2.1 Sablon

Sablon adalah sebuah teknik untuk mencetak pola atau tulisan diatas bahan dengan bentuk gambar atau huruf dan angka yang kita kehendaki[8]. Kualitas hasil sablon memegang peranan penting dalam keseluruhan prosesnya, sebab desain yang dihasilkan melalui teknik sablon mampu memberikan tampilan yang jelas dan detail, dengan warna yang tidak hanya tahan lama tetapi juga tidak mudah luntur. Keandalan warna dan kejelasan desain ini memiliki dampak signifikan terutama dalam konteks pemasaran, di mana upaya untuk menarik perhatian konsumen membutuhkan produk yang menonjol secara visual. Oleh karena itu, memastikan kualitas sablon yang optimal menjadi hal yang sangat penting dalam strategi pemasaran, karena hal ini memastikan produk menarik perhatian dan dapat bersaing di pasar yang kompetitif

Produk sablon memiliki keunggulan jika produsen dapat memberikan kualitas atau keunggulan dalam desain dan kualitas serta memungkinkan sablon dengan harga yang terjangkau atau relatif ekonomis bagi dompet pembeli, maka produk akan ditampilkan kepada konsumen. memberikan minat dan rasa terhadap produk yang dihasilkan agar mampu bersaing di pasaran dan dalam usaha sablon yang dijalankan agar dapat mengembangkan dan membuka lapangan kerja serta bertukar pengalaman dan pengetahuan untuk ingin lebih

banyak dunia sablon untuk masyarakat pelajari tentang dunia teknologi sablon.

Ada beberapa komponen yang digunakan untuk melakukan proses sablon antara lain, yaitu:

A. Screen Sablon Atau Kain Screen

Sablon adalah metode cetak yang digunakan untuk membuat cetakan pada bahan tertentu. Proses ini melibatkan penggunaan layar yang dipilih berdasarkan tinta dan bahan yang akan digunakan. Layar ini terbuat dari bingkai kayu yang dilapisi dengan kain layar yang terbuat dari nilon atau poliester, yang digunakan untuk mentransfer gambar atau desain ke objek yang disaring[9].

Terdapat tiga jenis screen sablon berdasarkan tigkat kerapatan atau kepadatan mesh.

1. Jenis Screen Kasar Dengan Ukuran 48T-90T

Jenis screen ini memiliki lubang pori-pori yang besar sehingga hasil cetak transfer tinta lebih tebal. Berikut merpukan kegunaan jenis screen ini, antara lain:

- Screen 48 T – 55 T untuk mencetak sablon pada sprei kasur, karung, handuk, dan selimut.
- Screen 62 T untuk mencetak sablon dengan gambar-gambar timbul seperti pada lem stiker dan kaos.

- Screen 77 T digunakan untuk mencetak sablon pada media kaos dan untuk sablon spanduk.

- Screen 90 T digunakan untuk mencetak sablon timbul dengan motif halus, kaca, serta bahan tekstil.

2. Jenis Screen Sedang (120 T-150 T)

Screen sedang pada umumnya mempunyai lubang pori yang sedikit rapat. Biasanya penggunaan screen sedang untuk menyablon bahan atau kaos yang tidak terlalu menyerap cat, seperti karton, kulit imitasi halus, kayu, dan stiker. Adapun jenis-jenis screen sedang yang dapat digunakan berdasarkan pada fungsinya:

a. Screen 120 T digunakan untuk mencetak sablon pada kulit imitasi, kayu, kertas karton, dan logam halus.
b. Screen 150 T dipakai untuk mencetak sablon pada mika, imitasi dan kertas.

3. Jenis Screen Halus (165 T-200 T)

Jenis screen halus lubang pori-porinya lebih kecil lagi daripada kedua jenis screen yang sudah dijelaskan sebelumnya. Dengan pori-pori yang sangat kecil ini, ternyata cukup rapat sehingga hanya dapat digunakan untuk menyalurkan tinta dengan jumlah yang sedikit. Penggunaan screen halus ini dapat dikategorikan menjadi tiga apabila dilihat dari ukuran dan kegunaannya:

a. Screen 165 T untuk mencetak sablon pada kertas dengan daya serap yang rendah.
b. Screen T I65 ini dapat digunakan untuk menyablon plastik, logam dan kaca.
c. Screen 180 T digunakan untuk mencetak sablon dengan media plastik serta bahan lain yang mempunyai tekstur halus.
d. Screen 200 T dapat Anda gunakan untuk mencetak sablon pada media kaca.

Gambar 2. 1 *Screen* sablon

B. Cairan Perekat Film

Afdruk adalah larutan kimia yang digunakan untuk melapisi kain pelindung. Terdiri dari dua larutan yang harus dicampur: larutan kental (emulsi) yang berperan menutup pori-pori, dan larutan sensitif yang biasa disebut potasium (sensitizer/SR) yang sensitif terhadap cahaya. Ketika

kedua larutan dicampur, terjadi reaksi kimia dan lapisan emulsi mengeras jika terkena cahaya. Oleh karena itu, proses pencampuran dan pelapisan screen sebaiknya dilakukan di tempat yang terang atau gelap, tergantung kebutuhan prosesnya[10].

Melalui proses fotokimia ini, lubang muncul pada lapisan sablon ditutupi lotion sementara bagian lainnya tetap terbuka ehingga bisa membuat lubang bermotif. Tinta akan mengalir ke media cetak layar melalui lubang ini.

Gambar 2. 2 Cairan perekat film

C. Tinta sablon

Tinta adalah komponen kunci dalam proses sablon yang digunakan untuk mencetak gambar visual pada permukaan kain yang akan disablon[10]. Terdapat dua jenis tinta sablon berdasarkan bahan campuranya yang berupa air dan minyak. Tinta yang menggunakan bahan campuran air digunakan untuk media cetak yang memiliki pori-

pori besar, sedangkan tinta yang menggunakan campuran minyak digunakan untuk media yang berpori-pori kecil.

Gambar 2. 3 Tinta sablon

D. Pembersih screen

Setelah proses sablon telah selesai dan desain pada screen tidak digunakan lagi, supaya screen bersih tanpa adanya desain dan cairan perekat film atau obat afdruk agar dapat dipakai untukdesain lainya, maka adanya langkah pembersihan pada screen sablon dengan menggunakan beberapa cairan kimia yang tersedia di pasaran, adapun dengan langkah sederhana hanya menggunakan sabun pemutih yang dioleskan dan direndam beberapa saat kemudian disemprot menggunakan air yang bertekanan.

Gambar 2. 4 Bayclin

E. Rakel

Rakel adalah perangkat yang digunakan untuk menghapus dan mendorong tinta dari layar ke permukaan bahan yang disaring. Rakel terbuat dari bahan karet tetapi pada pegangan rakel ada yang terbuat dari kayu dan almunium. Terdiri dari lima jenis rakel yang berdasarkan fungsinya masing-masing rakel dapat mempengaruhi hasil cetak, antara lain:

1. Rakel lancip

Rakel ini memiliki dua sisi miring yang simetris dengan ujung yang tajam atau lancip. Bentuk lancip ini bertujuan untuk memastikan tinta yang ditekan dapat menghasilkan gambar yang detail dan jelas, terutama saat digunakan untuk mencetak sablon foto orang dengan format raster.

2. Rakel ujung tumpul

Bagian datar dari rakel dirancang untuk menyebarkan tinta lebih luas dan merata saat ditekan. Rakel jenis ini biasanya digunakan untuk mencetak sablon pada kain parasut atau keramik, tetapi juga dapat digunakan dalam proses produksi tekstil.

