

#3

TEORI DASAR OTOMASI**Materi Pertemuan #3 (Online #2)****Kemampuan Akhir Yang Diharapkan**

Mampu mengidentifikasi kebutuhan otomasi dalam suatu sistem manufaktur/jasa dan mampu menganalisa aspek teknis dan non teknis perancangan sistem otomasi dalam suatu sistem manufaktur/jasa terkait dengan teori dasar otomasi.

Indikator Penilaian

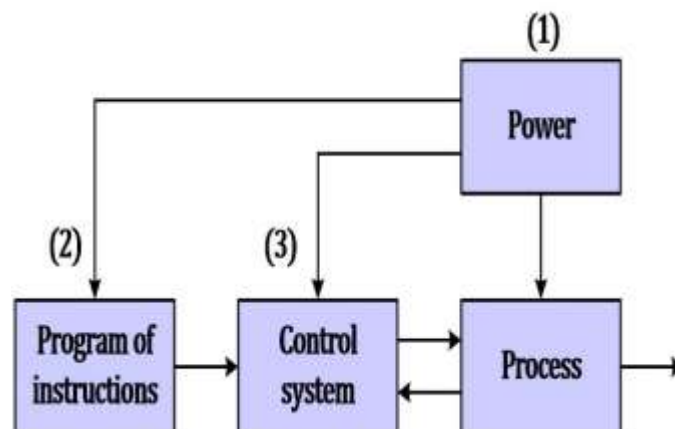
Ketepatan dalam mengidentifikasi kebutuhan otomasi dalam suatu sistem manufaktur/jasa dan menganalisa aspek teknis dan non teknis perancangan sistem otomasi dalam suatu sistem manufaktur/jasa terkait dengan teori dasar otomasi.

3.1. Elemen Dasar Sistem Otomasi

Sistem terotomasi terdiri dari tiga elemen dasar, yaitu:

- 1) Daya (*power*)
Untuk menyelesaikan proses dan mengoperasikan sistem.
- 2) Program instruksi (*program of instructions*)
Untuk mengarahkan atau mengatur proses.
- 3) Sistem kendali (*control system*)
Untuk melaksanakan instruksi.

Dalam Gambar 1 dapat dilihat konfigurasi dari elemen dasar sistem terotomasi.



Gambar 1. Elemen Dasar Sistem Terotomasi

3.2. Daya (Power)

Sumber daya utama dalam sistem otomasi adalah daya listrik. Dalam banyak hal, daya listrik memiliki banyak keuntungan baik penggunaan untuk proses-proses sistem otomasi maupun tanpa otomasi, antara lain:

- 1) Daya listrik mudah diperoleh dengan harga yang layak.
- 2) Daya listrik dapat dengan mudah dikonversikan ke bentuk energi alternatif seperti: mekanik, termal, cahaya, akustik, hidrolik, dan pneumatik.
- 3) Daya listrik pada level yang rendah dapat difungsikan sebagai transmisi signal, pemrosesan informasi, serta penyimpanan data dan komunikasi.
- 4) Daya listrik dapat disimpan dalam baterai untuk penggunaan dalam lokasi dimana tidak ada sumber eksternal daya listrik.

Sumber daya yang lain seperti bahan bakar fosil, energi matahari, air, dan angin jarang digunakan dalam sistem otomasi.

Dalam industri, istilah proses mengacu pada operasi manufaktur yang digunakan untuk merubah bentuk benda kerja. Bentuk daya yang digunakan dalam industri dapat berupa daya mekanik, listrik, termal, dan cahaya, tetapi semua bentuk daya ini dapat dikonversikan dari daya listrik. Dalam Tabel 1 dapat dilihat proses dan bentuk daya pada industri.

