

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Husodo, N (2013) ada 3 fase dalam proses pengelasan yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan diantaranya fase gesekan, penempaan/*upset* dan berhenti. Ditinjau dari penelitian tersebut maka proses pemberhentian/pengereman sangat penting untuk menghasilkan hasil las yang didapat. Proses pengelasan gesek ini dilakukan dengan variasi waktu gesek sebesar 35, 45, 55 dan 65 detik. Sedangkan parameter proses lainnya adalah kecepatan putar 4215 rpm, tekanan gesenya 127,27 kg/cm². Berbeda waktu gesek mempengaruhi kualitas sambungan, dari hasil uji kekerasan dapat disimpulkan bahwa spesimen yang paling ideal dan mempunyai kekerasan paling tinggi adalah spesimen dengan waktu gesek 45 detik.

Sultoni (2016), mempelajari efek tekanan gesek dan waktu gesekan pada penyambungan dissimilar bahan Aluminium Alloy 2024 T4 dan Stainless Steel AISI 420 metode continuous drive friction welding. Waktu yang sangat lama dapat menyebabkan produktivitas menurun saat proses pengelasan. Sementara tekanan gesek yang terlalu besar dapat menyebabkan pemborosan bahan. Sedangkan waktu yang tidak sesuai dapat menyebabkan pemanasan yang tidak merata serta kemungkinan terjadi jebakan oksida di daerah interface. Sehingga pemilihan parameter tekanan gesek dan waktu gesekan menentukan boros atau tidaknya bahan dan hasil dari sambungan tersebut,

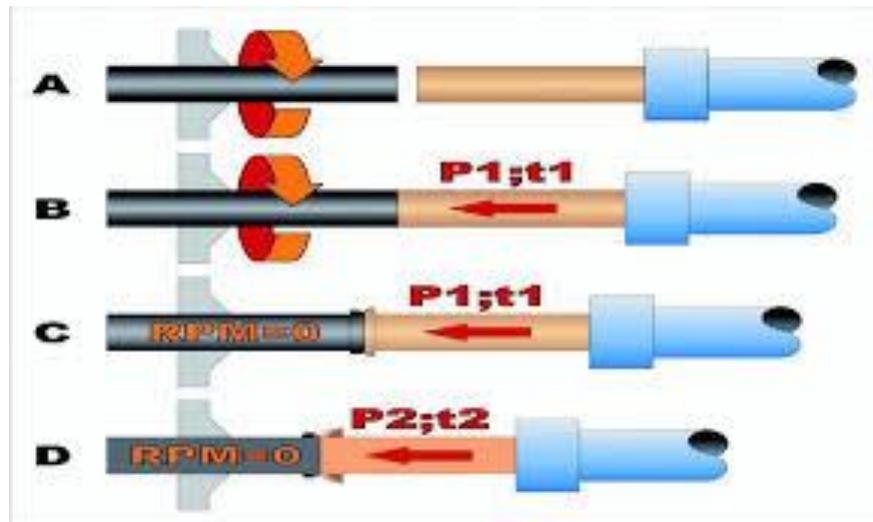
Variasi pada pengujian adalah variasi tekanan. Kalibrasi dilakukan dengan cara penekanan pegas untuk mengetahui besar tekanan yang diberikan dengan penyetelan katup pressure gauge. Proses ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tekanan setiap dilakukan pembukaan katup secara bervariasi.

Magnetic braking bekerja karena adanya arus induksi dan hukum Lenz dimana hukum lenz berbunyi “Arus induksi mengalir pada penghantar atau kumparan dengan arah berlawanan dengan gerakan yang menghasilkannya” atau “medan magnet yang ditimbulkannya melawan perubahan fluks magnet yang menimbulkannya”. Ketika terdapat medan putar sisa setelah catu daya dilepas, medan sisa mengenai rangkaian tertutup yang nantinya akan membuat medan yang arahnya berlawanan. Hal tersebut membuat kecepatan rotor berkurang karena dilawan oleh medan magnet yang terbentuk. Pengereman hanya dapat terjadi ketika rotor dalam keadaan bergerak, sedangkan ketika diam, pada motor tidak terdapat torsi pengereman

