

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendeteksian Produk Cacat sebagai Bagian dari Kontrol Kualitas

Kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen untuk mengkonsumsi jasa atau produk tersebut. Kualitas produksi juga memegang pandangan akan layak atau tidaknya barang produksi untuk bisa dikonsumsi (dipasarkan). Persaingan yang semakin ketat membuat suatu kualitas produk lebih ditekankan. Perusahaan harus mempunyai *controller* agar dapat membuat inovasi baru untuk selalu merancang akan kesempurnaan produk. Pengawasan dan pengendalian kualitas sangat diutamakan oleh perusahaan untuk mempertahankan pasar atau menambah pasar perusahaan. Menurut Ahyari (1985), pengertian pengendalian kualitas atau kontrol kualitas adalah jumlah dan atribut atau sifat-sifat sebagaimana dideskripsikan dalam produk yang bersangkutan, dengan kata lain pengendalian kualitas ini adalah aktivitas untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk perusahaan dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan. Sedangkan menurut Sofyan Assauri (2004), pengendalian kualitas atau kontrol kualitas adalah kegiatan-kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu atau standar dapat tercermin dalam hasil akhir. Dengan kata lain pengendalian kualitas adalah usaha mempertahankan mutu / kualitas dan barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan.

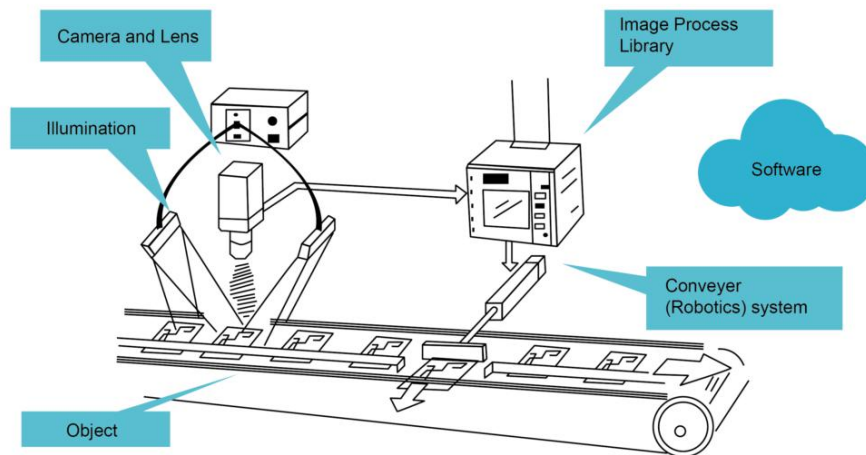
Pendeteksian produk cacat merupakan salah satu bagian dari kontrol kualitas. Produk yang tergolong cacat adalah produk yang kondisinya rusak, atau tidak memenuhi standar mutu yang sudah ditetapkan, dan tidak dapat diperbaiki secara ekonomi menjadi produk yang baik. Meskipun secara teknis dapat diperbaiki namun hal ini akan berakibat biaya perbaikan jumlahnya lebih tinggi dibandingkan dengan kenaikan nilai atau manfaat adanya perbaikan. Kontrol kualitas dengan cara mendeteksi produk cacat ini bertujuan agar produk yang akan dikirimkan kepada konsumen sudah memenuhi standar produksi yang telah

ditetapkan dan tidak ada kekurangan yang dapat mempengaruhi nilai kepuasan konsumen terhadap produk tersebut.

