

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Penulis telah meninjau beberapa referensi mengenai penggerak wesel dan alat lainnya dalam desain dan pengontrolannya sehingga memiliki keterkaitan dengan rancang bangun dalam tugas akhir. Referensi diambil dari judul Perawatan Mesin Wesel Pada Rel Kereta Api [3]. Dari data yang diambil pada observasi langsung, wawancara dengan personel terkait, dan analisis dokumentasi ke lapangan tempat kantor sinyal dan telekomunikasi PT Kereta Api Indonesia terdapat beberapa kekurangan pada point machine S90 dan BSG 9 yang dimana harus melakukan perawatan rutin 2 minggu sekali dikarenakan sering terjadinya kebocoran pada oli, borosnya pelumasan oli pada mesin wesel elektrik, stang penggerak, stang deteksi,, dan kendornya vbelt. Oleh karena itu, penulis menggunakan sistem pneumatic melihat banyaknya kekurangan dari sistem motor listrik pada penggerak wesel.

Referensi selanjutnya diambil dari judul Analisis Gangguan Sistem Axle Counter Dalam Jaringan Rel Kereta Di Pt Kai (Persero) Resort Sintel 1.16 Karawang Daop 1 Jakarta [26]. Dari referensi tersebut memakai sensor *proximity* sebagai deteksi pada rel kereta api. Penulis menggunakan sensor *proximity* induktif untuk mendeteksi kondisi-kondisi pada wesel apakah kondisi wesel berbelok atau lurus.

Referensi selanjutnya diambil dari judul Rancang Bangun Alat Pendorong Kotak Menggunakan Sensor Infrared Berbasis *Programmable Logic Controller* [6]. Dalam penelitian ini penulis menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai kontrol sistem. Sistem *pneumatic* akan diatur atau di program menggunakan *Programmable Logic Controller* dengan sumber tekanan udara dari kompresor. *Programmable Logic Controller* atau PLC merupakan sistem pengontrol yang berbasis mikroprosesor dan memanfaatkan memori yang mampu untuk di program menyimpan berbagai instruksi serta mengimplementasikan fungsi logika.

## 2.2. Sistem Otomasi

Sistem otomasi merupakan suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi sistem mekanik, sistem elektrik dan elektronik, dan sistem yang berbasis komputer (komputer, PLC atau mikrokontroler). Dalam Meriam-Webster Dictionary (digital version), definisi dari otomasi adalah pengendalian secara otomatis dari peralatan, proses, atau sistem melalui piranti mekanik atau elektronik yang dapat menggantikan tenaga kerja manusia [9].

Pada sistem otomasi manusia hanya akan terlibat dalam perancangan atau desain sistem, pemantauan operasi sistem, dan pemeliharaan sistem. Dunia industri sangat membutuhkan sistem otomasi karena mampu menghasilkan produk dalam jumlah besar dalam waktu yang singkat, dengan tingkat kesalahan yang sangat kecil. Untuk mewujudkan sistem atau proses otomatis modern, diperlukan tiga komponen penting yaitu; sensor sebagai pendeteksi kondisi sistem, aktuator sebagai elemen pelaksana perintah kerja, dan pengendali sebagai pengarah aliran program dan pengambil keputusan [9].

## 2.3. PLC OMRON CP1E – N20SDR-A



**Gambar 2. 1** PLC Omron CP1E – N20SDR-A [13]

Secara mendasar PLC adalah suatu peralatan kontrol yang dapat di program secara khusus untuk mengontrol proses pada suatu operasi mesin. PLC merupakan pengontrol logika berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi logika semisal logik kombinasional, sekuensial, pewaktuan,

