

Peralatan FA untuk Pemula (Servo)

Ini adalah tinjauan ringkas tentang Servo untuk pemula.

Pendahuluan Tujuan Kursus

Ini adalah kursus pendahuluan yang ditujukan bagi pemula untuk mempelajari hal-hal dasar tentang Servo.

Pendahuluan Struktur Kursus

Berikut adalah silabus dalam kursus ini.
Sebaiknya Anda memulai kursus dari Bab 1.

Bab 1 - Apa yang dimaksud dengan Servo?

Mempelajari hal-hal dasar tentang Servo, termasuk: fungsi, penerapan praktis, prinsip, dan strukturnya.

Bab 2 - Perbedaan antara Inverter dan Servo

Mempelajari tentang perbedaan penggunaan dan spesifikasi, perbandingan struktur dasar, serta penggantian Inverter dengan Servo.

Tes Akhir

Nilai lulus: 60% atau lebih tinggi.

Pendahuluan Cara menggunakan Alat e-Learning ini

Buka halaman berikutnya		Membuka halaman berikutnya.
Kembali ke halaman sebelumnya		Kembali ke halaman sebelumnya.
Beralih ke halaman yang diinginkan		"Daftar Isi" akan ditampilkan, memungkinkan Anda untuk menavigasi ke halaman yang diinginkan.
Keluar dari kursus		Keluar dari kursus Jendela seperti layar "Daftar Isi" dan kursus akan ditutup.

Pendahuluan Tindakan Pencegahan untuk Keamanan Penggunaan

Tindakan Pencegahan untuk Keselamatan

Sebelum menggunakan perangkat keras, bacalah Tindakan Pencegahan untuk Keselamatan dalam buku panduan perangkat dan ikuti informasi keselamatan terkait yang terdapat di dalamnya.

Bab 1 Apa yang dimaksud dengan servo?

1.1 Fungsi Servo

Kata "servo" digunakan untuk situasi di mana objek bergerak ke posisi target atau mengikuti sasaran bergerak. Kata "servo" berasal dari kata Latin, servos, yang berarti budak, dan "mekanisme servo" (disingkat "servo"). Servo adalah sistem kontrol yang mengontrol mesin menurut perintah yang dikeluarkan. Mekanisme servo memungkinkan kontrol posisi, kecepatan, torsi, atau kombinasi dari semua kontrol ini.

Kontrol posisi	Kontrol kecepatan	Kontrol torsi
<p>Servo secara akurat menggerakkan atau menghentikan objek pada posisi yang ditetapkan.</p> <p>Servo bahkan dapat memposisikan objek dengan presisi submikron ($\mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$), dan berulang kali memulai/menghentikan objek.</p>	<p>Servo sangat responsif terhadap kecepatan target meskipun kecepatan berubah.</p> <p>Servo juga dapat meminimalkan perbedaan kecepatan dari kecepatan target bila beban berubah.</p> <p>Operasi kontinu dimungkinkan pada berbagai rentang kecepatan.</p>	<p>Servo secara akurat mengontrol torsi meskipun beban berubah.</p> <p>*Torsi adalah gaya yang menghasilkan putaran.</p>

1.1

Fungsi Servo



Untuk operasi kecepatan tinggi dan presisi tinggi, mekanisme servo mengirimkan umpan balik, memverifikasi operasinya setiap saat untuk mengikuti instruksi dengan benar.

Sangatlah penting untuk secara akurat mengontrol dan meminimalkan perbedaan antara sinyal perintah serta sinyal umpan balik.

Definisi "mekanisme servo" menurut Japan Industrial Standard (JIS):

Sistem kontrol untuk mengontrol objek dengan mengikuti perubahan target menggunakan posisi target, orientasi, postur, dan faktor lainnya.

Mekanisme servo terutama terdiri atas sistem dan bagian yang tercantum di bawah ini.