3. Rakel kotak

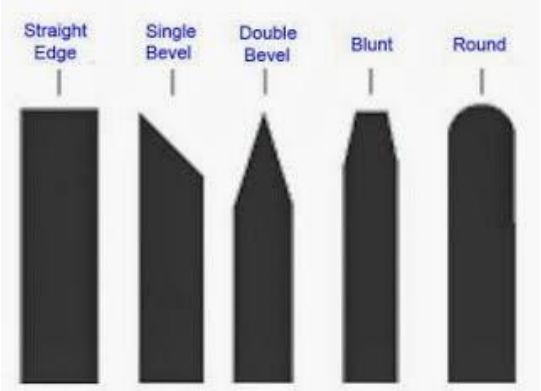
Rakel ini sering digunakan untuk mencetak sablon pada kertas berpermukaan kasar atau bahan tekstil. Selain itu, rakel ini juga cocok untuk mencetak sablon pada permukaan plastik yang membutuhkan kualitas gambar yang lebih presisi.

4. Rakel miring

Rakel jenis ini memiliki satu sisi permukaan miring, mirip dengan rakel lancip, namun hanya pada satu sisi saja. Rakel jenis ini lebih sering digunakan pada mesin sablon. Secara keseluruhan, hasil cetakan yang dihasilkan hampir sama dengan rakel lancip.

5. Rakel bulat

Ujung rakel yang bulat dirancang agar mampu mengambil dan menyapu tinta dalam jumlah yang besar dan tebal. Rakel jenis ini biasanya digunakan untuk mencetak sablon dengan tinta berwarna kontras atau terang.



Gambar 2. 5 Jenis – jenis rakel

F. Hand sprayer

Digunakan untuk menyemprotkan air pada screen untuk menyemprotkan air setelah proses penyinaran meja afdruk dan pembersihan screen setelah selesai Silakan gunakan cairan pembersih sebelum digunakan. Bisa juga menggunakan langkah sederhana dengan cara menggunakan *bottle sprayer* atau semprotan burung.

Gambar 2. 6 *Bottle spayer*

G. Meja afdruk

Proses afdruk merupakan proses fotokimia atau radiasi dimana obat afdruk yang dioleskan pada layar untuk membuat pola pada layar. Selain menggunakan cara sederhana hanya menggunakan penyinaran mata hari. Apabila tidak mendapat intensitas cahaya matahari, maka dapat menggunakan meja kerja dengan penyinaran bohlam dengan jenis bohlam TL, bohlam jari, dan bohlam LED. Tetapi lama proses afdruk ditentukan oleh intensitas cahaya dari lampu yang menerangi screen.

Gambar 2. 7 Meja afdruk

2.2.2 Solenoid Valve Pneumatic

Solenoid valve pneumatic adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakan plungeryang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC [11]. Katup solenoid berfungsi sebagai penggerak piston yang dapat dirgerakan jika dialiri arus listrik, katup solenoid memiliki lubang buang dan lubang masuk. Pada lubang buang yang berfungsi sebagai tempat tekanan angin keluar dari *silinder pneumatic*

karena udara bertekanan yang terjebak didalam silinder pada saat perpindahan posisi plunger ketika katup solenoid bekerja. Lubang masuk yang berfungsi sebagai masukan suplay udara bertekanan masuk. Berikut merupakan gambar prinsip kerja katup *solenoid*. Pada gambar 2.8 merupakan contoh dari solenoid valve pneumatic.

Berikut ini pada gambar 2.9 merupakan langkah kerja secara sederhana pada *valve pneumatic* beserta keterangan bagian – bagian komponen pada sistem kerja katup *solenoid*, yang ditunjukan sebagai berikut:

A. Udara bertekanan masuk.
B. Diafragma katup.
C. Ruang tekanan.
D. Jalur keluar tekanan.
E. Solenoid.
F. Udara bertekanan keluar.

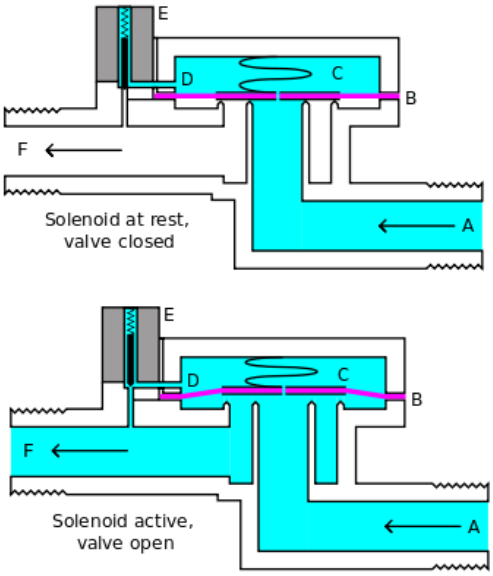
Spesifikasi dari *solenoid valve pneumatic* yang digunakan dapat dilihat dari Tabel 2.1 [12] **.**

Tabel 2. 1 Spesifikasi solenoid valve

Merek	**AIRTAC**
Tipe	4v210 08, lubang 2/5
voltage	24 VDC

Tekanan kerja	0,8 mpa – 8 bar
Daya	3.0 watt

Gambar 2. 8 *Solenoid valve*



Gambar 2. 9 Cara kerja *solenoid valve*

2.2.3 Air Service Unit

Filter regulator lubricator merupakan indikator dan kontrol tekanan udara yang akan masuk pada katup solenoid, serta berfungsi sebagai penyaring atau memfilter udara yang akan masuk kedalam sistem *pneumatic* supaya tidak tercampur air yang berasal pada kompresor sehingga pada sistem *pneumatic* tidak mengalami karat pada bagian solenoid maupun didalam silinder *pneumatic*. Dengan pressurenya yang mencapai 10 bar, sedangkan maksimal pressure kompresure hanya mencapai 8 bar. Sehingga Air service unit sangat cocok untuk digunakan[13]. Sehingga dapat diperlihatkan pada gambar 2.10.

Gambar 2. 10 Filter regulator lubricator

Spesifikasi *air service unit* [14] adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Spesifikasi air service unit

Merek	AIRTAC
Tipe	AFC2000
Rentan tekanan	Otomatis = 0.15 – 0.9 Mpa Manual = 0.05 – 0.9 MPa
Daya saring	40 µm

2.2.4 Silinder *Pneumatic*

Silinder *pneumatic* merupakan komponen aktuator yang sering kali digunakan dalam dunia industri, digunakan sebagai penggerak linier. Dengan desain yang kompag dan kokoh, harga relatif lebih terjangkau, mudah dipasang atau ditempatkan, serta memiliki gerak yang cepat. Dalam penerapanya, silinder *pneumatic* digunakan sebagai berikut :

1. Pencengkraman.
2. Pergeseran.
3. Pengaturan posisi.
4. Pengaturan benda kerja
5. Sering kali digunakan dalam pengaplikasian dalam robotika.

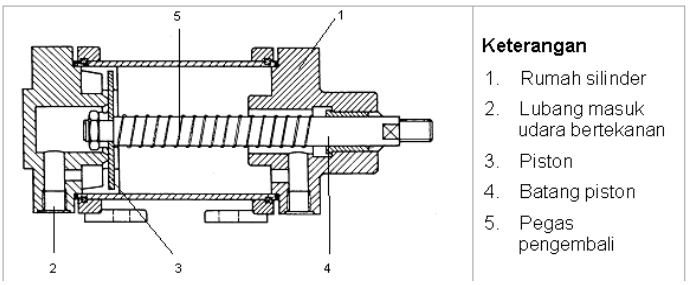
Berikut pada gambar 2.11 merupakan contoh silinder pneumatic.

Gambar 2. 11 Silinder *pneumatic*

Pada sistem kerja silinder pneumatic terbagi menjadi dua, yaitu sistem kerja tunggal dan sistem kerja ganda. Berikut merupakan penjelasan mengenai sistem kerja tunggal dan sistem kerja ganda.