2.2 Dasar Teori

Menurut Deutsche Industrie Normen (DIN) definisi las adalah ikatan metalurgi di dalam sambungan logam dan paduannya yang digunakan dalam keadaan lumer atau cair. Pengelasan (welding) adalah salah satu jenis penyambungan logam dengan keadaan mencapai titik lebur logam baik adanya logam tambahan ataupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai pencair logam yang akan dilas (Wiryo Sutomo dan Okumura; 2004). Pada tahun 1950, AL Chudikov (Asosiasi Pengelasan Indonesia), seorang ahli mesin dari Uni Soviet, mengemukakan hasil pengamatannya tentang teori tenaga mekanik

dapat diubah menjadi energi panas. Gesekan yang terjadi pada bagian-bagian mesin yang bergerak menimbulkan banyak kerugian karena sebagian tenaga mekanik yang dihasilkan berubah menjadi panas. Chudikov berpendapat, proses demikian mestinya bisa dipakai pada proses pengelasan. Setelah melalui percobaan dan penelitian dia berhasil mengelas dengan memanfaatkan panas yang terjadi akibat gesekan. Untuk memperbesar panas yang terjadi, benda kerja tidak hanya diputar tetapi ditekan satu terhadap yang lain. Tekanan juga berfungsi mempercepat fusi. Cara ini disebut las gesek (Friction Welding). Dasar pemikiran penelitian pengelasan gesek, adalah penggabungan dua logam melalui gesekan mekanis. Proses pengelasan terjadi pada saat benda kerja yang tidak berputar dikontakkan dengan benda kerja berputar di bawah tekanan konstan atau meningkat secara bertahap, sampai kedua permukaan mencapai suhu pengelasan dan kemudian putaran dihentikan. Pengelasan gesek merupakan proses penyambungan yang memanfaatkan energi panas yang ditimbulkan akibat gesekan dan gaya penekanan pada kedua permukaan yang akan disambung, berdasarkan dari proses pengelasannya, bahwa proses pengelasan gesek mempunyai keuntugankeuntungan yaitu, tidak menggunakan bahan tambah, hasil pengelasan merata seluruh permukaan, dapat untuk pengelasan pada bahan yang berbeda. Penelitian ini akan mengamati pengaruh gaya tekan, kecepatan putar dan waktu kontak pada pengelasan gesek pada baja terhadap kualitas sambungan las, yang meliputi kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro pada HAZ.



Gambar 2.1 Proses Pengelasan (gstatic.com 2018)

Pada proses pengelasan gesek (*friction welding*) terdapat tiga fase tahap pengelasan diantaranya sebagai berikut :

1. Fase gesekan (*Friction phase*)

Pada fase ini perubahan temperatur terjadi karena adanya gesekan antara dua material logam dan membutuhkan waktu yang paling lama dibandingkan fase yang lain.

2. Fase penempaan (*forging phase*)

Fase ini dilakukan ketika material siap tempa karena apabila dilakukan tidak tepat pada temperaturnya maka akan mempengaruhi hasil las dan semakin besar tempaan yang diberikan maka semakin banyak dimensi defmasi plastis (*upset*) pada sambungan material.

3. fase berhenti (*breakin phase*)

proses pemberhentian menjadi faktor utama terjadinya HAZ (daerah terpengaruh panas). Semakin lama proses breaking maka semakin luas adanya HAZ (daerah pengaruh panas).

1.2.1 Las Gesek

Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan pengelasan tanpa menggunakan kawat las/elektroda sehingga bisa dipastikan bahwa sambungan yang diperoleh antara kedua material yang dilas adalah sambungan yang homogen. Selain itu penyambungan poros dengan proses ini dapat meminimalisir bergesernya sumbu dari material yang dilas dapat dilihat pada Suratman (2001). Pengelasan gesek mempunyai banyak kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan proses pengelasan lainnya, diantaranya: tidak memerlukan fluks/selaput las, bahan pengisi/elektroda ataupun gas dalam proses pengelasannya, tidak ada percikan api las ataupun asap yang dihasilkan, tidak ada pencairan sehingga tidak ada cacat solidifikasi yang terjadi (misalnya gas porositas, segregasi atau inklusi terak), dapat menyambung dua buah logam yang berbeda (*dissimilar*) sehingga dapat mengurangi biaya bahan baku dalam aplikasi pengelasan logam yang berbeda dan sebagainya.