2.2 *Vision Inspection System*

Proses inspeksi visual secara otomatis dapat dilakukan dengan menerapkan sistem inspeksi visi (*vision inspection system*). *Vision inspection system* merupakan inspeksi berbasis gambar yang biasa digunakan oleh industri dan manufaktur. Sistem ini umumnya digunakan untuk inspeksi otomatis, panduan robot, kontrol kualitas dan penyortiran serta masih banyak lagi. Sistem ini mampu mengukur objek, memverifikasi apakah objek berada pada tempat yang sesuai, serta mengenali bentuk objek. Teknologi ini sangat penting dalam memverifikasi perakitan dan pelacakan, memberantas cacat, dan dapat menangkap data penting di setiap tahap proses produksi. Selain itu, sistem dapat digunakan untuk melacak kualitas, bahan-bahan yang tersebar secara seragam, konsistensi dalam tingkat dan warna produk, serta mengalihkan produk yang cacat. Salah satu contohnya adalah mendeteksi produk cacat. Sistem akan mendeteksi kekurangan pada produk dan secara otomatis mengeluarkan produk di tempat yang telah ditentukan.

Penggunaan sistem inspeksi ini dapat menghemat waktu dan biaya karena dapat meningkatkan kualitas produk serta produktifitas dari suatu industri. Sistem ini bekerja tanpa mengenal lelah sehingga peningkatan kualitas produk akan lebih baik dan biaya produksi lebih rendah. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen penting, termasuk sensor (kamera), perangkat keras pemrosesan, dan algoritme perangkat lunak untuk mengotomatiskan tugas-tugas inspeksi visual yang kompleks atau biasa dan secara tepat memandu peralatan penanganan selama perakitan produk. Sensor menangkap gambar untuk diperiksa yang selanjutnya dikirim ke mesin pemroses itu sendiri dan mengkomunikasikan hasilnya. Proses yang dilakukan mencakup pemosisian, identifikasi, verifikasi, pengukuran, dan deteksi cacat.



Gambar 2.1 Ilustrasi *Vision Inspection System*

2.3 Kamera sebagai *Vision Sensor*

Kamera merupakan sebuah perangkat yang dapat merekam gambar yang dapat disimpan secara langsung, dikirim keperangkat lain, atau keduanya. Gambar-gambar tersebut dapat berupa gambar diam (*still-life photographs*) atau gambar bergerak seperti video atau film. Istilah kamera berasal dari kata camera obscura (bahasa latin untuk "ruang gelap"), sebuah mekanisme awal untuk memproyeksikan gambar. Kamera modern yang sekarang adalah merupakan hasil evolusi dari kamera obscura.

Kamera dapat bekerja dengan cahaya spektrum yang terlihat atau bagian lain dari spektrum elektromagnetik. Kamera pada umumnya, terdiri dari suatu cekungan tertutup dengan bukaan (*aperture*) pada salah satu ujungnya agar cahaya dapat masuk, dan rekaman atau permukaan untuk melihat untuk dapat menangkap cahaya diujung lainnya. Sebagian besar kamera memiliki lensa yang diposisikan didepan pembukaan kamera untuk dapat mengumpulkan cahaya yang masuk dan memfokuskan seluruh atau sebagian gambar.

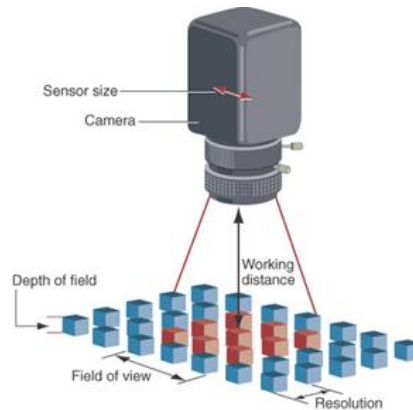
Kamera memiliki berbagai fungsi, salah satunya adalah sebagai vision sensor. Vision sensor merupakan sensor yang memiliki kemampuan untuk

mendeteksi barang dengan menggunakan teknologi penangkapan ataupun perekaman gambar. Beberapa fungsi kamera sebagai vision sensor diantaranya:

1. *Guide*, kamera berfungsi sebagai pengarah sistem
2. *Inspect*, kamera berfungsi sebagai alat inspeksi
3. *Identification*, kamera sebagai alat untuk mengamati suatu objek
4. *Gauge*, kamera sebagai alat ukur