Tabel 1. Proses dan Bentuk Daya Dalam Industri

Proses	Bentuk Daya
Penuangan	Termal
Pemesinan Pelepasan Muatan Listrik	Listrik
Penempaan	Mekanik
Perlakuan Panas	Termal
Pencetakan Injeksi	Termal dan Mekanik
Pemotongan Dengan Sinar Laser	Cahaya dan Termal
Pemesinan	Mekanik
Pembentukan Logam Lembaran	Mekanik
Pengelasan	Termal (dan Mekanik)

Sebagai tambahan, untuk menjalankan proses manufaktur, daya juga dibutuhkan untuk fungsi penanganan material, yaitu:

- 1) Pemasangan dan pelepasan unit kerja (*loading and unloading the work unit*) dari mesin.
- 2) Transportasi material diantara operasi-operasi.

Adapun fungsi daya dalam otomasi, antara lain:

- 1) Untuk unit pengendali (*controller unit*)
Pengendalian dalam industri modern berbasis pada komputer digital, yang membutuhkan daya listrik untuk membaca program instruksi, membuat

kalkulasi kendali, dan melaksanakan instruksi dengan mentransmisikan perintah ke peralatan pelaksana (*actuating devices*).

- 2) Untuk melaksanakan signal kendali
Perintah yang dikirimkan oleh unit pengendali, dilaksanakan oleh peralatan elektromekanik yang disebut aktuator.
- 3) Untuk pemrosesan data akuisisi dan data informasi
Dalam kebanyakan sistem kendali data harus dikumpulkan dari proses dan digunakan sebagai masukan ke logaritma kendali. Sebagai tambahan persyaratan proses mungkin termasuk mencatat performansi proses atau kualitas produk.

3.3. Program Instruksi

Dalam proses manufaktur, setiap *part* atau produk yang dibuat melalui suatu operasi tertentu membutuhkan satu atau lebih tahapan pemrosesan. Tahapan-tahapan pemrosesan ini dilakukan selama satu siklus kerja. Dalam satu siklus kerja, dapat diselesaikan satu *part* baru (beberapa operasi manufaktur, dalam satu siklus kerja dapat menghasilkan lebih dari satu part, misalnya operasi pencetakan injeksi plastik).

Tahapan-tahapan pemrosesan untuk siklus kerja tertentu dispesifikasikan dalam satu program siklus kerja (*work cycle program*). Dalam sistem kendali numerik (*numerical control*) program siklus kerja disebut program *part*.

Dalam proses terotomasi sederhana, siklus kerja terdiri dari satu tahapan utama yaitu untuk melaksanakan parameter proses tunggal (*single process parameter*) pada suatu level tertentu, yang sering disebut dengan program siklus kerja sederhana.

Sebagai contoh adalah memelihara/menentukan temperatur suatu tungku pada nilai yang direncanakan untuk durasi siklus perlakuan panas. Dalam hal ini, pemrograman hanya meliputi pengaturan temperatur pada tungku, dimana untuk merubah program, operator dengan mudah merubah pengaturan temperatur. Hal yang sederhana ini dapat dikembangkan untuk menentukan lebih dari satu parameter proses, misalnya temperatur dan lingkungan.

Dalam sistem yang lebih kompleks, suatu siklus kerja terdiri dari banyak tahapan yang berulang tanpa penyimpangan dari siklus ke siklus berikutnya, yang sedring disebut dengan program siklus kerja sistem kompleks.

Kebanyakan operasi manufaktur *part* diskrit termasuk dalam katagori ini. Secara sederhana tahapan proses meliputi kegiatan, antara lain:

- 1) Memasang (*load*) part ke mesin produksi;
- 2) Melaksanakan proses, dan
- 3) Melepaskan (*unload*) part dari mesin produksi.

Dalam setiap tahapan, terdapat satu atau lebih kegiatan yang meliputi perubahan satu atau lebih parameter proses. Parameter proses merupakan masukan terhadap proses, antara lain:

- 1) Pengaturan temperatur tungku,
- 2) Nilai sumbu koordinat dalam sistem penempatan,
- 3) Nilai buka atau tutup dalam suatu sistem aliran fluida, dan
- 4) Motor hidup (*on*) atau mati (*off*).