Metode pengelasan gesek hanya dalam jenis pengelasan bertekanan dan putaran, proses pengelasan gesek dilakukan dalam keadaan *solid state* di mana tidak ada listrik atau sumber energi lain yang digunakan,

energi panas dihasilkan dengan memanfaatkan adanya gesekan dan tekanan pada permukaan dari bagian yang akan dilas. Pengelasan yang diterapkan yaitu dengan menggunakan panas secara efisien pada daerah las sehingga panas akibat gesekan antar permukaan secara merata pada permukaan yang akan disambung. Selama proses pengelasan, permukaan berada di bawah tekanan dan periode ini disebut tahap pemanasan kontinu dimana material yang disambung mengalami deformasi plastis kemudian kedua material yang disambung menjadi dingin dan membentuk ikatan dalam keadaan padat. *Rotary friction welding* adalah pengelasan yang terjadi karena panas yang dihasilkan dari gesekan kedua ujung permukaan benda kerja. Gesekan yang disebabkan karena adanya panas yang timbul dari kedua ujung permukaan dan memberikan beban pada material yang berputar dan material yang diam atau keduanya berputar berlawanan arah.

1.2.2 Motor Induksi

Motor induksi adalah salah satu jenis dari motor-motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnet. Motor induksi memiliki sebuah sumber energi listrik yaitu di sisi stator, sedangkan sistem kelistrikan di sisi rotornya di induksikan melalui celah udara dari stator dengan media elektromagnet. Hal inilah yang menyebabkannya diberi nama motor induksi. Adapun penggunaan motor induksi di industri ini adalah sebagai penggerak, seperti untuk blower, kompresor, pompa,

penggerak utama proses produksi atau mill, peralatan workshop seperti mesin-mesin bor, grinda, crane, dan sebagainya.



Gambar 2.2 Motor Induksi 3 phase ([Electricmotorwaterpump 2019](#))

Dalam Penggunaannya, sebagian motor induksi tiga fasa memerlukan pengereman seperti yang terdapat pada motor crane. Pengereman dilakukan agar motor berhenti sesuai dengan letak dan posisi yang kita inginkan. Ada banyak cara pengereman yang bisa dilakukan untuk memberhentikan motor, akan tetapi dalam laporan ini kami akan membahas tentang pengereman motor dengan menggunakan Magnetic Brake.

Pada dasarnya prinsip kerja dari motor induksi sendiri bekerja karena adanya perubahan energi dari energi listrik menjadi energi mekanik yaitu gerak putar, yang perubahannya disebabkan dari induksi medan elektromagnet, dimana tegangan sumber diberikan pada kumparan stator, sehingga inti besi di stator menjadi magnet, kemudian menginduksikan magnet tersebut ke rotor. Dengan begitu di kumparan rotor akan terinduksi tegangan karena kumparan rotor merupakan loop

tertutup, maka akan mengalir arus di kumparan rotor tersebut yang berinteraksi dengan medan magnet di stator, sehingga timbul gaya putar pada rotor yang mendorong rotor untuk berputar dengan kecepatan sinkron. Pada las gesek (*friction welding*) dengan kapasitas 5,5 kgf/cm² membutuhkan kecepatan yang konstan.

1.2.3 Pengereman Las Gesek

Dalam las gesek (*friction welding*) pengereman sangat dibutuhkan pada saat proses akhir dari gesekan yang dihasilkan oleh motor listrik juga dibantu dengan pengereman, sehingga fungsi pengereman sebagai mencegah turunnya temperatur yang sangat cepat dan membuat sambungan dapat tersambung dengan sempurna. Apabila pada proses pengereman terlalu lama benda kerja tidak tersambung dengan sempurna karena masih ada putaran rendah pada pembekuan benda kerja. Pengereman ini terletak pada mesin motor listrik AC dengan menggunakan sistem kemagnetan/*clutch*, pengereman akan berkerja secara otomatis dengan memutus aliran listrik dalam keadaan ini motor induksi bekerja sebagai generator.

Pada dasarnya sistem Pengereman dinamis dapat disimpulkan sebagai berikut: Pengereman dinamis proses dimana energi kinetik pada motor didisipasikan ke internal dan external resistor menjadi panas setelah motor diputus dari sumbernya. Pengereman dinamis biasanya digunakan pada industri dimana pengereman dilakukan tidak menggunakan rem mekanis. Pada pengereman dinamis stator tidak

dipacu daya ketika dilakukan pengereman. Ketika stator tidak memiliki daya sisa medan dapat dimanfaatkan untuk membuat medan yang berlawanan arah, ataupun dapat diserap menggunakan kapasitor.