Terdapat beberapa istilah sebagai parameter fundamental dari suatu kamera sebagai vision sensor, seperti:

1. *Working Distance*, yaitu jarak antara lensa kamera dengan objek kerja
2. *Field of View (FOV)*, yaitu area yang dapat dilihat dari objek yang diperiksa. Dengan kata lain, itu adalah bagian dari objek yang mengisi sensor kamera.
3. *Depth of Field (DOF)*, yaitu kemampuan untuk mempertahankan jumlah kualitas gambar yang diinginkan ketika objek diposisikan lebih dekat ataupun lebih jauh dari fokus terbaik. Depth of field juga berlaku untuk objek dengan kedalaman karena lensa dengan DOF tinggi dapat menggambarkan keseluruhan objek dengan jelas.
4. Resolusi, yaitu menunjukkan ukuran dari besar kecilnya pixel, semakin tinggi resolusi semakin banyak jumlah pixel dan sebaliknya semakin rendah resolusi semakin sedikit jumlah pixel dalam satu ukuran sebuah gambar atau foto.
5. *Accuracy*, yaitu ketelitian kamera dalam mengolah objek gambar.
6. *Sensor Size*, yaitu ukuran area aktif sensor kamera, biasanya ditentukan pada dimensi horizontal. Parameter ini penting dalam menentukan file perbesaran lensa yang diperlukan untuk mendapatkan bidang pandang yang diinginkan.



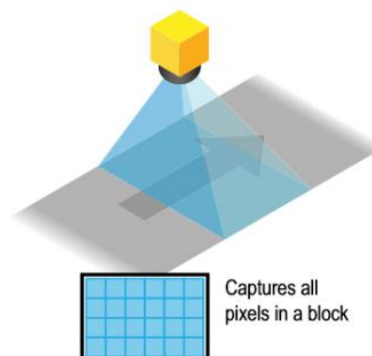
Gambar 2. 2 Istilah dalam Kamera

2.4 Kamera

Terdapat dua jenis metode akuisisi citra suatu objek yaitu dengan menggunakan *area scan camera* dan *line scan camera*. Perbedaan utama antara kedua metode ini adalah cara pengambilan gambar dari masing-masing jenis kamera.

2.4.1 *Area Scan Camera*

Area scan camera atau dikenal dengan kamera pemindai area memiliki sensor berbentuk persegi panjang yang dapat menangkap / memindai gambar dalam satu bingkai. Gambar yang dihasilkan memiliki lebar dan tinggi yang berbanding lurus dengan jumlah piksel pada sensor.

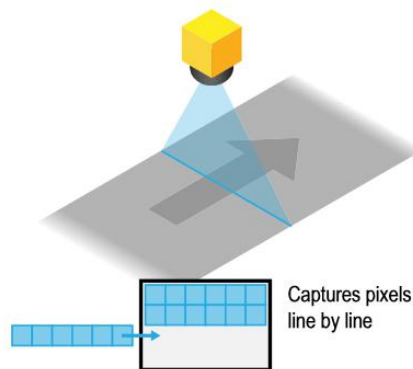


Gambar 2.3 Ilustrasi *Area Scan Camera*

Sensor yang digunakan dalam kamera memiliki matriks piksel gambar yang besar sehingga gambar dua dimensi yang biasa dapat dihasilkan dalam satu siklus eksposur. Penggunaan *area scan camera* banyak dipakai untuk menangkap atau memindai citra objek yang tidak bergerak.

2.4.2 *Line Scan Camera*

Line scan camera atau kamera pemindai garis membaca data gambar satu baris dalam satu waktu. Jenis kamera ini tidak mengamati gambar secara keseluruhan, melainkan meninjaunya dengan tepat baris demi baris.