Contoh Program Siklus Kerja

Misalkan suatu operasi pembubutan terotomasi dilakukan untuk pembuatan geometri bentuk konis. Anggaplah sistem otomasi menggunakan robot untuk memasang dan melepas unit kerja, maka siklus kerja terdiri dari tahapan berikut:

- 1) Memasang benda kerja,
- 2) Menempatkan pahat potong ke posisi pembubutan,
- 3) Proses pembubutan,
- 4) Mengembalikan pahat ketempat yang aman pada akhir pembubutan,
- 5) Melepaskan benda kerja yang telah selesai dikerjakan.

Tentukan kegiatan dan parameter proses dalam setiap tahapan operasi!

Solusi Kasus Program Siklus Kerja

- 1) Tahapan (1)
 - a) Kegiatan terdiri dari: manipulator robot menjangkau benda kerja, mengangkat dan memposisikan benda kerja tersebut ke pencekam mesin bubut, dan menggerakkan kembali manipulator ke tempat yang aman untuk menanti pelepasan.
 - b) Parameter proses untuk kegiatan ini adalah:
 - nilai sumbu-sumbu manipulator robot (yang berubah secara *continue*),
 - nilai pemegangan robot (terbuka atau tertutup),
 - nilai pencekaman mesin bubut (terbuka atau tertutup).
- 2) Tahapan (2)
 - a) Kegiatan meliputi pergerakan pahat ke posisi yang telah ditentukan.
 - b) Parameter proses yang berhubungan dengan kegiatan ini adalah posisi sumbu koordinat pahat.

- 3) Tahapan (3)
 - a) Operasi pembubutan.
 - b) Hal ini membutuhkan kendali secara simultan dari tiga parameter proses:
 - kecepatan rotasi benda kerja,
 - hantaran,
 - kedalaman potong yaitu jarak radial pahat potong dari sumbu rotasi.
- 4) Tahapan (4) dan (5)

Meliputi kegiatan balik berturut-turut seperti kegiatan (2) dan (1), dengan parameter proses yang sama.

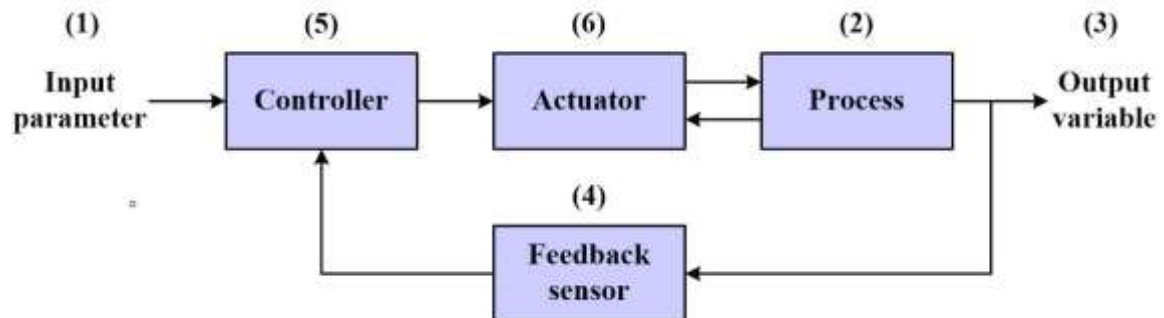
3.4. Sistem Kontrol

Terdapat 2 jenis sistem kontrol dalam sistem terotomasi, antara lain:

- 1) Sistem Kontrol Jaringan tertutup (*closed loop*)
- 2) Sistem Kontrol Jaringan terbuka (*open loop*).

Sistem Kontrol Jaringan Tertutup

Dikenal sebagai sistem kendali umpan balik (*feedback control system*). Dalam sistem ini, variabel *output* dibandingkan dengan parameter *input*, dan perbedaan antara keduanya digunakan untuk menjalankan *output* yang sesuai dengan *input* nya. Dalam Gambar 2 dapat dilihat konfigurasi sistem kontrol jaringan tertutup.