1.2.4 Sistem Tekan

Sistem tekan sangat penting dalam industri karena banyak sekali mesin yang membutuhkan tekanan untuk mengangkat barang atau mendorong benda kerja, terutama pada las gesek yang dibutuhkan gaya tekanan untuk menekan benda kerja yang akan digesek atau disambung. Pneumatik adalah alat yang mempelajari tentang gerakan atau tekanan udara dan gejala udara. Dengan kata lain pneumatik yaitu mempelajari tentang gerakan udara yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan kecepatan. Sistem pneumatik merupakan sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan sebuah gaya dorong atau tekan.

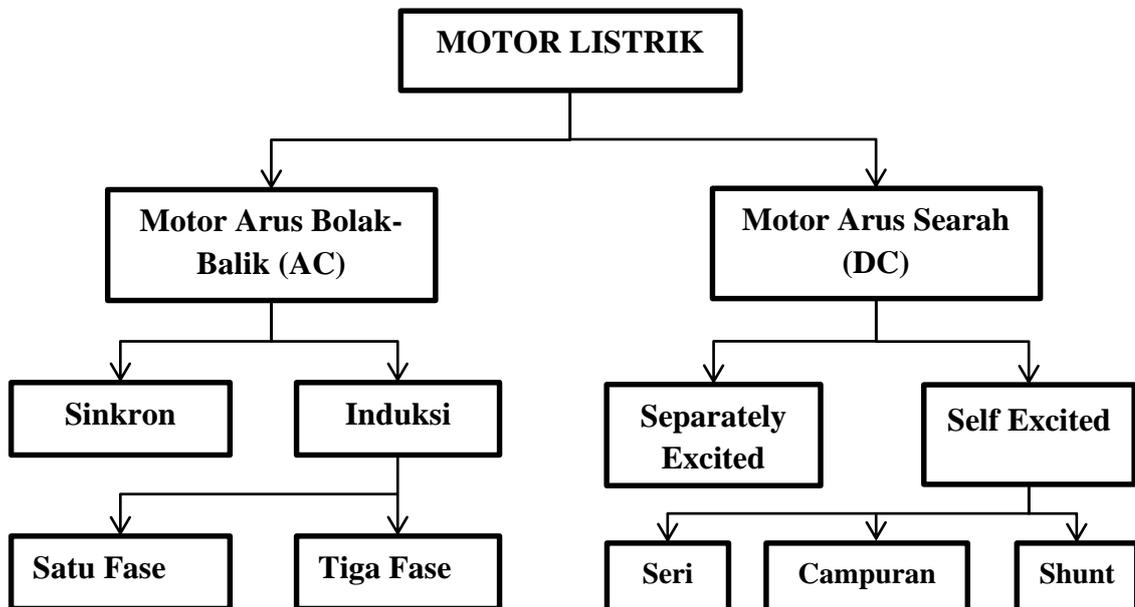
2.1 Alat

2.1.1 Komponen Sistem Penggerak

Menurut jenis motor listrik diklasifikasikan menjadi dua jenis utama yaitu:

1. Motor listrik arus bolak-balik (AC), motor listrik arus bolak-balik dibagi menjadi dua pertama motor induksi 1 fase dan motor induksi 3 fase.

2. Motor listrik dengan arus searah (DC), motor arus searah terbagi menjadi 3 yaitu : seri, campuran, shunt.



Gambar 2.3 Klasifikasi Jenis Utama Motor Listrik (Dunia-Listrik, 2015)

A. Motor Arus searah (DC)

Jenis motor listrik yang menggunakan tegangan DC adalah arus listrik satu arah dan menggunakan arus secara langsung dan tidak langsung/direct-unidirectional.



Gambar 2.4 Motor DC (Direct Industri, 2005)

Terdapat tiga komponen utama pada motor DC diantaranya yaitu :

a. Kutub medan magnet

Motor dc memiliki kutubmedan yang stationer dan kumparan motor DC menggerakkan bearing pada ruang kutub medan. Motor DC sangat sederhana hanya memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan.

b. Kumparan motor DC

Bila arus yang masuk menuju kumparan motor Dc, maka arus akan menjadi elektromagnet. Kumparan motor yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak pully yang akan menerima beban.