A. Sistem kerja tunggal

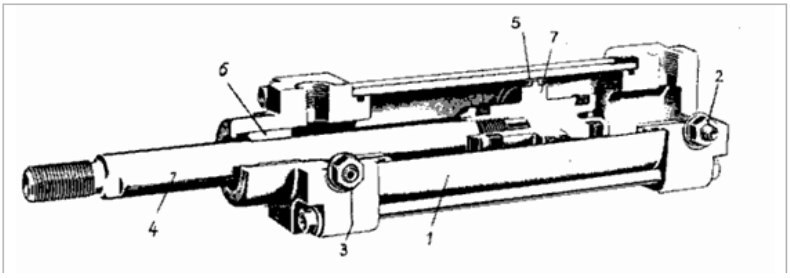
Jenis silinder ini, hanya memiliki satu buah lubang udara bertekanan masuk. Sehingga silinder bekerja tunggal atau hanya mendorong piston dalam satu arah (batang piston keluar), untuk kembali ke posisi semula maka ada komponen tambahan berupa pegas pada sisi lain piston[15].



Gambar 2. 12 Kontruksi silinder kerja tunggal

B. Sistem kerja ganda

Pada silinder kerja ganda terdapat 2 output, sehingga menghasilkan maju dan mundur pada pistonya. Pada saat posisi piston kembali masuk, menghasilkan gaya dari permukaan batang piston saat arah maju, sedangkan pada bagian permukaan piston saat arah mundur udaranya terbuka ke atmosfir[13]. Dapat diperlihatkan pada gambar 2.13 sebagaimana kontruksi silinder kerja ganda.



Keterangan :	
1. Batang / rumah silinder	5. Seal
2. Saluran masuk	6. Bearing
3. Saluran keluar	7. Piston
4. Batang piston	

Gambar 2. 13 Kontruksi silinder kerja ganda

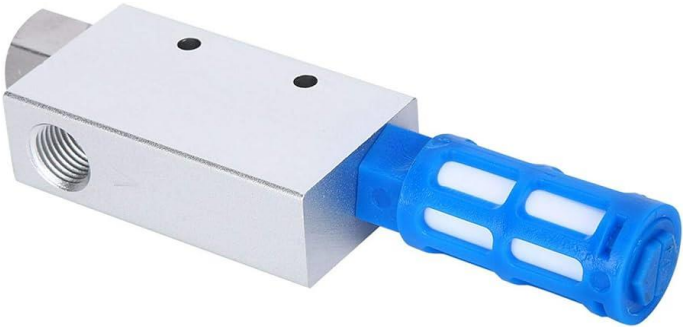
Berikut merupakan spesifikasi silinder pneumatik [16] [17].

Tabel 2. 3 Spesifikasi silinder pneumatik

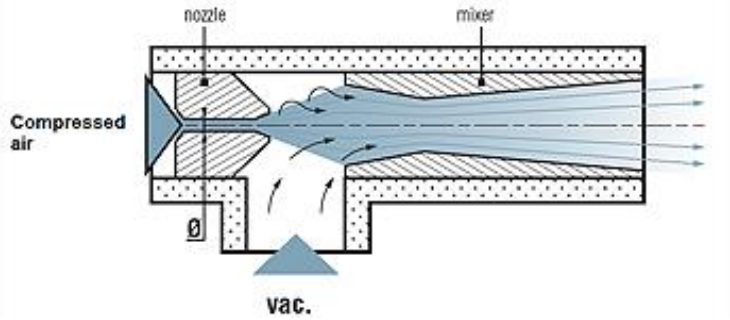
Merek	AIRTAC
Tipe	Double acting atau silinder kerja ganda
Model	e. Standar f. compact
Rentan tekanan	0.1 – 1.0 Mpa (standar)
Kecepatan mm/s	g. 30-800 (standar) h. 30 – 500 (compact)
Bore/stroke	i. 32/100 mm (standar) j. 16/10 mm (compact)

2.2.5 Vacum Ejector Atau Vacum Valve

Vakum, yang berarti (kosong), adalah suatu kondisi dimana adanya perubahan daya tiup menjadi daya hisap, sehingga akan menciptakan sebuah ruang hampa[18]. Cangkir hisap atau suction pad yang terbuat dari karet cenderung mengeluarkan volume permukaan dan ruang atau udara di sekitarnya setelah tekanan berhenti. Setelah cangkir hisap atau suction pad mengeluarkan semua udara, ia menempel pada permukaan benda karena perbedaan tekanan antara atmosfer luar dan tekanan rendah di dalam. Berikut merupakan contoh vacum generator yang ditunjukan pada gambar 2.14 dan pada gambar 2.15 merupakan contoh bagaimana *vacum generator* bekerja.



Gambar 2. 14 *Vacum ejector*



Gambar 2. 15 Cara kerja *vacum ejector*

Berikut merupakan spesifikasi *vacum valve* [19]

Tabel 2. 4 Spesifikasi vacum valve

Merek	**RIH**
Tipe	CV-10 HS
Perpindahan udara	63 L/min
Konsumsi udara	100 L/min
Derajat vakum	-81 kpa
Tekanan yang digunakan	5 bar

2.2.6 Manipulator Vacum Atau Vacum Suction Cup

Vacum suction cup merupakan aktuator yang menghasilkan udara vakum yang dapat digunakan untuk mengangkat benda[20]. *Vacum suction cup* yang terdiri dari *nozzle vacum suction* dan *sucker* (penghisap). Maka *vacum suction nozzle* akan melakukan tekanan vacum yang didasarkan pada semprotan seperti ya diperlihatkan pada gambar 2.8. Sebagaimana udara bertekanan mengalir pada lubang compressed air (1) langsung mengalir ke lubang exhaust (3), sehingga akan membangkitkan aliran hisap pada lubang vacum (2).

Apabila tidak ada udara bertekanan yang masuk pada lubang compressed air (1) maka tidak ada tidak ada aliran hisap yang dihasilkan pada lubang vacum (2). Berikut pada gambar 2.16 merupakan contoh *vacum suction pad* atau *manipulator vacum*.

Gambar 2. 16 Manipulator vakum

2.2.7 Selang Udara

Selang udara yang digunakan saluran distribusi udara bertekanan dari kompresor ke bagian yang membutuhkan. Dengan pemilihan bahan dan diameter selang diperlukan denga tepat, supaya aliran volume udara yang dialirkan maksimal denan beberapa penyesuaian pada ruang tata letak, panjang selang, dan tekanan kerja udara yang perlukan[21].

Berdasarkan uraian diatas, selang merupakan bahan yang mudah digunakan karena selang udara mudah dalam pemasanagn, tidak mudah korosi, elastis, dan harga yang yang sangat terjangkau.

Pada komponen sistem *pneumatik* yang digunakan pada pembuatan alat sablon otomatis ini, menggunakan selang dengan diameter 8mm yang digunakan sebagai line atau jalur ditribusi udara utama, yang dapat diperlihatkan pada gambar 2.17.

Gambar 2. 17 Selang *polyurethane*

2.2.8 *Fitting* Atau Konektor

Fitting atau konektor, memiliki fungsi utama sebagai penghubung selang udara ke antar komponen pada sistem pneumatik. Fitting atau koenktor dibagi menjadi tiga macam, antara lain sebagai berikut:

1. Penyambung katup, digunakan untuk menyambung pipa baja dan tembaga.
2. Penyambung pipa karet, digunakan untuk menyambung pipa karet.
3. Penyambung sistem pipa, yang berfungsi sebagai penyambung dengan dari bahan elastis,karet dan plastik[21].