Bagian perintah	Bagian ini menghasilkan sinyal perintah operasi.
Bagian pengontrol	Bagian ini menggerakkan motor dan bagian lainnya menurut perintah.
Bagian mesin penggerak dan detektor	Bagian ini menggerakkan target yang dikontrol dan mendeteksi status target.

Sebagian besar mekanisme menggunakan sistem hidrolis atau pneumatik. Namun, sistem elektrik yang baru telah digunakan secara luas karena lebih mudah dirawat. Servo AC adalah motor elektrik yang paling umum digunakan untuk kontrol FA yang memerlukan keakuratan.

Motor Servo memiliki enkoder yang mendeteksi sudut putaran, kecepatan, dan arah. Motor mengirimkan informasi yang terdeteksi tersebut ke penguat servo (bagian kontrol) sebagai umpan balik.

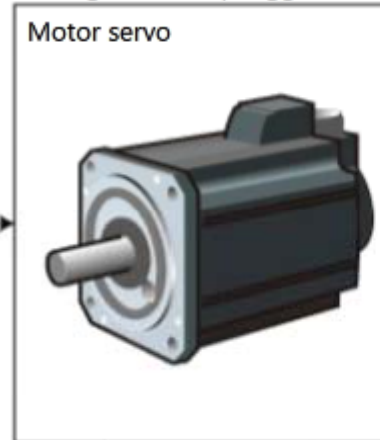
(1) Bagian perintah



(2) Bagian pengontrol



(3) Bagian mesin penggerak dan detektor



Sinyal perintah

Suplai listrik

Umpan balik (Pengembalian)

Jenis motor servo

Secara umum, terdapat tiga jenis motor servo: Motor servo AC seri SM (sinkron) , motor servo AC seri IM (induksi), dan servo motor DC. Untuk perangkat dan sistem FA, servo AC seri SM paling umum digunakan dalam kapasitas rendah atau menengah.

Bebas perawatan	Motor servo DC memerlukan pemeriksaan dan perawatan sikat penyearah arus.
Ketahanan terhadap lingkungan	Motor servo DC tidak boleh digunakan dalam penerapan yang mengharuskan lingkungan selalu bersih karena menghasilkan debu abrasi sikat.
Pembangkitan daya selama pemadaman listrik	Motor servo AC seri IM tidak boleh digunakan selama pemadaman listrik karena tidak memiliki magnet permanen.

1.1

Fungsi Servo



Jenis	Struktur	Fitur	
		Keuntungan	Kerugian
Motor servo AC seri SM (Sinkron)		<p>Bebas perawatan. Ketahanan terhadap lingkungan sangat baik. Torsi tinggi. Kontrol pembangkitan daya selama pemadaman listrik. Ringkas dan ringan. Peringkat daya tinggi.</p>	<p>Kontrol dengan penguat servo sedikit lebih rumit dibandingkan motor servo DC. Respons 1:1 diperlukan antara motor dan penguat servo. Demagnetisasi mungkin terjadi.</p>
Motor servo AC seri IM (Induksi)		<p>Bebas perawatan. Ketahanan terhadap lingkungan. Kecepatan tinggi dan torsi tinggi. Efisiensi tinggi pada kapasitas tinggi. Struktur kokoh.</p>	<p>Efisiensi rendah pada kapasitas rendah. Kontrol dengan penguat servo lebih rumit dibandingkan motor servo DC. Tidak ada kontrol pembangkitan daya selama pemadaman listrik. Karakteristiknya berubah tergantung pada temperatur.</p>
Motor servo DC		<p>Kontrol dengan penguat servo lebih sederhana. Pembangkitan daya selama pemadaman listrik. Harga rendah pada kapasitas rendah. Peringkat daya tinggi.</p>	<p>Memerlukan perawatan dan pemeriksaan terhadap komponen di sekitar penyearah arus. Tidak dapat digunakan dalam penerapan yang mengharuskan lingkungan selalu bersih karena menghasilkan debu abrasi sikat. Tidak dapat digunakan pada torsi tinggi dikarenakan sikatnya. Demagnetisasi mungkin terjadi.</p>

[Jenis enkoder]

<Enkoder inkremental dan enkoder absolut>

Motor servo sering kali dilengkapi enkoder absolut yang tidak memerlukan operasi pengembalian ke asal setelah pemadaman listrik.