Gambar 2. Sistem Kontrol Jaringan Tertutup

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa elemen dasar yang terdapat dalam sistem kontrol tertutup, antara lain:

- 1) Parameter *input*

Umumnya digunakan sebagai *set-point*, yang menyatakan nilai *output* yang diinginkan.
- 2) Proses

Fungsi atau operasi yang akan dikendalikan (dalam pembahasan ini proses merupakan operasi manufaktur).

- 3) *Variabel output*
Adalah variabel proses yaitu pengukuran kinerja kritis dalam proses, seperti temperatur, gaya atau laju aliran.
- 4) *Sensor*
Digunakan untuk mengukur variabel *output* dan melakukan fungsi umpan balik dalam sistem jaringan tertutup.
- 5) *Controller*
Membandingkan *output* dengan *input* dan melakukan penyesuaian (*adjustment*) sehingga sesuai dengan yang diinginkan dalam proses untuk mengurangi perbedaan antara keduanya (*output* dengan *input*).
- 6) *Actuator*
Merupakan piranti keras (*hardware*) yang digunakan untuk melaksanakan penyesuaian yang dilakukan oleh *controller*. Aktuator yang digunakan mungkin lebih dari satu, biasanya berupa motor listrik atau katup aliran.

Sistem Kontrol Jaringan Terbuka

Dioperasikan tanpa jaringan umpan balik. Dalam sistem ini, operasi pengendalian dilaksanakan tanpa pengukuran variabel *output*, jadi parameter *input* tidak dibandingkan dengan variabel *output* yang diinginkan. Dalam Gambar 3 dapat dilihat konfigurasi sistem kontrol jaringan terbuka.



Gambar 3. Sistem Kontrol Jaringan Terbuka

Terdapat kelemahan dari sistem kontrol jaringan terbuka yaitu kerja *actuator* sering tidak sesuai dengan yang dikehendaki pada proses. Sedangkan keuntungan dari sistem kontrol jaringan terbuka adalah sederhana dan murah.

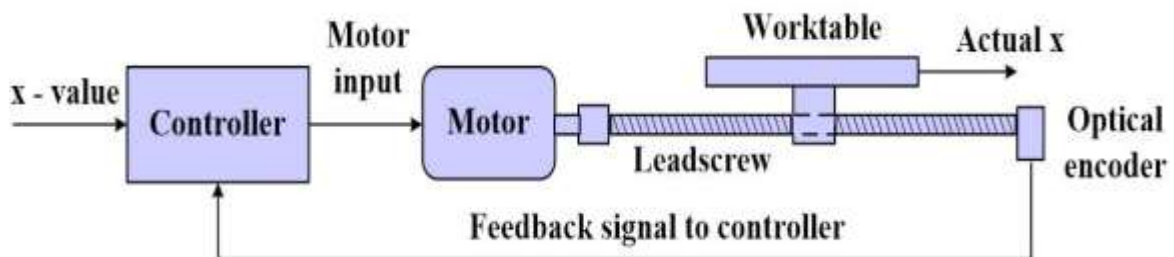
Sistem kontrol jaringan terbuka umumnya digunakan, bila:

- 1) Kegiatan yang dilaksanakan oleh sistem kontrol sederhana;
- 2) Fungsi *actuator* sangat handal;
- 3) Gaya reaksi yang melawan aktivasi sangat kecil.

Bila karakteristik tersebut tidak dimiliki oleh sistem kontrol, maka sebaiknya menggunakan sistem kontrol jaringan tertutup.