Pada sistem pneumatik yang digunakan dalam proses pembuatan alat sablon otomatis menggunakan lima jenis fitting dan konektor yang digunakan, antara lain:

1. Fitting speed control, digunakan untuk mengatur debit udara yang masuk kedalam silinder pneumatik.
2. Fitting elbow, digunakan untuk menghubungkan solenoid valve ke silinder pneumatic.
3. Fitting cabang 5, digunakan untuk udara masuk dari kompresor ke solenoid valve.
4. Fitting lurus male, digunakan untuk menyalurkan output dari solenoid valve menuju silinder pneumatik.

5. Fitting lurus female, digunakan pada manipulator vacum untuk menghubungkan ke vacum generator
6. Lurus reducer, digunakan untuk mengbunkan antar selang dengan diameter yang berbeda.

   Dari beberapa uraian diatas dapat diperlihatkan pada gambar 2.18 sebagaimana contoh fitting atau konektor ditunjukan pada gambar dibawah ini.

Gambar 2. 18 *Fitting pneumatic*

2.2.9 Conveyor

Conveyor merupakan suatu alat atau mesin pemindah barang yang pada umumnya sering digunakan dalam industri perakitan maupun pada indsutri proses yang digunakan sebagai bahan produksi setengah jadi maupun bahan yang sudah jadi ke bagian produksi lainya[22].

Jenis *conveyor* yang digunakan dalam pembuatan alat sablon otomatis ini menggunakan jenis conveyor belt, karena conveyor jenis

belt ini memiliki daya angkut yang besar, desain yang sederhana, serta dalam perawatan sangat mudah, dan memiliki keandalan yang tinggi.

Pada alat sablon otomatis ini menggunakan dua komponen dalam pembuatan *conveyornya*, karena dalam sistem penggeraknya menggunakan sistem *pneumatik* yang mendorong. Adapun komponen yang digunakan yaitu, *belt conveor* dan *roller idler*. Berikut merupakan penjelasan mengenai kedua komponen tersebut.

A. *Belt conveyor*

Belt conveyor merupakan suatu alat atau mesin pemindah barang dari satu tempat ke tempat lainya. *Belt conveyor* sendiri terdari beberapa tumpukan sabuk yang digerakan oleh *roller idler*[22]. Seperti yang ditunjukan seperti pada gambar 2.19 yang merupakan contoh *belt conveyor*.

Gambar 2. 19 *Belt conveyor*

Idler roller merupakan komponen ban berjalan berbentuk silinder yang terbuat dari besi cor, memiliki beberapa fitur sebagai penopang sabuk dan semua material yang dibawanya. Ada dua jenis

roller: *flat roll idler* dan *troughed roll idler*. Yang digunakan sebagai penyangga sabuk *conveyor* dengan tujuan mempermudah pergerakan sabuk *conveyor*[22].

Gambar 2. 20 *Idler roller*

2.2.10 Push button

Push button switch atau saklar tekan merupakan suatu perangkat saklar yang sederhana, saklar tekan berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik, tetapi saklar tekan tidak sama seperti saklar pada umunya yang satu kali tekan langsung terhubung, saklar tekan memiliki sistem tidak langsung terkunci sehingga dibutuh perangkat tambahan yang berupa relay[23].

Push button switch atau saklar tekan dalam melakukan hubungan kontak, saklar tekan memiliki 2 tipe kontak yaitu sebagai berikut:

A. *NO (normally open)*

Dimana pada saat posisi *normally open* terminal kontak masih terbuka atau antar terminal tidak teraliri arus listrik.

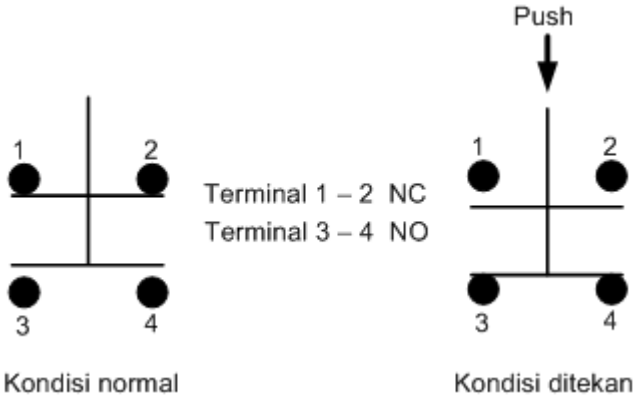
Kemudian jika saklar ditekan maka kedua terminal akan teraliri arus listrik.

B. ***NC (normally close)***

Tipe ini memiliki kebalikan dari *normally open*¸karena posisi awal saklar tekan kedua terminalnya dalam kondisi tertutup sehingga langsung teraliri arus listrik. Kemudian jika saklar ini ditekan maka akan memutus arus listrik.

Dari kedua penjelasan tersebut dapat ditunjukan pada gambar 2.22 sebagai mana prinsip kerja push button *normally open* dan *normally close.*

Gambar 2. 21 *Push button*

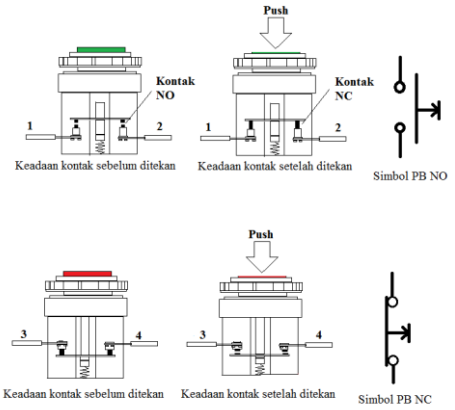


Gambar 2. 22 Prinsip kerja *push button*

2.2.11 Emergency stop switch

Emergency Stop merupakan jenis saklar yang apabila di tekan akan terkunci dan untuk melepasnya harus diputar, disebut *emergency stop* untuk memudahkan pengguna mengetahui fungsi saklar ini yaitu untuk mematikan sistem secara darurat[24]. Pada Gambar dapat dilihat *E-stop* memiliki 2 kondisi yaitu *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO). Untuk keadaan NO, dalam keadaan normal arus listrik yang melewati *e-stop* dalam keadaan terputus. Ketika tombol *e-stop* ditekan, maka arus akan terhubung. Untuk keadaan NC berlaku hal sebaliknya, dalam keadaan normal *e-stop* terhubung dan ketika tombol ditekan maka arus listrik akan terputus. Dalam aplilkasinya, *e-stop* dengan kondisi NC lebih banyak digunakan karena kembali kepada fungsi dari *e-stop* itu sendiri yaitu menjadi kontak *emergency*

pertama yang berfungsi memutus aliran listrik yang bekerja pada mesin ketika dalam keadaan darurat.

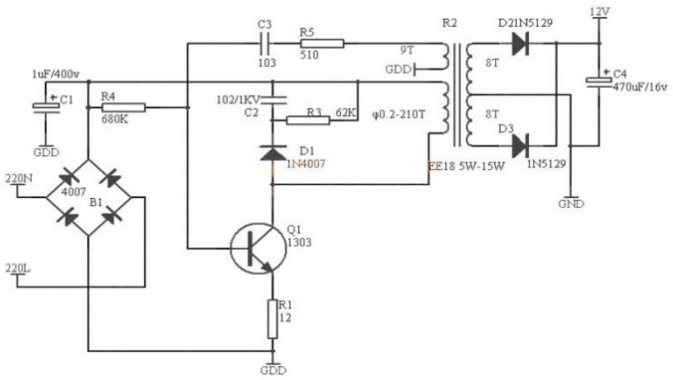


Gambar 2. 23 *Emergency switch stop*

2.2.12 *Power Supply*

Power Supply adalah perangkat yang berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan DC bagi PLC outseal, solenoid valve. Fungsi dasar dari *power supply* adalah merubah tegangan AC menjadi tegangan DC[25]. Daya yang dihasilkan oleh *power supply* ini dijaga konstan agar memberikan suplai yang optimal bagi solenoid valve.