pencacahan dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses[8]. Kontrol program inilah yang dapat menganalisa sinyal *input* dan *output* sesuai dengan keinginan pemakai. Spesifikasi PLC Omron CP1E N-20SDR-A pemberian kode e20sdr digunakan untuk mengetahui dari spesifikasi PLC ini. Artinya plc omron tipe ini memiliki 20 unit kontak *input* dan *output*. Dengan kombinasi 12 pin *input* dari pin 00-11, sedangkan pin *output* 00-07. PLC ini membutuhkan catu daya 220vac untuk menyuply kerja rangkaian elektronik yang terdapat didalamnya. Sedangkan untuk pin *input* menggunakan catudaya 24VDC. Pada bagian pin *output* menggunakan kontak bantu relay [6]. PLC Omron CP1E – N20SDR-A dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Status *input* PLC digunakan dan disimpan dalam memori tempat PLC mengeksekusi instruksi logika terprogram untuk status *inputnya*. Perangkat *input* dapat berupa sensor photo elektrik, *push button* pada panel kontrol, limit switch atau perangkat lain yang dapat menghasilkan sinyal yang dapat *diinput* ke PLC. Perangkat keluaran dapat berupa switch yang menyalakan lampu, relay yang menggerakkan motor, atau perangkat lain yang dapat digerakkan oleh sinyal *output* pada PLC [8].

Selain itu, PLC menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi untuk melakukan fungsi khusus, seperti: pengaturan waktu, urutan, dan logika aritmatika yang dapat mengontrol mesin atau proses melalui modul I/O analog dan digital [6]. Spesifikasi PLC Omron CP1E – N20SDR-A dapat dilihat pada Gambar 2.2.

No.	Parameter	Spesifikasi
1	Tegangan catu AC	100–240 VAC, 50/60 Hz
2	Tegangan catu DC	24 VDC
3	Tegangan operasi AC	85–264 VAC
4	Tegangan operasi DC	20,4–26,4 VDC
5	Penggunaan daya AC	Maksimum 60 VA
6	Penggunaan daya DC	Maksimum 20 W
7	Catu daya luar	24 VDC
8	Kapasitas output catu daya luar	300 mA
9	Tahanan isolasi	Minimum 20 MΩ
10	Kuat dielektrik	2300 VAC, 50/60 Hz selama 1 menit
11	Suhu operasi	0°C–55°C
12	Ukuran sekrup terminal	M3
13	Berat tipe AC	650 g
14	Berat tipe DC	550 g

**Gambar 2. 2.** Spesifikasi PLC Omron CP1E – N20SDR-A

### 2.3.1. Prinsip Kerja PLC

PLC adalah perangkat elektronik yang dibangun dengan mikroprosesor yang memantau status perangkat *input* dan kemudian menganalisis untuk mengontrol status *output* sesuai kebutuhan perencana (programmer). Sinyal *input* diberikan ke *input card*. Ada dua jenis *input card*, yaitu Analog *input card* dan Digital *input card*. Setiap masukan memiliki alamat tertentu sehingga mikroprosesor memanggilnya berdasarkan alamat untuk mendeteksinya. Jumlah *input* yang dapat ditangani tergantung pada jenis PLC. Sinyal keluaran dikeluarkan oleh program yang ditulis oleh PLC sesuai dengan analisis pengguna terhadap keadaan masukan. Ada 2 jenis *output card*, yaitu Analog *output card* dan Digital *output card*.

### 2.3.2. Struktur Dasar PLC

Central Processing Unit (CPU) CPU berfungsi untuk mengontrol dan mengawasi semua pengoperasian dalam PLC, melaksanakan program yang disimpan didalam memory. Memory yang terdapat dalam PLC berfungsi untuk menyimpan program dan memberikan lokasi-lokasi dimana hasil-hasil perhitungan dapat disimpan didalamnya. Input atau Output Suatu peralatan yang dihubungkan ke PLC dimana mengirimkan suatu sinyal ke PLC dinamakan peralatan *input*. Sinyal masuk kedalam PLC melalui terminal atau melalui kaki – kaki penghubung pada unit. Tempat dimana sinyal memasuki PLC dinamakan *input poin*, *Input poin* ini memberikan suatu lokasi di dalam memory dimana mewakili keadaannya, lokasi memori ini dinamakan *input bit*. Ada juga *output bit* di dalam memori dimana diberikan oleh *output poin* pada unit, sinyal *output* dikirim ke peralatan *output*. Power Supply PLC tidak akan beroperasi bila tidak ada supply daya listrik. Power supply merubah tegangan *input* menjadi tegangan listrik yang dibutuhkan oleh PLC.