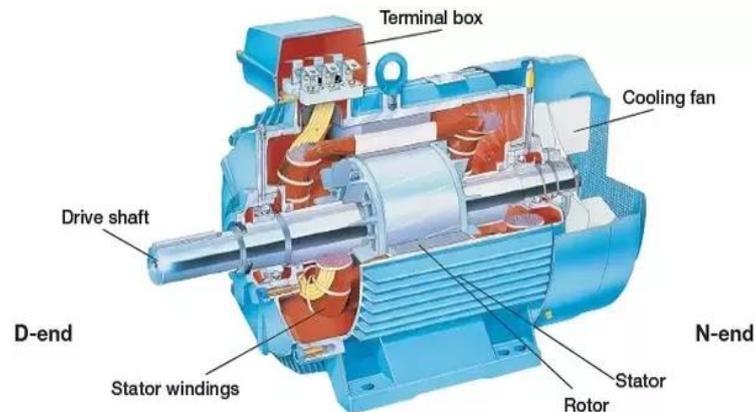
c. Commutator motor DC

Komponen ini ditemukan di motor DC kegunaannya untuk membalikan arah arus listrik kedalam kumparan motor DC.

Motor listrik Dc memiliki karakteristik keuntungan pada kecepatan yang tidak terpengaruh pada pasokan daya yang masuk sehingga motor dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan kumparan dan arus medan magnet untuk meningkatkan kecepatan putaran.

B. Motor Arus Bolak-Balik (AC)

Jenis ini yang digerakan oleh alternating current atau arus bolak-balik (AC). Prinsip kerjanya sendiri hampir sama sepetri motor DC, kumparan dilalui oleh arus yang akan menghasilkan torsi pada kumparan dan pada saat motor akan berjalan.



Gambar 2.5 komponen Motor induksi ([autoexpose, 19.01.2019](#))

Motor listrik AC terdapat beberapa komponen komponen pendukung diantaranya yaitu:

a. Stator Coil

Merupakan komponen motor listrik, komponen ini langsung bersinggungan dengan kinerja motor. Lilitan stator menggunakan tembaga statis yang terletak mengelilingi poros utama. Fungsi stator hanya untuk membangkitkan medan magnet disekitar rotor.

b. Rotor Coil/komutator

Rotor coil merupakan komponen yang bersifat dinamis, karena lilitannya terpasang langsung dengan poros main shaft utama yang akan berputar. Sama dengan stator jika lilitan semakin banyak maka semakin besar putaran yang dihasilkan, biasanya lilitan menggunakan tembaga yang lebih kecil bertujuan agar lilitan semakin banyak tidak memakan tempat.

c. Bearing

Fungsi dari bearing adalah sebagai bantalan agar putaran berlangsung secara mulus dan pada permukaan poros dengan motor

housing. Bahan yang digunakan biasanya bahan yang ringan seperti aluminium yang juga dapat menahan suhu tinggi dan gaya gesek yang ringan sehingga tidak menghambat putaran rotor.

d. Drive Pulley

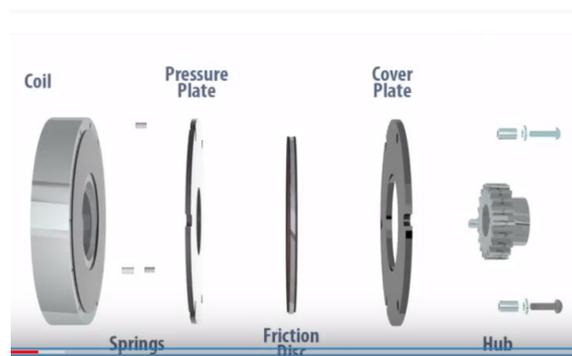
Komponen ini terletak diujung bagian luar poros berfungsi untuk mentransfer putaran motor ke komponen lain.

e. Motor Housing

Motor housing ini berbentuk plat besi yang bertujuan untuk melindungi komponen elektrik motor.

2.1.2 Komponen Pengereman

Pengereman ini dilakukan dengan cara menginjeksikan arus tegangan dc pada magnet yang terdapat pada rangkaian dan terhubung pada poros motor, setelah melepaskan sumber tegangan dari suplay arus yang diinjeksikan pada magnet akan menarik plat dan kampas terbebas dari penekan plat yang disebabkan oleh per/spring.



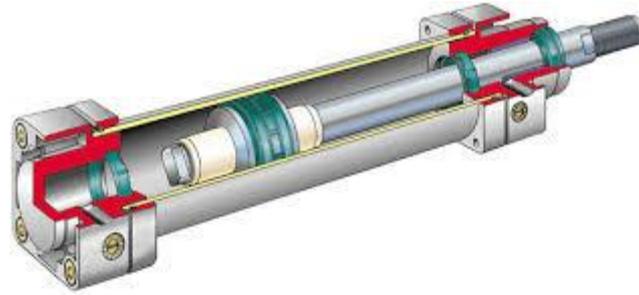
Gambar 2.6 Clutch Magnetik ([autoexpose, 19.01.2019](#))