Sistem Penempatan Jaringan Tertutup

Untuk penempatan dari sistem kontrol jaringan tertutup dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sistem Penempatan Jaringan Tertutup

Beberapa penjelasan yang dapat diuraikan berdasarkan Gambar 4, antara lain:

- 1) Sistem digunakan untuk menggerakkan *Work Table* ke lokasi seperti yang ditentukan oleh nilai koordinat;
- 2) Umumnya sistem penempatan memiliki paling sedikit dua sumbu dengan satu sistem kendali untuk setiap sumbu (namun dalam Gambar 4 hanya satu sumbu);
- 3) Servomotor DC dihubungkan dengan *Leadscrew* yang merupakan aktuator untuk setiap sumbu;
- 4) Suatu signal yang menunjukkan nilai koordinat dikirimkan dari *Controller* ke *Motor*, dan menjalankan *Leadscrew* dimana gerakan memutar ulir dikonversikan menjadi gerakan linear ke posisi meja yang dikehendaki;
- 5) Posisi x yang sesungguhnya diukur oleh *Optical Encoder*, dan perbedaannya dengan nilai koordinat x yang dikehendaki, oleh *Controller* digunakan untuk menggerakkan *Motor* kembali hingga posisi meja sesungguhnya sesuai dengan nilai posisi *input*.

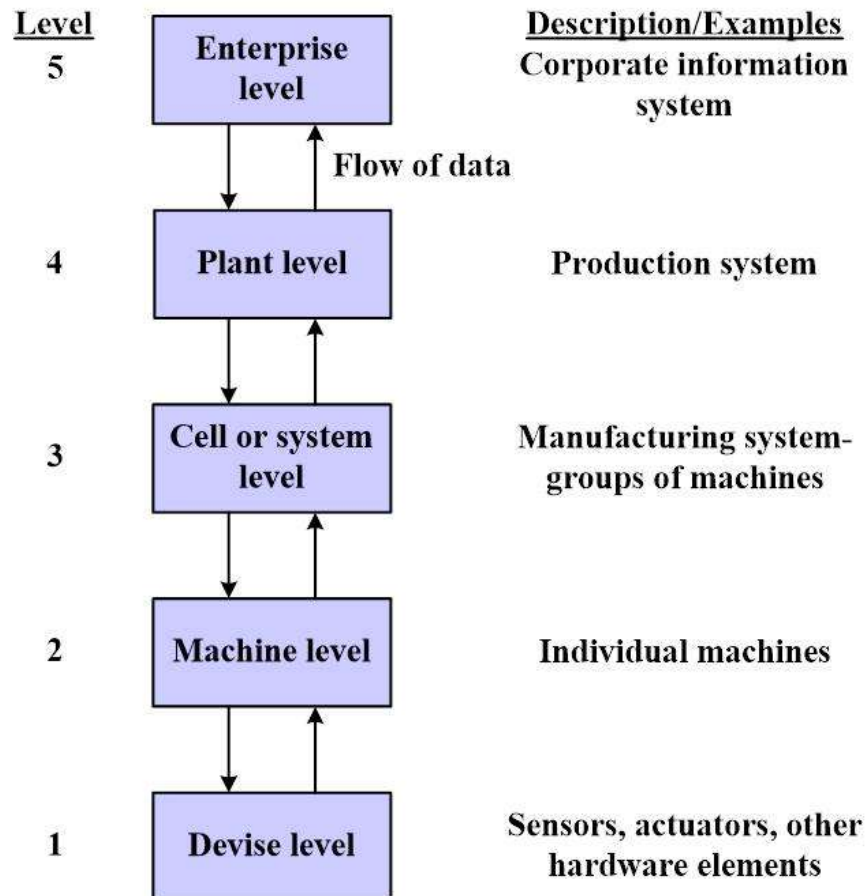
3.5. Fungsi Mutakhir Otomasi

Beberapa fungsi mutakhir dari otomasi, antara lain:

- 1) Pemonitoran keselamatan (*safety monitoring*)
Suatu sistem terotomasi sering dirancang untuk menghindari bahaya terhadap tenaga kerja yang mungkin timbul dalam pelaksanaan operasi.
- 2) Perawatan dan diagnosa perbaikan (*maintenance and repairs diagnostics*)
Sistem terotomasi dapat membantu mengidentifikasi sumber yang potensial akan mengalami kesalahan fungsi dan kerusakan pada sistem.
- 3) Pendeteksian dan penanggulangan kesalahan (*error detection and recovery*)
Dengan bantuan komputer pengendali, tidak hanya diagnosa kesalahan fungsi yang dapat dilakukan, tetapi dapat digunakan untuk mendeteksi kesalahan dan memperbaiki sistem sehingga dapat dioperasikan secara normal kembali.