## 2.4. Kompresor



**Gambar 2. 3** Kompresor [14]

Secara umum, kompresor adalah alat atau mesin yang berperan meningkatkan atau menempatkan fluida gas (tekanan udara). Supaya kompresor dapat beroperasi, maka membutuhkan bahan bakar. Fungsi utama kompresor adalah mengambil udara atau gas dari sekitar, lalu memberi tekanan dalam tabung, kemudian disalurkan kembali dalam bentuk udara yang memiliki tekanan [4]. Kompresor dapat dilihat pada Gambar 2.3. Kompresor pada alat ini menggunakan ESTCO LB8K, tekanan angin yang dibutuhkan pada penggerak wesel sebesar 5 bar. Spesifikasi ESTCO LB8K dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2. 1** Spesifikasi Kompresor Estco LB8K

Spesifikasi	Keterangan
Tenaga Output	500 Watt
Voltase	220 VAC
Frekuensi	50 Hz
Kecepatan	2850 rpm
Daya Pancar	120L/min
Tekanan Maksimal	7 Bar
Kapasitas Tangki	8 Liter
Pressure	115 psi

### **2.4.1. Jenis – Jenis Kompresor**

Terdapat beberapa jenis kompresor yang dapat dengan mudah ditemukan di pasaran, di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Air Compressor Belt Driven

Air compressor belt driven adalah penggeraknya. Kompresor jenis memakai sistem koneksi. Khususnya antara pompa udara dan tenaga penggerak yang memanfaatkan v-belt (vanbelt). Sebagai tenaga penggerak motor listrik, biasanya menggunakan bahan bakar bensin.

2. Air Compressor Direct Driven

Jenis air compressor direct driven merupakan kompresor yang penggeraknya terhubung langsung dengan pompa udara. Keunggulannya adalah, kecepatan pengisian cukup tinggi. Hal tersebut bisa saja dikarenakan air pada kompresor direct driven memiliki kemampuan berputar dengan kecepatan mencapai 2.850 rpm.

3. Air Compressor Screw

hasil udara tidak mengandung uap air berjumlah besar. Selain itu juga tidak menghasilkan suara berisik yang mengganggu.

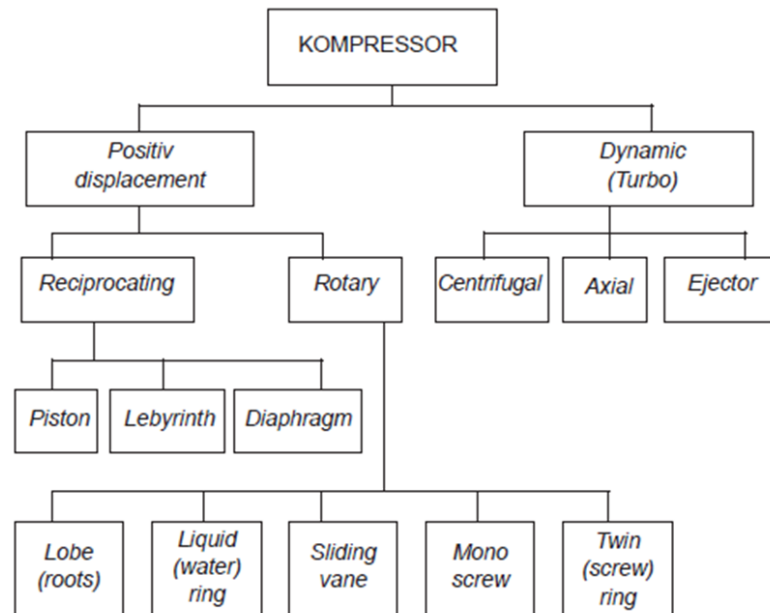
4. Air Compressor Mini

Karena tidak memakai tabung tekanan, ukuran air compressor mini juga cenderung lebih kecil. Fungsinya hanyalah menghasilkan efek berupa tiupan udara. Salah satu bentuk dari pemanfaatan air compressor mini dapat ditemukan pada air brush, yang umumnya dipakai untuk keperluan saat melakukan kegiatan pengecatan sederhana.