Gambar 2.4 Ilustrasi *Line Scan Camera*

Saat objek bergerak melewati kamera, garis piksel baru akan diperoleh kemudian gambar secara lengkap akan direkonstruksi pada perangkat lunak baris demi baris. Proses akuisisi gambar yang unik ini unggul dalam menangkap bagian diskrit yang bergerak secara cepat pada konveyor, memeriksa semua sisi objek silinder, dan membuat gambar objek yang sangat besar. Peralatan seperti pemindai dokumen, mesin fotokopi, dan mesin faks yang memindai dokumen ke dalam memori menggunakan teknologi pemindaian garis, seperti halnya jalur produksi dan distribusi di bidang manufaktur dan logistik yang mengandalkan teknologi seperti ini untuk memperoleh gambar yang memiliki resolusi tinggi dengan cepat untuk pemeriksaan komponen yang terperinci.

2.5 Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable logic controller (PLC) adalah suatu mikroprosesor yang memiliki perangkat input dan output yang berhubungan dengan perangkat luar seperti sensor, relay dan kontaktor yang digunakan untuk otomatisasi proses industri seperti pengendalian mesin disuatu line tertentu. PLC dapat menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi logika, sequencing, pewaktuan (*timing*), pencacah (*counting*) dan aritmatika. Program yang digunakan untuk mengoperasikannya berupa ladder diagram yang kemudian harus dijalankan oleh PLC, dengan kata lain PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada perangkat keluarannya. Ladder diagram berisikan input dan output yang diletakkan disebuah baris yang disebut rung. Disebut ladder diagram karena tampilannya memang seperti tangga.

PLC secara bahasa berarti pengontrol logika yang dapat diprogram, tetapi pada kenyataannya, PLC secara fungsional tidak terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. Sebuah PLC dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relatif kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi dan lain-lain. Hampir semua aplikasi kontrol listrik membutuhkan PLC. Perancangan PLC pada kontrol listrik digunakan untuk menghilangkan beban ongkos perawatan dan penggantian sistem kontrol mesin berbasis relay. Adapun ciri atau karakteristik PLC memiliki beberapa aspek sebagai berikut :

1. PLC adalah suatu sistem berbasis mikroprosesor yang memiliki fungsi-fungsi dan fasilitas utama dari sebuah mikro komputer.
2. PLC diprogram melalui programming unit yang bisa berupa terminal komputer dengan VDU (*Video Display Unit*) dan keyboard atau dengan terminal portabel khusus (mirip kalkulator dengan tampilan LCD). Pada saat ini PLC dapat di program melalui PC.
3. PLC mengontrol suatu alat berdasarkan status masukan/keluaran suatu alat dan program.



Gambar 2.5 *Programmable Logic Controller*

Cara kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang tersimpan didalam memori untuk kemudian menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan perangkat luar.

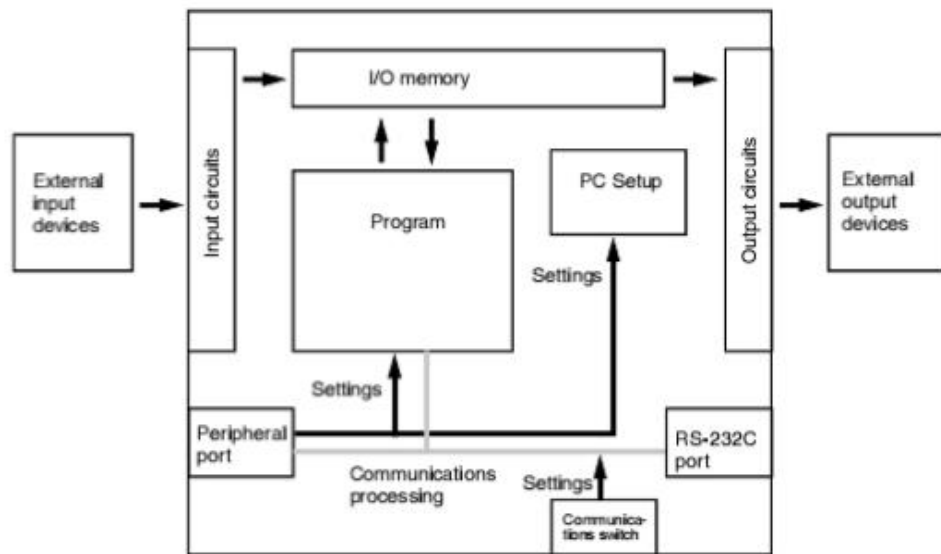
2.5.1 Struktur Dasar PLC

PLC mempunyai struktur dasar yang terdiri dari:

1. *Central Prosesing Unit (CPU)* - berfungsi untuk mengontrol dan mengawasi semua pengopersian dalam PLC, melaksanakan program yang disimpan didalam memori. Selain itu, CPU juga memproses dan menghitung waktu, memonitor waktu pelaksanaan perangkat lunak dan
2. Menterjemahkan program perantara yang berisi logika dan waktu yang dibutuhkan untuk komunikasi data dengan pemrogram.
3. Memori - terdapat dalam PLC yang berfungsi untuk menyimpan program dan memberikan lokasi-lokasi dimana hasil-hasil perhitungan dapat disimpan didalamnya. PLC menggunakan peralatan memori semi konduktor seperti RAM (*Random Acces Memori*), ROM (*Read Only Memori*), dan PROM (*Programmable Read Only Memori*). RAM

mempunyai waktu akses yang cepat dan program-program yang terdapat di dalamnya dapat diprogram ulang sesuai dengan keinginan pemakainya. RAM disebut juga sebagai volatile memori, maksudnya program-program yang terdapat mudah hilang jika *supply* listrik padam. Dengan demikian, untuk mengatasi *supply* listrik yang padam tersebut maka diberi *supply* cadangan daya listrik berupa baterai yang disimpan pada RAM. Baterai ini mempunyai jangka waktu kira-kira lima tahun sebelum harus diganti.

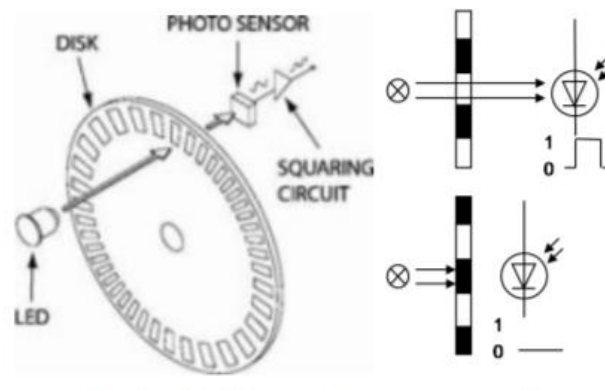
4. Input / Output - Sebagaimana PLC yang direncanakan untuk mengontrol sebuah proses atau operasi mesin, maka peran modul input / output sangatlah penting karena modul ini merupakan suatu perantara antara perangkat kontrol dengan CPU. Suatu peralatan yang dihubungkan ke PLC yang mengirimkan suatu sinyal ke PLC dinamakan peralatan input. Sinyal masuk ke dalam 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 memori 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. Setiap input/output memiliki alamat dan nomor urutan khusus yang digunakan selama membuat program untuk memonitor satu persatu aktivitas input dan output didalam program. Indikasi urutan status dari input output ditandai dengan *Light Emitting Diode* (LED) pada PLC atau modul input/output. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan pengecekan proses pengoperasian input / output dari PLC itu sendiri.
5. *Power Supply* - PLC tidak akan beroperasi bila tidak ada *supply* daya listrik. *Power supply* merubah tegangan input menjadi tegangan listrik yang dibutuhkan oleh PLC. Dengan kata lain sebuah suplai daya listrik mengkonversikan suplai daya PLN (220 V) ke daya yang dibutuhkan CPU atau modul input /output.