3.6. Level Otomasi

Konsep dari sistem otomasi dapat diterapkan dalam berbagai level operasi-operasi manufaktur. Dalam Gambar 5 dapat dilihat struktur dari level otomasi yang umumnya digunakan dalam operasi manufaktur.



Gambar 5. Level Otomasi

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa terdapat lima kemungkinan level otomasi, yaitu:

- 1) Level peralatan (*device level*)
- 2) Level mesin (*machine level*),
- 3) Level sel atau sistem (*cell or system level*),
- 4) Level pabrik (*plant level*),
- 5) Level perusahaan (*enterprise level*).

Forum

Tuliskan judul jurnal yang terdapat pada link di pertemuan ini. Selain itu jika terdapat pertanyaan atau apapun yang terkait dengan materi ke-3 serta tugas pertemuan #3 (online #2) dapat juga dituliskan pada Forum ini.

Link Jurnal

Untuk memahami materi ke 3 ini, silahkan baca jurnal yang terkait dengan pembahasan materi ke-3 yang dapat dilihat pada link berikut.

<http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/kitekro/article/viewFile/8376/6789>

Kuis

Jawab pertanyaan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai.

1. Yang **bukan** merupakan elemen dasar sistem otomasi, adalah:
 - a. Daya
 - b. Program instruksi
 - c. Sistem kendali
 - d. Proses
2. Sumber daya utama dalam sistem otomatis, adalah:
 - a. Daya mekanik
 - b. Daya termal
 - c. Daya cahaya
 - d. Daya listrik
3. Tahapan-tahapan pemrosesan untuk siklus kerja tertentu, disebut:
 - a. Program instruksi
 - b. Program *part*
 - c. Program kerja
 - d. Program siklus kerja
4. Yang **tidak** terdapat dalam sistem kontrol jaringan terbuka, adalah:
 - a. *Controller*
 - b. *Actuator*
 - c. *Process*
 - d. *Sensor*
5. Yang **bukan** merupakan fungsi mutakhir otomasi, adalah:
 - a. Pemonitoran keselamatan
 - b. Perawatan dan diagnosa perbaikan
 - c. Pendeteksian dan penanggulangan kesalahan
 - d. Robot

Tugas

Jawablah pertanyaan dibawah ini yang bersumber dari jurnal yang ada pada pertemuan ini:

1. Latar belakang dari penelitian tersebut.
2. Tujuan dari penelitian tersebut.
3. Metode yang digunakan pada penelitian tersebut.
4. Hasil dari penelitian tersebut.
5. Manfaat dari hasil penelitian tersebut.

Daftar Pustaka

- Asfahl C. R, 1995, Robot and Manufacturing Automation, Singapore, John Willey & Sons
- D. Bedworth, M. Hendeerson and P. Wolfe, 1991, Computer Integrated Design, McGraw-Hill
- Frank D. Petruzella, 1996, Industrial Electronics, McGraw-Hill
- Groover, Mikell P., 2001, Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, Second Edition, New Jersey, Prentice Hall Inc.
- Katsuhiko Ogata, 1995, Teknik Kontrol Automatik, Jakarta, Penerbit Erlangga
- Richard C. Dorf, Andrew Kusiak, 1994, Handbook of Design, Manufacturing and Automation, John Wiley & Soons Inc.
- T. C Chang, R Wysk and H. P Wabng, 1998, Computer Aided Manufacturing Integrated Manufacturing, New Jersey, Prentice Hall Inc.
- Thomas O. Bouchery, 1996, Computer Automation in Manufacturing, Chapman & Hall