Gambar 2. 24 *Power supply*



Gambar 2. 25 Rangkaian *power supply*

Berikut merupakan spesifikasi pada sistem catu daya yang digunakan [26].

Tabel 2. 5 Spesifikasi *power suplay*

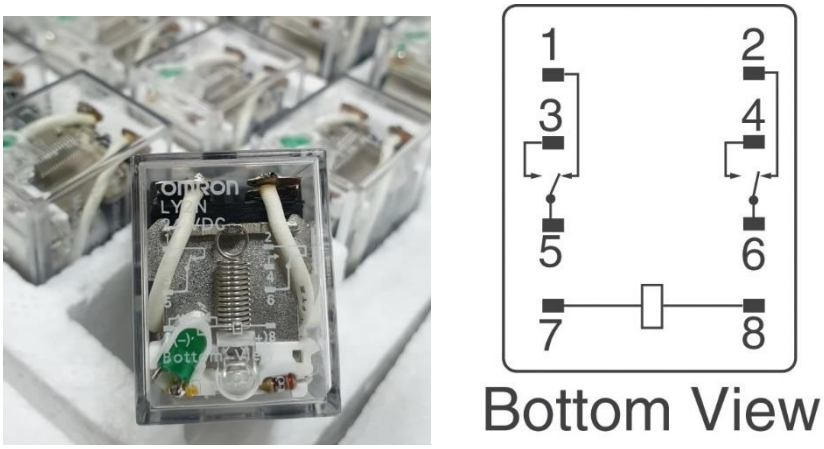
Tegangan input	110 – 245 VAC
Tegangan output	12 VDC
Arus output	20 ampere

2.2.13 Relay LY2N

Relay jenis LY2 dengan 8 pin dari Omron memang sangat berguna sebagai saklar listrik atau switch listrik untuk mengontrol aliran arus listrik. Relay ini didesain untuk mengatur dan mengendalikan daya listrik yang lebih besar dengan menggunakan daya kontrol yang lebih kecil. Dengan menggunakan relay ini, dapat mengalirkan atau memutuskan arus listrik tanpa harus langsung mengoperasikan sirkuit yang besar.[27]

Keunggulan dari relay Omron LY2 ini adalah kualitasnya yang handal dan telah memenuhi standar internasional. Bahan-bahan yang digunakan pada relay ini biasanya telah diuji untuk kehandalan dan keamanan. Selain itu, penggunaannya juga relatif mudah, sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik dan listrik.

Maka dapat menggunakan relay LY2N ini dalam berbagai aplikasi, seperti dalam pengendalian mesin industri, kendali lampu, otomatisasi rumah, sistem keamanan, dan masih banyak lagi. Pastikan untuk mengikuti petunjuk penggunaan yang disediakan oleh produsen agar Anda dapat menggunakan relay ini dengan optimal dan aman.



Gambar 2. 26 Relay LY2N

Berikut merupakan spesifikasi relay LY2N [28]

Tabel 2. 6 Spesifikasi relay LY2N

Tegangan kerja	10 – 24 VDC
Maksimal Arus kerja	10 ampere
Kapasitas *switching*	240 watt

2.2.14 MCB (miniature circuit breaker)

MCB (Miniature Circuit Breaker) adalah suatu perangkat pengaman listrik yang dilengkapi dengan komponen termis bimetal dan relay elektromagnetik untuk melindungi sirkuit dari beban lebih (overload) dan hubung singkat (short circuit). MCB banyak digunakan untuk melindungi sirkuit listrik satu fasa maupun tiga fasa[29]. Terdapat dua pengaman pada MCB yang dijelelaskan berikut ini:

A. Pengaman Termis (*Thermal Protection*)

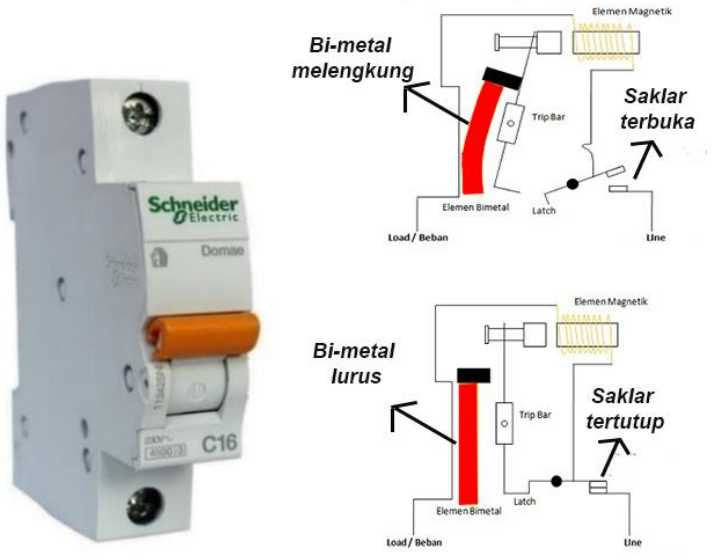
Komponen termis bimetal pada MCB berfungsi untuk melindungi sirkuit dari arus beban lebih (overload). Ketika arus yang melewati MCB melebihi batas amper yang diizinkan untuk jangka waktu tertentu, suhu bimetal akan naik dan menyebabkan pemutusan sirkuit secara termis.

B. Pengaman Elektromagnetik (*Magnetic Protection*)

Relay elektromagnetik pada MCB berfungsi untuk melindungi sirkuit dari hubung singkat (short circuit). Ketika terjadi hubung singkat di dalam sirkuit, arus yang melonjak secara tiba-tiba akan mengaktifkan relay elektromagnetik untuk segera memutuskan sirkuit secara cepat.

MCB untuk sirkuit satu fasa umumnya memiliki satu kutub untuk pemutusan arus, sedangkan MCB untuk sirkuit tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub yang terintegrasi dengan tuas yang disatukan. Jadi, jika terjadi gangguan pada salah satu kutub (misalnya, overload atau hubung singkat), MCB akan secara otomatis memutuskan semua kutubnya untuk melindungi sirkuit secara keseluruhan.

Penggunaan MCB sangat penting dalam instalasi listrik karena mampu memberikan perlindungan yang cepat dan efektif terhadap gangguan pada sirkuit listrik, sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan peralatan atau bahkan risiko kebakaran akibat kondisi berbahaya dalam sirkuit listrik.



Gambar 2. 27 MCB (*miniature circuit breaker*)

2.2.15 Kompresor

Kompresor adalah alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan fluida, seperti gas atau udara, dengan cara memampatkannya. Tujuannya adalah untuk menghasilkan tekanan yang lebih tinggi sehingga fluida tersebut dapat mengalir atau digunakan dalam berbagai proses dalam suatu sistem. Kompresor memiliki peran penting dalam industri, terutama dalam pabrik-pabrik kimia atau industri proses lainnya[21]. Beberapa fungsi utama kompresor dalam konteks industri kimia adalah:

A. Meningkatkan Tekanan

Kompresor bekerja dengan cara mengurangi volume fluida (gas atau udara) yang masuk ke dalamnya, sehingga tekanan fluida tersebut meningkat. Tekanan yang lebih tinggi ini kemudian dapat

digunakan untuk memasok fluida ke dalam sistem reaksi kimia atau sistem lainnya yang memerlukan tekanan tertentu.

B. Suplai Udara atau Gas

Kompresor digunakan untuk menyediakan pasokan udara atau gas dengan tekanan yang diperlukan untuk proses-proses dalam pabrik kimia. Contohnya, udara yang dikompresi dapat digunakan sebagai pasokan udara untuk proses oksidasi atau pembakaran dalam reaktor kimia.