### **2.4.2. Klasifikasi Kompresor**

Secara garis besar kompresor dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu Positive Displacement compressor dan Dynamic compressor (Turbo). Positive Displacement compressor, terdiri atas Reciprocating dan Rotary. Sedangkan

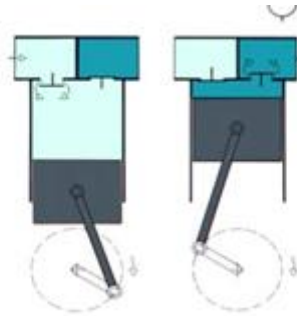
Dynamic compressor (turbo) terdiri atas Centrifugal, axial dan ejector [10]. secara lengkap dapat dilihat dari klasifikasi di bawah ini pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Klasifikasi kompresor [15]

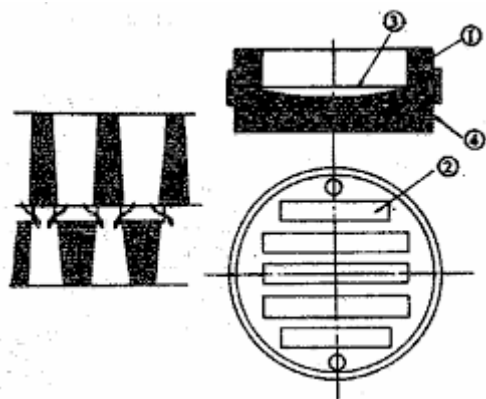
### 2.4.3 Kompresor Torak Resiprokal (reciprocating compressor)

Kompresor ini dikenal juga dengan kompresor torak, karena dilengkapi dengan torak yang bekerja bolak-balik atau gerak resiprokal. Pemasukan udara diatur oleh katup masuk dan dihisap oleh torak yang gerakannya menjauhi katup. Pada saat terjadi pengisapan, tekanan udara di dalam silinder mengecil, sehingga udara luar akan masuk ke dalam silinder secara alami. Pada saat gerak kompresi torak bergerak ke titik mati bawah ke titik mati atas, sehingga udara di atas torak bertekanan tinggi, selanjutnya di masukkan ke dalam tabung penyimpanan udara. Tabung penyimpanan dilengkapi dengan katup satu arah, sehingga udara yang ada dalam tangki tidak akan kembali ke silinder [10]. Kompresor torak resiprokal dapat dilihat pada Gambar 2.5.

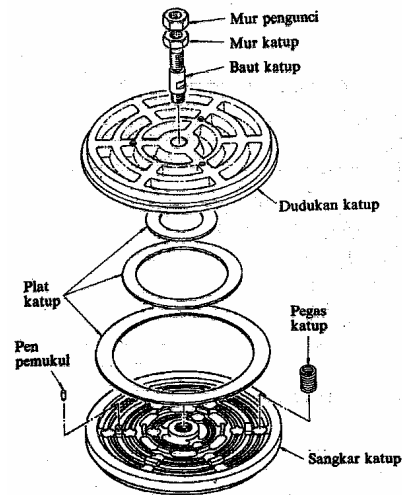


**Gambar 2. 5** Kompresor torak resiprokal [16]

Proses tersebut berlangsung terus-menerus hingga diperoleh tekanan udara yang diperlukan. Gerakan mengisap dan mengkompresi ke tabung penampung ini berlangsung secara terus menerus, pada umumnya bila tekanan dalam tabung telah melebihi kapasitas, maka katup pengaman akan terbuka, atau mesin penggerak akan mati secara otomatis [11]. Konstruksi katup jenis pita dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan katup jenis cincin dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2. 6** Konstruksi katup jenis pita[17]



Gambar 2. 7 Konstruksi katup jenis cincin [18]

## 2.5. *Pneumatic System*



Gambar 2. 8 Cylinder [19]

*Pneumatic* adalah sebuah sistem penggerak yang memanfaatkan tekanan udara sebagai tenaga penggerak. *Pneumatic* memanfaatkan gas atau udara bertekanan dari kompresor untuk mempengaruhi gerak mekanik berdasarkan prinsip kerja dinamika fluida dan tekanan. Tekanan udara tersebut akan menggerakkan sebuah silinder kerja, dimana silinder kerja yangantinya akan mengubah tenaga/tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur pada silinder). Pada permesinan dapat dipakai sebagai pengoperasian pada mesin bor, mesin milling, mesin bubut, mesin gergaji, mesin pembentuk, dan juga quality control. Pengembangan produk dalam pneumatik bisa dibagi dalam: aktuator, sensor,

prosesor, sistem control dan perlengkapan [6]. Cylinder dapat dilihat pada Gambar 2.8.