Enkoder absolut memiliki detektor posisi absolut untuk mendeteksi posisi dalam putaran dan detektor multi-putaran yang menghitung jumlah putaran.

Data detektor multi-putaran didukung dengan baterai untuk mencegah terhapusnya data saat pemadaman listrik terjadi.

Secara umum, enkoder optik digunakan bila ukuran yang ringkas dan resolusi yang tinggi diperlukan. Namun, enkoder magnetik dapat lebih cocok digunakan bila ketahanan terhadap lingkungan secara khusus diperlukan. (ketahanan tinggi terhadap noda dan kotoran serupa).

Prinsip enkoder optik ditampilkan dalam diagram di bawah ini.

Beberapa enkoder mampu mencapai resolusi yang tinggi (1 juta pulsa/putaran), sehingga meningkatkan metode deteksi.

1.1

Fungsi Servo



Perbandingan enkoder (Umum)

Item	Enkoder inkremental	Enkoder absolut
Output	Output nilai inkremental. Pulsa dihasilkan menurut perubahan dalam sudut putaran.	Output nilai absolut. Nilai absolut dari sudut putaran dihasilkan.
Respons selama pemadaman listrik	Memerlukan operasi pengembalian ke asal pada saat penyalaan.	Tidak memerlukan operasi pengembalian ke asal pada saat penyalaan.
Harga	Harga rendah karena strukturnya relatif sederhana.	Harga tinggi karena strukturnya relatif rumit.
Struktur		
Informasi tambahan	Enkoder inkremental, dengan beberapa slit optik pada disk yang berputaran, mengkonversi data posisi slit menjadi sinyal elektrik dengan mendeteksi cahaya yang lewat melalui slit tetap dengan fotodiode.	Enkoder absolut secara konstan mendeteksi posisi sumbu motor (enkoder absolut terpasang pada sumbu motor). Enkoder tersebut tidak memerlukan operasi pengembalian ke asal pada saat penyalaan karena tidak memerlukan penghitungan pulsa.

Mekanisme servo digunakan dalam ragam penerapan yang sangat luas di berbagai bidang dikarenakan fleksibilitasnya.

Servo diterapkan pada sejumlah perangkat dalam kehidupan kita sehari-hari, misalnya drive DVD komputer dan hard disk, mekanisme pengumpan kertas dalam mesin foto kopi, dan mekanisme pengumpan pita dalam kamera video digital. Servo juga digunakan dalam penerapan industri, misalnya mekanisme kontrol penerbangan dan mesin penggerak untuk teleskop astronomi.

Beberapa contoh penerapan servo AC yang digunakan di bidang FA akan digambarkan di bawah ini.

Servo AC pada tahun 1980-an memiliki fungsi terdepan dalam mesin penggerak kecepatan variabel untuk perangkat FA melalui penggunaannya di bidang kontrol numerik (NC) dan robotik.

Pada tahun 1990-an, servo AC mulai digunakan dalam ragam penerapan yang lebih luas dikarenakan adanya perluasan pasar, yang beralih dari penggunaan sistem hidrolis ke sistem elektrik.

Dalam beberapa tahun terakhir, dengan adanya kemajuan dalam teknologi informasi (TI) termasuk komunikasi seluler, penerapan servo semakin bertambah secara drastis di bidang yang terkait misalnya pembuatan semikonduktor, perakitan komponen elektrik, dan penerapan layar kristal cair (LCD).