C. Proses Pemisahan

Beberapa proses kimia memerlukan udara atau gas yang dikompresi untuk memfasilitasi pemisahan komponen-komponen gas atau udara. Kompresor membantu meningkatkan tekanan fluida sehingga proses pemisahan dapat berjalan efisien.

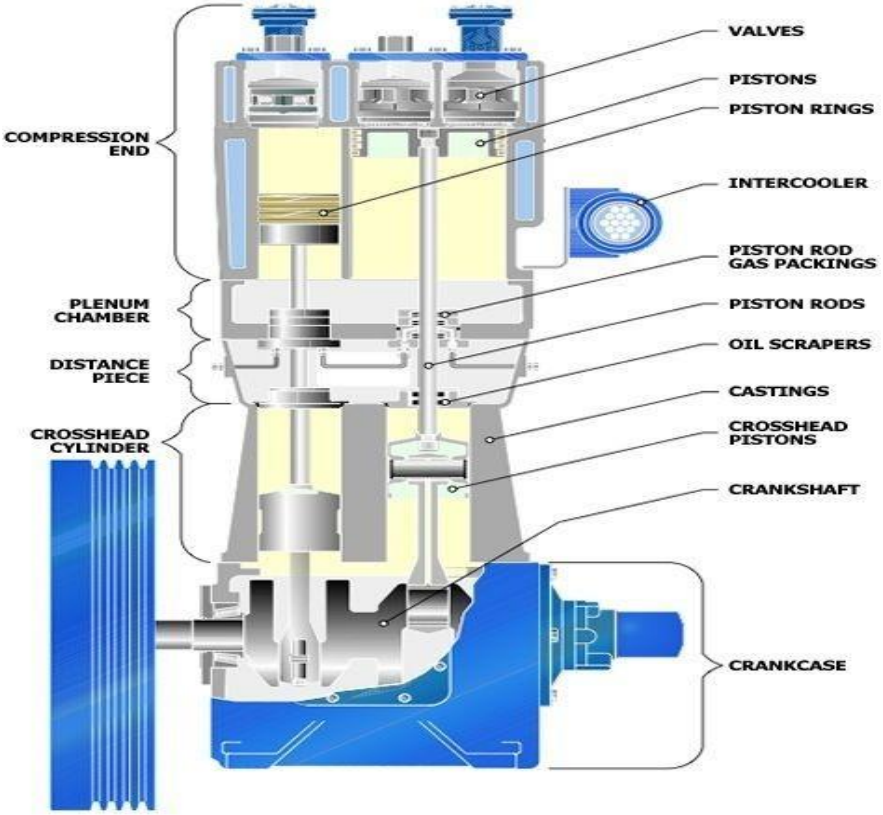
D. Proses Pemompaan

Kompresor juga dapat digunakan sebagai bagian dari sistem pemompaan untuk memindahkan fluida dari satu lokasi ke lokasi lain dalam pabrik kimia.

E. Menggerakkan Proses-Proses Lain

Kompresor bisa juga digunakan untuk menggerakkan proses-proses lain dalam sistem, seperti menggerakkan turbin atau peralatan lain yang memerlukan aliran udara atau gas dengan tekanan tertentu.

Dalam industri kimia, pemilihan jenis kompresor dan desainnya sangat bergantung pada kebutuhan spesifik dari proses kimia yang dilakukan. Kompresor harus dirancang dan dioperasikan dengan hati-hati agar mencapai efisiensi maksimum dan memenuhi persyaratan tekanan dan aliran yang dibutuhkan dalam proses industri.



Gambar 2. 28 Bagian - bagian kompresor

Gambar 2. 29 Kompresor

Berikut merupakan spesifikasi dari kompresor yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.7 [30]

Tabel 2. 7 Spesikasi kompresor

Merek	IZUMI
Daya	550 watt atau 0,75 HP
Tekanan kerja	8 bar
Kecepatan	1450 rpm
Volume tangki	9 liter

2.2.16 Electric Power Window

Electric power window atau motor *power window* merupakan suatu rangkaian mekanik dan elektronika atau bisa disebut sebagai mekatronika, motor power window biasa digunakan untuk membuka atau menutup jendela pada kendaraan bermobil yang terledak pada bagian dalam pintu[31]. Pada *project* ini motor power window digunakan sebagai penggerak conveyor.

Gambar 2. 30 Motor *power window*

Berikut ini merupakan spesifikasi motor power window [32].

Tabel 2. 8 Spesifikasi motor power window

Tegangan	12 VDC
Torsi	30 kg
Kecepatan	90 rpm
arus	9 ampere

2.2.17 Sensor *proximity*

Sensor proximity adalah alat atau perangkat yang dapat mendeteksi perubahan jarak pada suatu benda. Namun proses tersebut terjadi dengan tanpa adanya kontak fisik. sensor jarak di Indonesia juga familiar dengan istilah sensor jarak[33]. Terdapat tiga jenis sensor proximity, antara lain:

A. Inductive proximity

Sensor ini bekerja berdasarkan adanya benda logam yang terdeteksi, karena sensor ini menggunakan prinsip osilator

sehingga akan membangkitkan medan magnet dengan frekuensi yang tinggi jika adanya sumber tegangan. Sebagai contoh, sensor ini digunakan pada *metal detector.*

B. Capacitive proximity

Sensor jenis ini mampu bekerja mendeteksi benda logam maupun benda yang non logam, karena sensor ini memiliki sistem kerja mengukur perubahan kapasitas medan listrik pada kapasitor karena adanya suatu objek yang mendekat. Sebagai contoh, sensor ini dipakai pada bumper belakang mobil, sehingga dapat memudahakan pengemudi pada saat memakirkan mobilnya pada area belakang yang tidak terlihat.

C. Optic proximity sensor

Sensor ini bekerja karena adanya objek cahaya seperti *infra red*. Sensor ini terdiri dari sebuah receptor dan cahaya yang mendeteksi sebuah benda dengan cara memantulkan cahaya atau *refreksi*. Tetapi sensor ini memiliki sebuah kelemahan yaitu, pada bagian lensa terkadang terdapat kotoran, sehingga timbul pada saat refleksi akan terganggu pada saat orientasi objek. Sensor jenis ini umumnya digunakan pada handphone layar sentuh, sensor ini akan otomatis mengunci layar pada saat bersentuhan dengan telinga.

Gambar 2. 31 Jenis – jenis sensor *proximity*

Berikut merupakan spesikasi dari sensor *proximity* infrared E18-D80PK [34]

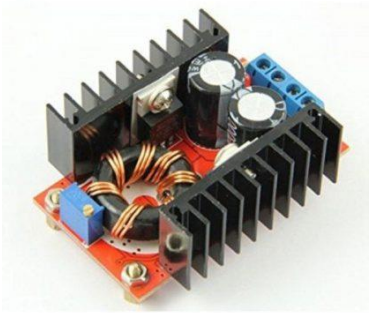
Tabel 2. 9 Spesifikasi sensor *proximity*

Tegangan input	5 VDC
Konsumsi arus	25mA – 100mA
Tipe	PNP
Pembacaan jarak	3 – 80 cm

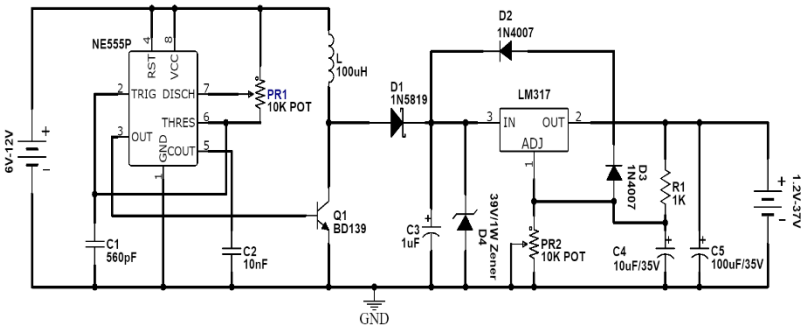
2.2.18 Modul Step Up

Modul step up merupakan komponen elektronika yang nilai outputannya bisa diatur menjadi lebih besar dari tegangan inputnya[35]. Converter DC – DC ini memiliki nilai yang dapat disesuaikan yaitu suplay converter, tegangan input dan output, frekuensi dan lain lain. Fungsi modul ini adalah menaikan tegangan yang dihasilkan menjadi tegangan yang memiliki nilai outputan tinggi.