Pada dasarnya, prinsip kerja dari sistem pneumatik adalah pemanfaatan udara terkompresi menjadi suatu gerakan translasi pada plunyer atau piston. Untuk pengaplikasian yang lebih banyak, maka hal ini jauh lebih efisien dan praktis. Pada umumnya, sistem meliputi kompresor udara yang menyimpan udara yang terkompresi dalam sebuah silinder dan melepaskannya di bawah control listrik. Sistem *pneumatic* menggunakan hukum-hukum aeromekanika yang mana menentukan kondisi keseimbangan antara gas dan uap dengan adanya gaya-gaya luar aerostatika dan teori aliran aerodinamika [9]. Berikut rumus gaya silinder pneumatik hubungan antara gaya, tekanan, dan luas penampang:

$$F = P \times A$$

Keterangan:

F = Gaya (N)

P = Tekanan (Pa atau N/m<sup>2</sup>)

A = Luas penampang piston (m<sup>2</sup>)

Gaya Tarik Silinder (Retract)

Saat batang piston masuk, luas efektif berkurang karena ada rod.

$$F = P \times \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

Keterangan:

D = Diameter piston

d = Diameter batang piston

Kecepatan Gerak Silinder

$$V = \frac{Q}{A}$$

Keterangan:

V = Kecepatan piston (m/s)

Q = Debit udara (m<sup>3</sup>/s)

A = Luas piston (m<sup>2</sup>)

Walaupun sistem pneumatik menggunakan gas yang bersifat kompresibel, prinsip dasar bahwa tekanan dapat dikendalikan dan dimanfaatkan untuk melakukan kerja tetap berlaku. Pada sistem pneumatik, udara dimampatkan oleh kompresor, meningkatkan tekanannya, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan aktuator seperti silinder pneumatik. Hukum Pascal yang menyatakan bahwa tekanan dalam fluida tertutup ditransmisikan secara merata ke segala arah juga berlaku dalam sistem pneumatik, memungkinkan distribusi tekanan yang efisien untuk melakukan kerja mekanis. Dengan memahami bagaimana tekanan bekerja dalam fluida melalui konsep hidrostatis, kita dapat lebih mudah memahami dan merancang sistem pneumatik yang efektif untuk berbagai aplikasi industri. Ada beberapa simbol dalam sistem *pneumatic* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Simbol	Arti Simbol
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan tombol dan kembali dengan pegas
	Katup 3/2 N/C dioperasikan secara manual dan kembali dengan cara manual ( dengan cara menggeser )
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas ( limit switch )
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol idle dan kembali dengan pegas
	Katup 3/2 N/C dioperasikan secara manual dengan pengunci dan kembali dengan pegas ( selector switch )
	Katup 5/2 dioperasikan dengan udara ( pneumatik ) dan kembali dengan pegas
	Katup 4/2 dioperasikan dan dikembalikan dengan udara ( pneumatik )
	Katup 5/2 dioperasikan dengan solenoid atau manual dengan pilot udara dan kembali dengan pegas atau secara manual.
	Katup 5/2 dioperasikan dan dikembalikan dengan solenoid atau manual dengan pilot udara.
	Katup 4/3 dengan posisi tengah terblokir , dioperasikan dengan tuas .

Tabel 2.2 Simbol Sistem *Pneumatic* [25]

Ada beberapa komponen pada *pneumatic* yang digunakan untuk merancang bangun mini penggerak wesel berbasis PLC ini, diantaranya adalah:

### 2.5.1. Solenoid Valve

*Solenoid valve* merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan/*solenoida*. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolis ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (*cylinder*). Banyak sekali jenis-jenis dari *solenoid valve*, yang mana jenisnya ada *double acting* dan *single acting* [6]. Pada pembuatan alat ini penulis menggunakan *solenoid valve* *single acting*, berikut gambar dari *solenoid valve* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9Solenoid Valve [20]

### 2.5.2. Air service unit

*Air service unit* adalah alat pengatur tekanan udara yang akan disalurkan pada sistem *pneumatic*. Sumber energy pada *pneumatic* adalah udara yang sudah dimampatkan (udara bertekanan), yaitu berasal dari compressor. Fungsi dari *Air service unit* adalah mencegah debu, air yang dapat merusak keausan pada

komponen-komponen sistem pneumatik, mencegah timbulnya kemacetan dan korosi pada peralatan *pneumatic* [12]. *Air service unit* dapat dilihat pada Gambar 2.10 yang terdiri dari *air filter*, regulator, dan librikator.