1. Penerapan pengangkutan
2. Penerapan mesin penggulung
3. Penerapan produk makanan
4. Penerapan semikonduktor
5. Penerapan pencetakan injeksi
6. Penerapan perakitan komponen elektronik

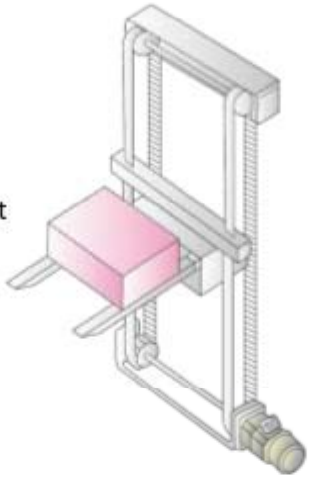
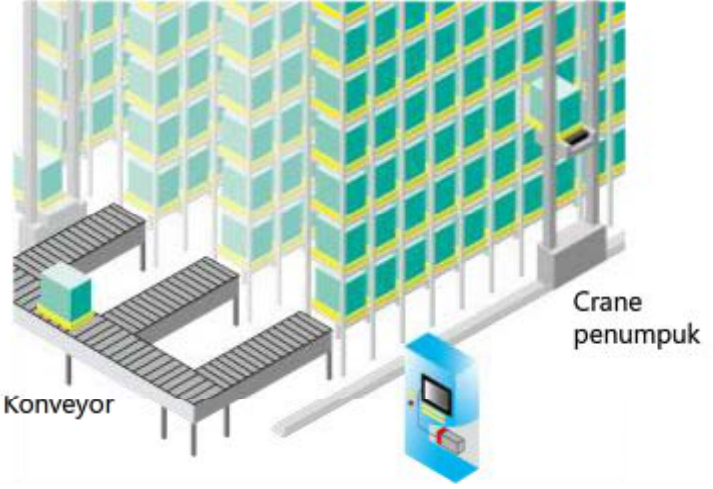
1.2

Contoh penerapan servo

**Kontrol pengangkutan**

Perangkat pengangkut adalah elemen yang sangat diperlukan di banyak bidang saat ini seiring dengan industri yang berkembang menjadi lebih canggih dan otomatis.

Beberapa contoh yang menggunakan servo di bidang ini akan ditampilkan di bawah ini.

Mesin pengangkut (Vertikal)	Sistem pengambilan gudang otomatis
<p>Servo menambah kecepatan mesin dan meningkatkan efisiensi produksi. Objek secara akurat berhenti di posisi yang ditetapkan.</p> <p>Motor servo yang memiliki sistem pengereman magnetik digunakan untuk mencegah objek pada mesin terjatuh selama pemadaman listrik.</p>	<p>Servo AC umumnya telah digunakan pada unit pengambilan dan pemindahan untuk memenuhi kebutuhan kecepatan tinggi dalam gudang yang diotomatisasi dengan sistem pengambilan gudang otomatis.</p> <p>Penggunaan motor servo AC menghasilkan kecepatan yang halus dan dapat disesuaikan dengan operasi kecepatan tinggi.</p> <p>Efisiensi pengelolaan persediaan logistik bertambah secara drastis dalam keseluruhan proses mulai dari pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk akhir menggunakan sistem pengambilan gudang otomatis yang digunakan dengan pengelolaan rantai pasokan (SCM).</p>
<p>Mesin pengangkut</p> 	 <p>Konveyor</p> <p>Crane penumpuk</p>