Sebagai penguat, modul ini digunakan pada alat sablon karena power suplly yang digunakan dari segi tegangan kurang memadai sehingga dibutuhkan modul ini untuk menaikan tegangan. Gambar 2.32 menunjukkan bentuk modul ini, yang dikenal sebagai pengubah DC-DC step up dari pengubah DC-DC step up boost power.



Gambar 2. 32 Modul step up

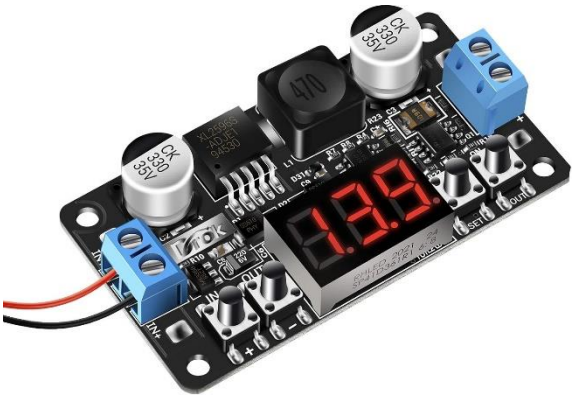


Gambar 2. 33 Rangkaian Modul Step Up

2.2.19 Modul Step Down

Modul step down adalah konverter DC yang berfungsi menurunkan tegangan. Prinsip kerjanya menggunakan kendali pensaklaran melalui MOSFET dan dioda untuk mengatur arus

berdasarkan duty cycle yang diinginkan[36]. Pada alat sablon ini menggunakan LM 2596 yang mempunyai Keunggulan tegangan outputnya tetap stabil meskipun tegangan inputnya tidak stabil. Tampilan dan spesifikasi dari modul step down LM 2596 bisa di lihat pada gambar 2.34 dan tabel ()



Gambar 2. 34 Modul step down LM 2596

Tabel 2. 10 Spesifikasi LM 2596

No	Spesifikasi LM 2596	
	Spesifikasi	Keterangan
1.	Input DC	3,2 V – 46 V
2.	Output DC	1,25 V – 35 V
3.	Arus Maksimal	3A
4.	Efisiensi Step Down	92%
5.	Output ripple	30mV
6.	*Switching frequency*	65KHz
7.	Operating Temperature	45° - 85° C
8.	Dimensi	43 x 21 x 14 mm
9.	Berat	0,08 kg

2.2.20 Relay

Modul relay adalah merupakan komponen elektromechanical yang terdiri dari dua bagian utama: elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/switch). Relay ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik bertegangan lebih tinggi[37]. Bentuk dari relay dapat di lihat pada gambar 2.35

Gambar 2. 35 Relay

2.2.21 Kipas

Kipas berfungsi sebagai pengering pada media yang selesai melewati proses sablon. Kipas ini tidak masuk kedalam program PLC namun langsung mendapat tegangan dari power supply. Gambaran dari kipas bisa di lihat pada gambar 2.36

Gambar 2. 36 Kipas

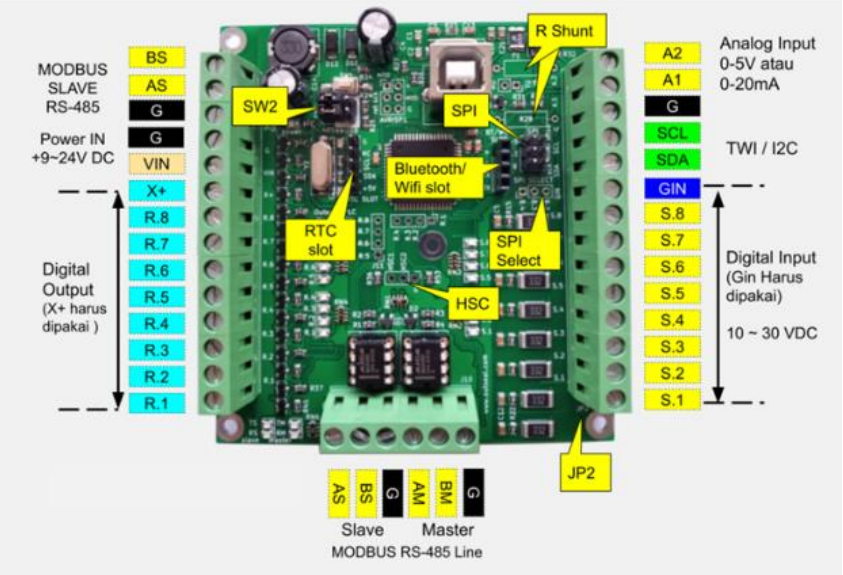
2.2.22 PLC (Programmable Logic Controller)

PLC (*Programmable Logic Controllers*) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi PLC menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan di desain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi - instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog[38]. Salah satu contoh PLC dapat dilihat pada Gambar 2. 37

Gambar 2. 37 PLC

A. PLC Outseal

PLC Outseal adalah inovasi komputerisasi yang dapat dilibatkan seperti PLC secara keseluruhan. Kelebihan dari Outseal PLC adalah hasil konfigurasi kendali rasional yang dikirim dari PC ke peralatan PLC dapat di-embed sepanjang waktu sehingga sambungan USB dapat dicabut dan selanjutnya PLC Outseal dapat mengerjakan hasil konfigurasi kendali rasional secara bebas tanpa dikaitkan dengan PC [39]. Outseal PLC merupakan inovasi robotik yang dikembangkan oleh anak negeri. Konfigurasi kontrol dasar PLC Outseal memerlukan pemrograman yang disebut Outseal Studio. Ini juga berasal dari Outseal. Outseal Studio berfungsi sebagai pemrograman visual menggunakan grafik tangga. Pada pengerjaan alat ini menggunakan PLC Outseal Mega V2, dapat dilihat pada gambar 2.38 dan spesifikasi pada tabel 2.



Gambar 2. 38 PLC outseal

Tabel 2. 11 Spesifikasi PLC Outseal Mega V.2 Slim

NO	Spesifikasi	Ouseal Mega V.2 Slim
1	*Digital Input*	8pin
2	*Digital Output*	8 pin
3	*Analog Input*	2 pin
4	Jalur komunikasi MODBUS RTU Serial RS485 slave	1 pin
5	Jalur komunikasi MODBUS RTU Serial RS485 master	1 pin
6	Hardware timer untuk pwm / high speed counter	2 pin

NO	Spesifikasi	Ouseal Mega V.2 Slim
7	Komunikasi	1 pin jalur komunikasi TWC/12c
8	Komunikasi	1 pin jalur komunikasi SPI
9	Power Supply	12 vdc – 24 vdc
10	Konektor Modul	Bluetooth modul HC-05 / Wifi modul DT-06

2.2.23 Outseal Studio

Outseal Studio adalah software PC (windows) untuk memrogram outseal PLC secara visual menggunakan diagram tangga (ladder diagram)[40]. Software ini dikembangkan oleh anak bangsa sehingga menggunakan bahasa Indonesia sebagai bahasa utamanya yang bisa dilihat pada gambar 2.39.