**Gambar 2. 10** *Air service unit* [21]

Air Filter yang dimaksud adalah penyaring udara (angin) supaya udara yang masuk pada komponen lanjutan tidak tercemar partikel asing yang bisa merusak komponen yang lain seperti *cylinder* angin dan *Solenoid*. Filter ini terletak pada bagian terdepan dari sebuah sistem pneumatik, setelah udara di filter maka bagian selanjutnya adalah regulator.

Regulator adalah pengatur tekanan udara, seperti namanya maka fungsinya adalah untuk mengatur berapa tekanan udara dikehendaki dari pengguna pneumatik sistem, secara rata-rata atau "biasanya" tekanan yang digunakan sekitar 0,4 Mpa-0,6 Mpa atau dalam hitung lain yaitu 4 Bar - 6 Bar.

Fungsi dari lubricator di (FRL) unit untuk memberikan pelumasan pada bagian-bagian pneumatik yang bergerak seperti piston pada *solenoid* dan piston pada *cylinder* angin. Pelumas yang digunakan berupa oli dan yang paling direkomendasikan adalah oli dengan ISO VG 32 sampai dengan ISO VG68. Oli yang mengalir di pneumatik sistem bisa diatur sesuai kebutuhan dengan cara memutar bagian pengatur yang berada di atas lubricator, dan perhatikan berapa tetes yang keluar setiap menitnya di kaca (glass) tersebut.

## 2.6. Push button

*Push button* switch adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal [6].

Sebagai device penghubung atau pemutus, *push button* switch hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Istilah On dan Off ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi On dan Off. Karena sistem kerjanya yang unlock dan langsung berhubungan dengan operator, *push button* switch menjadi device paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button* switch atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian On dan Off. *Push button* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2. 11** *Push button* [22]

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, *push button* switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (Normally Close) dan NO (Normally Open) arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau

mematikan sistem circuit (*Push button Off*). Kondisi *Push button* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



**Gambar 2. 12** Normally open dan normally close [23]

## 2.7. Inductive *Proximity* Sensor

Inductive *Proximity* Sensor adalah Sensor Jarak yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam baik logam jenis Ferrous maupun logam jenis non-ferrous. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan (ada atau tidak adanya objek logam), menghitung objek logam dan aplikasi pemosisian. Sensor induktif sering digunakan sebagai pengganti saklar mekanis karena kemampuannya yang dapat beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi dari secular mekanis biasa. Sensor Jarak Induktif ini juga lebih andal dan lebih kuat [7]. Sensor *Proximity* Induktif dapat dilihat pada Gambar 2.13.



**Gambar 2. 13** Sensor *Proximity* Induktif [24]

Sensor *Proximity* Induktif pada umumnya terbuat dari kumparan/koil dengan inti ferit sehingga dapat menghasilkan medan elektromagnetik frekuensi tinggi. *Output* dari sensor jarak jenis induktif ini dapat berupa analog maupun digital. Versi Analog dapat berupa tegangan (biasanya sekitar 0 – 10VDC) atau arus (4 – 20mA). Jarak pengukurannya bisa mencapai hingga 2 inci [7].

**Tabel 2. 3** Spesifikasi Sensor *Proximity* Induktif

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Tipe Sensor	Induktif
2	Jarak Deteksi	4 mm
3	Tegangan Operasi	6-36V DC
4	Arus Konsumsi	Kurang dari 20mA
5	<i>Output</i>	NPN NO (Normally Open)
6	Frekuensi Respons	Lebih dari 1kHz
7	Materi	Plastik dan Metal
8	Sudut Deteksi	360 derajat

Contoh penyambungan ke PLC 24VDC, kabel coklat untuk 24VDC, kabel biru untuk 0VDC atau ground, dan kabel hitam untuk Input PLC misalnya I0.0.