1.2 Contoh penerapan servo

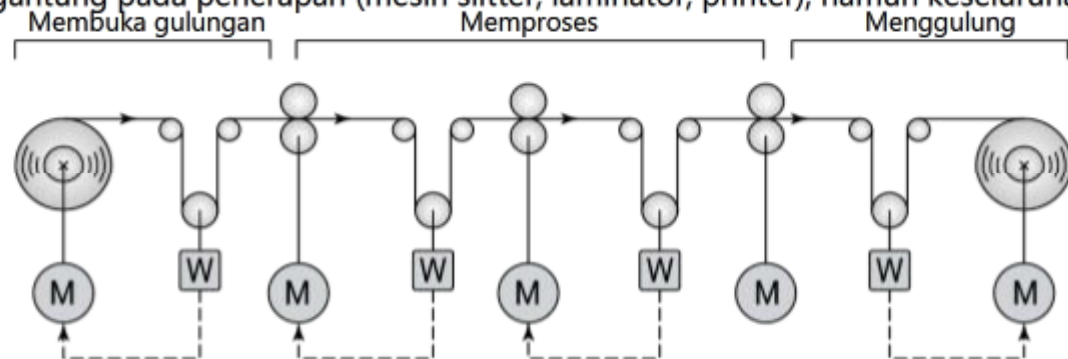
Penerapan mesin penggulung

Mesin penggulung menangani potongan material yang panjang misalnya kertas atau film. Material ini juga disebut "jaringan".

Operasi penggulangan terutama terdiri atas tiga langkah: membuka gulungan material, memproses material, dan menggulung material menjadi gulungan.

Metode pemrosesan mungkin berubah tergantung pada penerapan (mesin slitter, laminator, printer), namun keseluruhan strukturnya sama.

Diagram Mekanisme Umum:



Mesin slitter	Mesin laminator
Slitter adalah mesin yang memasukkan slit ke dalam benda kerja pada rol penggulung di proses akhir. Kekakuan dikontrol sehingga mesin pemotong memasukkan slit dengan benar.	Laminator adalah perangkat yang memasang dan menyegel untuk menggabungkan beberapa lapisan film. Kekakuan dikontrol dengan benar agar jumlah tekanan yang tepat diterapkan pada film. Mesin pelapis, printer, dan jenis peralatan lainnya memiliki mekanisme yang sama.

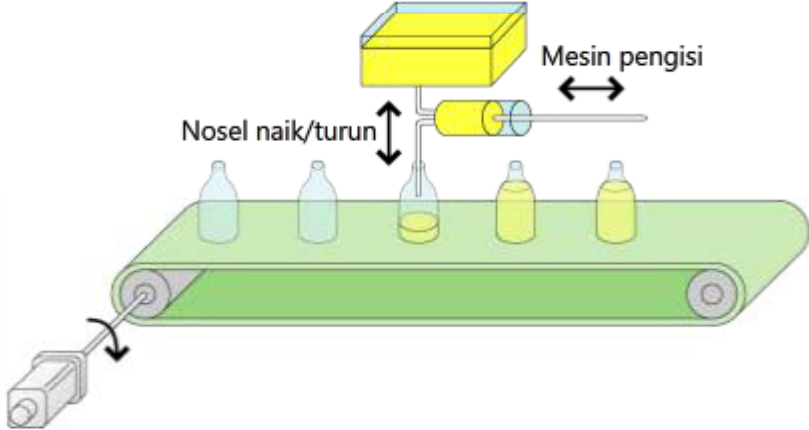
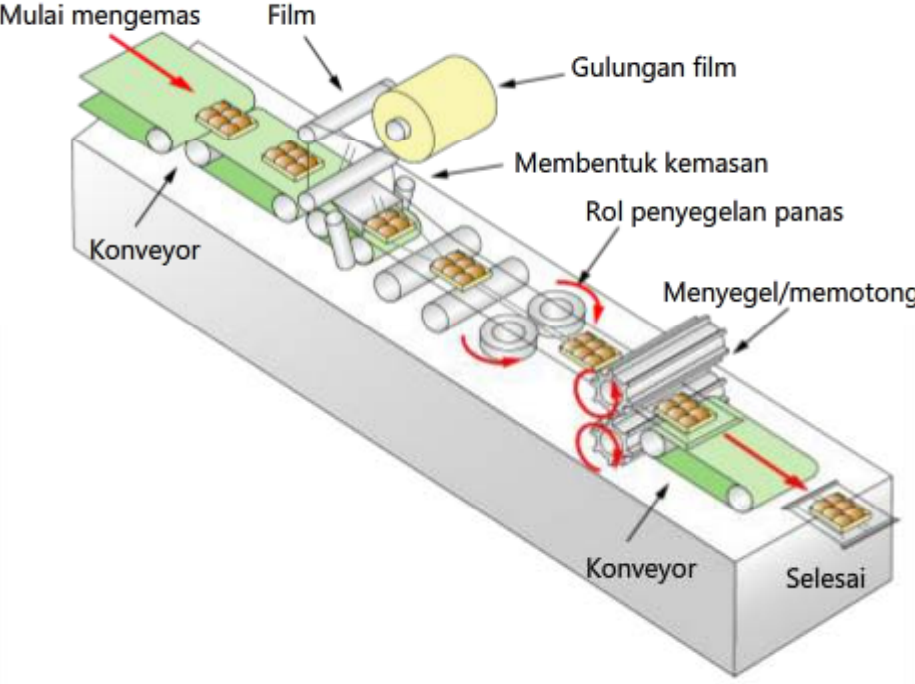
1.2