Sistem pengereman lebih efektif, pada dasarnya terbagi menjadi beberapa komponen yaitu:

1. *Disc Clutch* (plat kopling) media penghantar putaran dari poros motor listrik.
2. *Pressure plate* (Plat Penekan) berfungsi sebagai penekan pada clutch disc.
3. *Springs* berfungsi sebagai memberi tekanan pada *pressure plate*.
4. *Clutch cover* (Tutup Kopling) digunakan untuk menjepit *clutch disc*.
5. *Friction disc* proses perpindahan tenaga dengan cara digesek/ditekan dengan *pressure disc* pada bagian penggerak.
6. *Hub* digunakan untuk menggerakkan *clutch disc* maju mundur.
7. Adaptor 10 Amper 12 Voltage digunakan untuk menyearah tegangan Ac ke Dc.

2.1.3 Komponen Sistem Pneumatik

Pneumatik sebuah alat yang digunakan untuk menekan sebuah benda dengan menggunakan udara. Udara sebagai fluida karena memiliki karakteristik yang dapat dimampatkan memberi tekanan kesegala arah dan dapat dicontrol. Sifat udara yang digunakan pada sistem pneumatik yaitu memiliki campuran dari beberapa gas dengan komposisi utamanya nitrogen 78% oksigen 21% dan 1% campuran gas-gas lainnya.



Gambar 2.7 Komponen Pneumatik (insinyoer, [2018](#))

Sebuah sistem pneumatik merupakan sekumpulan komponen yang bekerja secara bersama, sistem pneumatik secara umum tersusun dari beberapa komponen terpenting yang meliputi kompresor, katub atau selenoid, selang/fitting, pengukur dan pengatur tekanan.

Beberapa komponen penting pneumatik yang digunakan yaitu :

a. kompresor

kompresor berfungsi sebagai alat yang dapat menghasilkan udara dalam waktu yang cepat dan memiliki tekan.

b. Katub dan selenoid

Untuk mengendalikan arah tekanan atau udara yang bertekan untuk mengdalikan aktuator.

c. Regulator

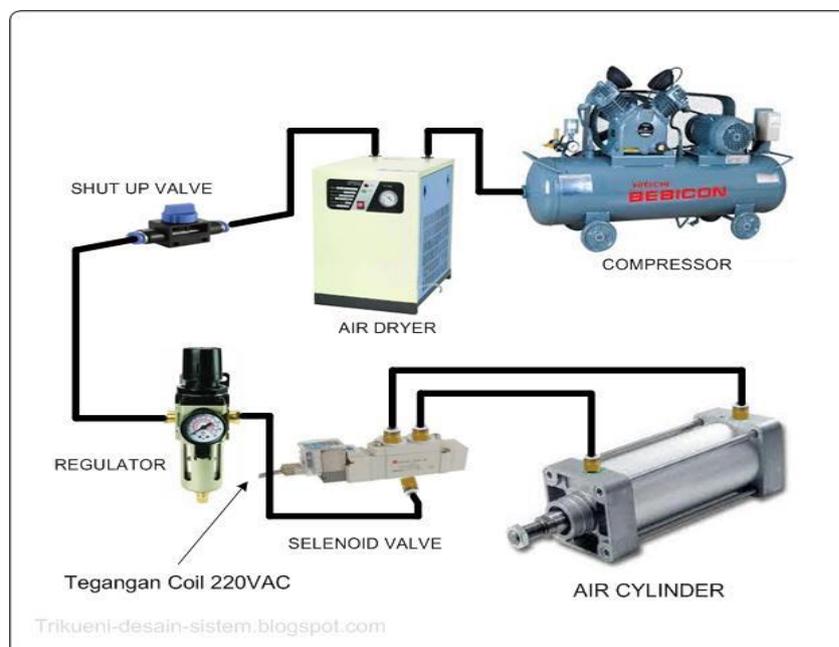
berfungsi untuk mengatur tekanan fluida/udara yang masuk sehingga level tekanan tetap terjaga berapapun yang akan dibutuhkan aktuator, pengaturan dilakukan secara manual dengan memutar tuas pada pengatur tekanan.

d. Piston Pneumatik

Piston pneumatik adalah piston yang hanya bekerja maju mundur yang didorong oleh udara.

e. Pipa dan fitting

Sebagai penghubung udara yang bertekanan dari komponen ke komponen lainnya.



Gambar 2.8 Skematik kontrol pneumatik ([gstatic, 2018](#))