Gambar 2. 6 Struktur Internal Unit CPU PLC

2.6 Rotary Encoder

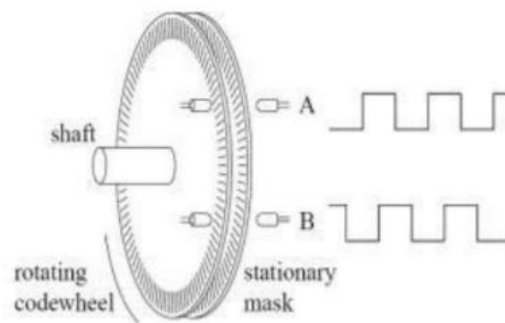
Rotary encoder adalah perangkat elektro-mekanis yang mengubah posisi sudut atau gerakan poros atau gandar menjadi sinyal keluaran analog atau digital. *Rotary encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *rotary encoder* untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. *Rotary encoder* tersusun dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang pada bagian lingkaran piringan. *Light Emitting Diode (LED)* ditempatkan pada salah satu sisi piringan sehingga cahaya akan menuju ke piringan. Di sisi yang lain, suatu *photo-transistor* diletakkan sehingga *photo-transistor* ini dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berseberangan. Apabila posisi piringan mengakibatkan cahaya dari LED dapat mencapai *photo-transistor* melalui lubang-lubang yang ada, maka *photo-transistor* akan mengalami saturasi dan akan menghasilkan suatu pulsa gelombang persegi.



Gambar 2.7 Bagan *Rotary Encoder*

2.6.1 Incremental Encoder

Incremental encoder merupakan salah satu jenis *rotary encoder* yang dapat digunakan untuk mengukur posisi sudut dari sebuah shaft yang berotasi. *Incremental encoder* menggunakan sebuah piringan dengan beberapa lubang. *Incremental encoder* terdiri dari dua track atau single track dan dua sensor yang disebut channel A dan B. Ketika poros berputar, deretan pulsa akan muncul di masing-masing channel pada frekuensi yang proporsional dengan kecepatan putar sedangkan hubungan fase antara channel A dan B menghasilkan arah putaran. Dengan menghitung jumlah pulsa yang terjadi terhadap resolusi piringan maka putaran dapat diukur. Untuk mengetahui arah putaran, dengan mengetahui channel mana yang leading terhadap channel satunya dapat kita tentukan arah putaran yang terjadi karena kedua channel tersebut akan selalu berbeda fase seperempat putaran (*quadrature signal*). Sering kali terdapat output channel ketiga, disebut index, yang menghasilkan satu pulsa per putaran berguna untuk menghitung jumlah putaran yang terjadi.



Gambar 2.8 Struktur Piringan pada *Incremental Encoder*

Pada enkoder jenis ini, arah putaran diperoleh dari beda fase 2 buah rangkaian pulsa. Rangkaian pulsa pertama (pulsa A) dan rangkaian pulsa kedua (pulsa B). Terdapat pula sebuah pulsa ketiga (pulsa Z) yang berfungsi sebagai pulsa sinkronisasi, yang akan muncul sekali dalam satu putaran. Pulsa Z ini disebut pula pulsa perintah (*command pulse*) yang digunakan untuk menghitung putaran batang enkoder. Dengan mendeteksi 2 buah pulsa A dan pulsa B, maka dapat diketahui arah dan jumlah putaran yang telah ditempuh batang enkoder.

Resolusi pada *incremental encoder* adalah jumlah pulsa yang dihasilkan rotary encoder dalam satu putaran penuh. Dimana jumlah pulsa yang dihasilkan dalam 1 putaran adalah sama dengan jumlah lubang pada piringan enkoder. Semakin banyak lubang pada piringan sebuah enkoder maka semakin tinggi pula resolusinya. Sebagai contoh, jika sebuah *incremental encoder* memiliki 1000 lubang, dan telah berputar sebanyak 180 derajat, maka pulsa yang dihasilkan ialah sebanyak 500 pulsa.