Contoh penerapan servo



Penerapan produk makanan

Pemrosesan makanan yang lebih aman dan berkualitas lebih tinggi kini semakin diperlukan, sehingga servo yang sering digunakan sebagai solusi untuk banyak bidang juga merambah ke pemrosesan makanan.

Lini mesin pengisi	Lini mesin pengemas
	
<p>Mesin pengisi mengisi botol dalam beragam bentuk dan ukuran dengan berbagai jenis cairan pada kecepatan tinggi. Proses pengisian dikontrol sehingga botol diisi dengan jumlah yang tepat sesuai ukurannya pada kecepatan tinggi tanpa menimbulkan busa.</p>	<p>Mekanisme servo memastikan produk makanan disegel dan dikemas secara akurat dan dengan cara yang bersih. Sangatlah penting bahwa jumlah film yang tepat dipotong dari gulungan menurut ukuran dari setiap produk makanan.</p>

1.2**Contoh penerapan servo****Penerapan semikonduktor**

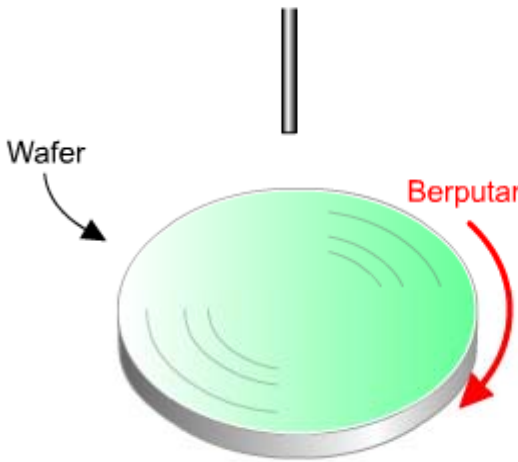
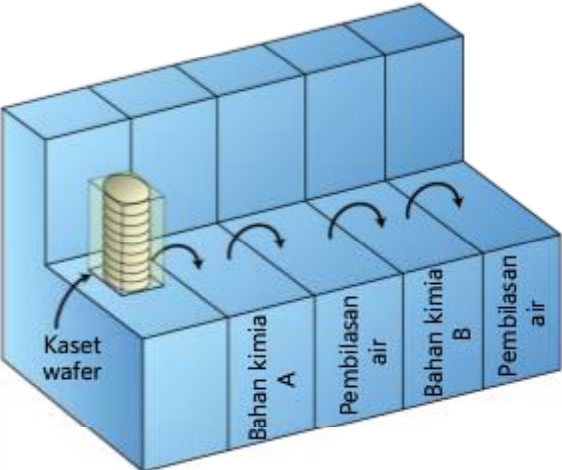
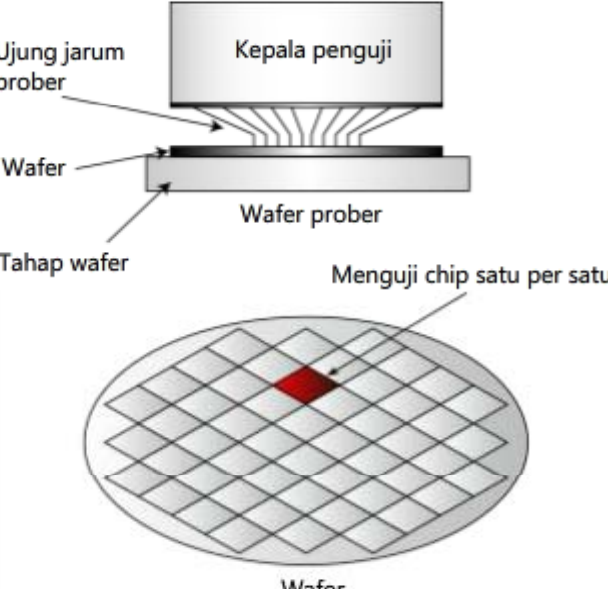
Proses pembuatan semikonduktor biasanya dilakukan pada tingkat submikron.