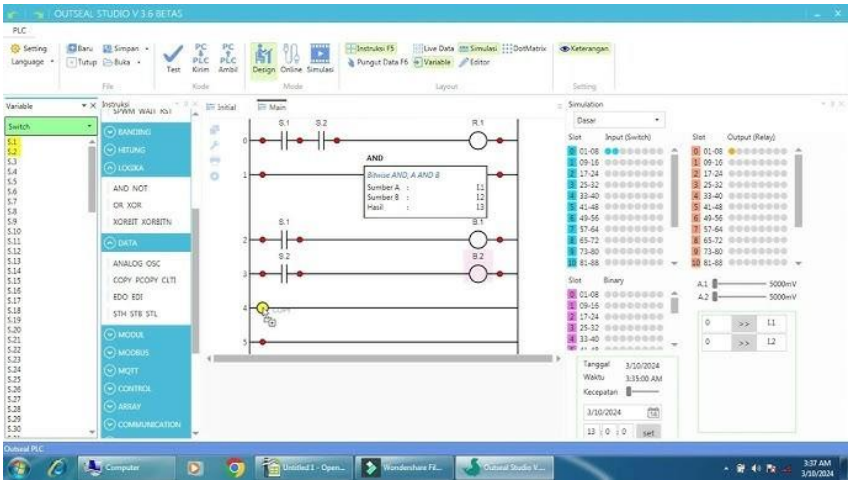
Gambar 2. 39 Outseal studio

Fitur yang disediakan oleh Outseal Studio tidak kalah dengan perangkat lunak komersial, di antaranya:

1. Penggunaan pemrograman visual (diagram tangga).
2. Penyediaan alat simulasi.
3. Kemampuan untuk memantau perangkat keras melalui PC secara real-time.
4. Fasilitas pencetakan diagram tangga ke dalam dokumen PDF.

2.2.24 Diagram Tangga

Diagram tangga atau *ladder diagram* adalah metode sederhana untuk menyusun gagasan rasional dalam kerangka kontrol. Instruksi tersebut disusun secara berurutan dari kiri ke kanan (satu arah) melalui kabel-kabel simulasi, seperti pada rangkaian listrik. Garis besar dari adalah pemeragaan aliran listrik yang melalui penghubung, energi listrik bergerak melalui penghubung dari kiri ke kanan, dalam hal pengarah menghantarkan daya/energi, energi listrik pada pengarah masuk akan membawa energi menuju keluaran atau outputan.



Gambar 2. 40 Ladder diagram

2.2.25 Notasi Variabel

PLC outseal menggunakan dokumentasi variabel yang tidak sama dengan merek PLC lainnya, dokumentasi atau komposisi gambar untuk variabel di studio outseal dapat dilihat pada tabel 2.12 sebagai berikut.

Tabel 2. 12 Notasi variabel

Variabel	Notasi	Keterangan
Digital Input (Hardwarare)	S	Simbol untuk “Switch” (Contact)
Digital Output (Hardware)	R	Simbol untuk “Relay” (Coil)
Digital Memori (I/O) (Software)	B	Simbol untuk “Binary”
Timer	T	Simbol untuk Timer
Counter	C	Simbol untuk counter

Variabel	Notasi	Keterangan
Soft PWM (*Pulse Width Modulation)*	P	Simbol untuk PWM
Date and Time	D	Simbol untuk waktu

A. Switch Nomally Open (NO)

Secara umum, *'normally open'* dalam konteks seperti tombol yang tidak ditekan, yang berarti posisinya terbuka. Dalam PLC, ketika tombol ditekan, ini setara dengan logika *'true'*, dan ketika dilepas sama dengan logika *'false'*. Dalam ladder diagram, energi dialirkan dari sisi kiri komponen, jika komponen mempunyai nilai *true* maka energi tersebut dapat di alirkan seperti pada gambar berikut.

Gambar 2. 41 NO saat program tidak berjalan

Gambar 2. 42 NO saat program berjalan dengan logika "*false"*

Gambar 2. 43 NO saat program berjalan dengan logika "*true"*

B. Switch Normally Close (NC)

Berbeda dengan "*normally closed*", dimana saklar fisik biasanya dalam keadaan tertutup (saklar terhubung) ketika saklar tidak ditekan. Berbeda halnya ketika saklar ditekan, maka energi yang dialirkan akan terputus, hal ini merupakan kebalikan dari panduan saklar terbuka (NO). hal tersebut bisa dilihat pada gambar berikut

Gambar 2. 44 NC saat program tidak berjalan

Gambar 2. 45 NC saat program berjalan dengan logika "false"

Gambar 2. 46 NC saat program berjalan dengan logika "*true*"

C. Output

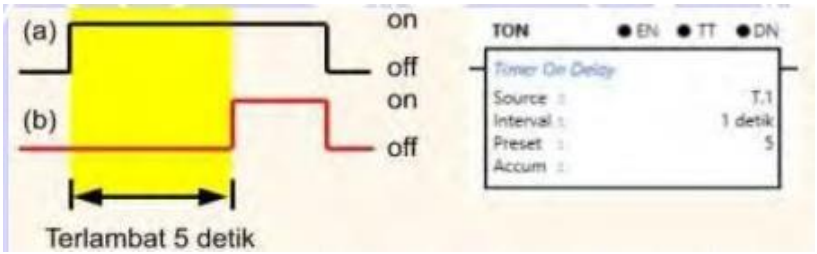
Fungsi instruksi output adalah untuk memasukkan nilai logika *(true/false)* ke dalam data sumber, yang merupakan bit target. Pada dasarnya, ini berarti bahwa variabel target harus berupa B atau R. Selain itu, nilai bit target ditentukan oleh status saluran masuk (aktif/tidak aktif), sehingga ketika saluran masuk diaktifkan, logika true akan ditulis ke bit target. Penting untuk dicatat bahwa kondisi setiap jalur output selalu mengikuti kondisi input, bukan logika bit yang dituju. Dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 2. 47 Output

D. Timer On Delay (TON)

Timer On Delay adalah salah satu dari banyak instruksi yang digunakan untuk menunda (*delay*) perubahan kondisi dari

logika *false* menjadi *true* dalam waktu yang ditentukan. Untuk memudahkan dalam memahami terkait fungsi dari instruksi TON maka berikut adalah Gambar 2. 48 yang menjelaskan fungsi dari TON dimana pada gambar tampak terlambat lima detik semula gambar ketika mengalami pergantian status ke false berubah true.



Gambar 2. 48 Instruksi timmer on

Rentang atau durasi *delay* dapat diatur melalui pengaturan interval dan nilai preset yang telah ditentukan sebelumnya. Interval yang dimaksud adalah unit waktu referensi (*time base*), sedangkan preset merujuk pada jumlah hitungan waktu yang diinginkan. Sebagai contoh, untuk membuat delay selama 5 detik, interval dapat diatur pada 1 detik dan nilai preset diatur menjadi 5, yang berarti delay selama satu detik diulang sebanyak 5 kali. Alternatifnya, untuk mencapai delay yang sama selama 5 detik, interval dapat diatur pada 10 milidetik dengan nilai preset sebesar 500, yang artinya periode 10 milidetik diulang sebanyak 500 kali. Untuk memudahkan dalam memahami terkait fungsi dari instruksi TON maka berikut adalah Gambar 2.48 yang menjelaskan fungsi dari TON dimana pada

gambar tampak terlambat lima detik semula gambar ketika mengalami pergantian status ke *false* berubah *true.*

E. Timer Off Delay (TOF)

TOF adalah sebuah komponen yang berfungsi sama dengan TON hanya saja perhitungan waktu adalah kebalikan dari TON yauti pada saat perubahan kondisi ladder dari true menjadi false