Oleh karena itu, semikonduktor memerlukan presisi pemrosesan yang sangat tinggi dan lingkungan yang bersih.

Sistem servo umumnya digunakan karena dapat memenuhi syarat ini.

Teknologi semikonduktor secara konstan berkembang, sehingga kebutuhan terhadap teknologi servo dengan tingkat yang lebih tinggi pun semakin besar.

1.2 Contoh penerapan servo

Pelapisan putar	Pembersihan wafer	Wafer prober
<p>Pembuatan sirkuit semikonduktor menggunakan prinsip fotografis. Mesin pelapis putar menerapkan bahan pelindung foto pada wafer semikonduktor. Mesin pelapis putar menggunakan prinsip gaya sentrifugal untuk meneteskan larutan bahan pelindung tipis pada wafer secara menyebar dan merata di atas keseluruhan permukaan. Jika putaran wafer terlalu cepat, bahan pelindung dapat terlepas dari wafer. Sebaliknya, jika putaran wafer terlalu lambat, bahan pelindung mungkin tidak menyebar di atas permukaan secara merata.</p>	<p>Pembuatan semikonduktor menggunakan prinsip fotografis dan memerlukan penyelesaian beberapa tahap pembersihan di sepanjang prosesnya. Wafer dicelupkan dalam larutan kimia dan air (air murni) untuk melarutkan, menetralkan, dan membersihkan impuritas, lalu dikeringkan. Terdapat pemrosesan batch yang memproses beberapa wafer secara bersama dalam satu kaset dan pemrosesan wafer tunggal yang memproses wafer satu per satu.</p>	<p>Sejumlah besar chip LSI diproduksi dari satu wafer, dan setiap chip akan diuji menggunakan wafer prober serta alat pengujian sebelum proses perakitan. Saat jarum prober ditempatkan secara langsung pada permukaan chip, posisinya harus akurat. Langkah ini harus diproses pada kecepatan tinggi.</p>
		

1.2

Contoh penerapan servo

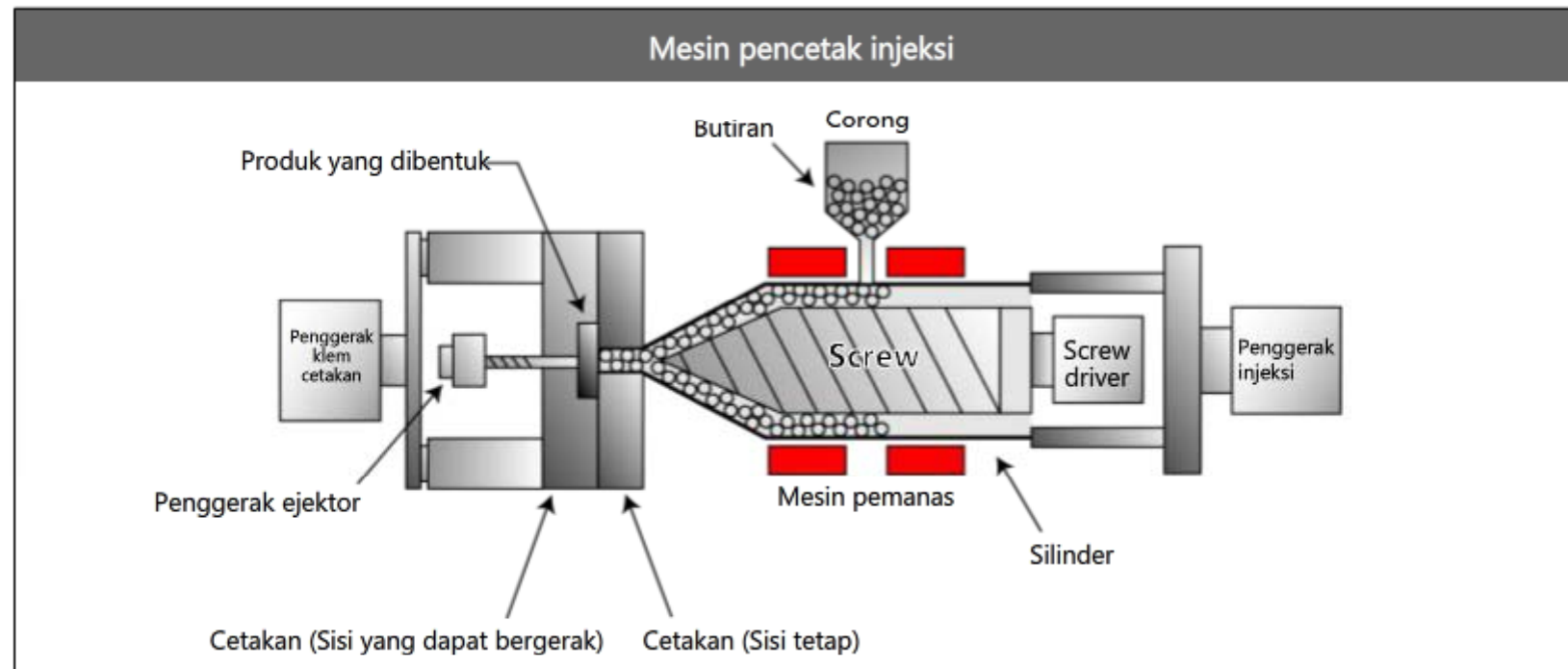


Penerapan pencetakan injeksi

Mesin pencetak injeksi adalah perangkat yang membuat komponen plastik.

Material plastik dipanaskan dan dilelehkan, lalu diinjeksikan ke dalam cetakan untuk membuat komponen.

Mesin pencetak konvensional terutama menggunakan kontrol hidrolik, namun semakin banyak mesin pencetak yang saat ini menerapkan sistem servo AC untuk menghemat listrik.



Material plastik dan butiran dilelehkan dengan mesin pemanas di dekat rakitan sumbu silinder-screw, lalu diinjeksikan ke dalam cetakan.

Setelah material mengeras, komponen yang terbentuk akan didorong dengan pin ejektor agar terlepas dari cetakan.

Kekuatan klem cetakan sangat tinggi. Sebagian besar ukuran kekuatan untuk penerapan komponen besar bahkan melebihi 3000 ton.

1.2

Contoh penerapan servo

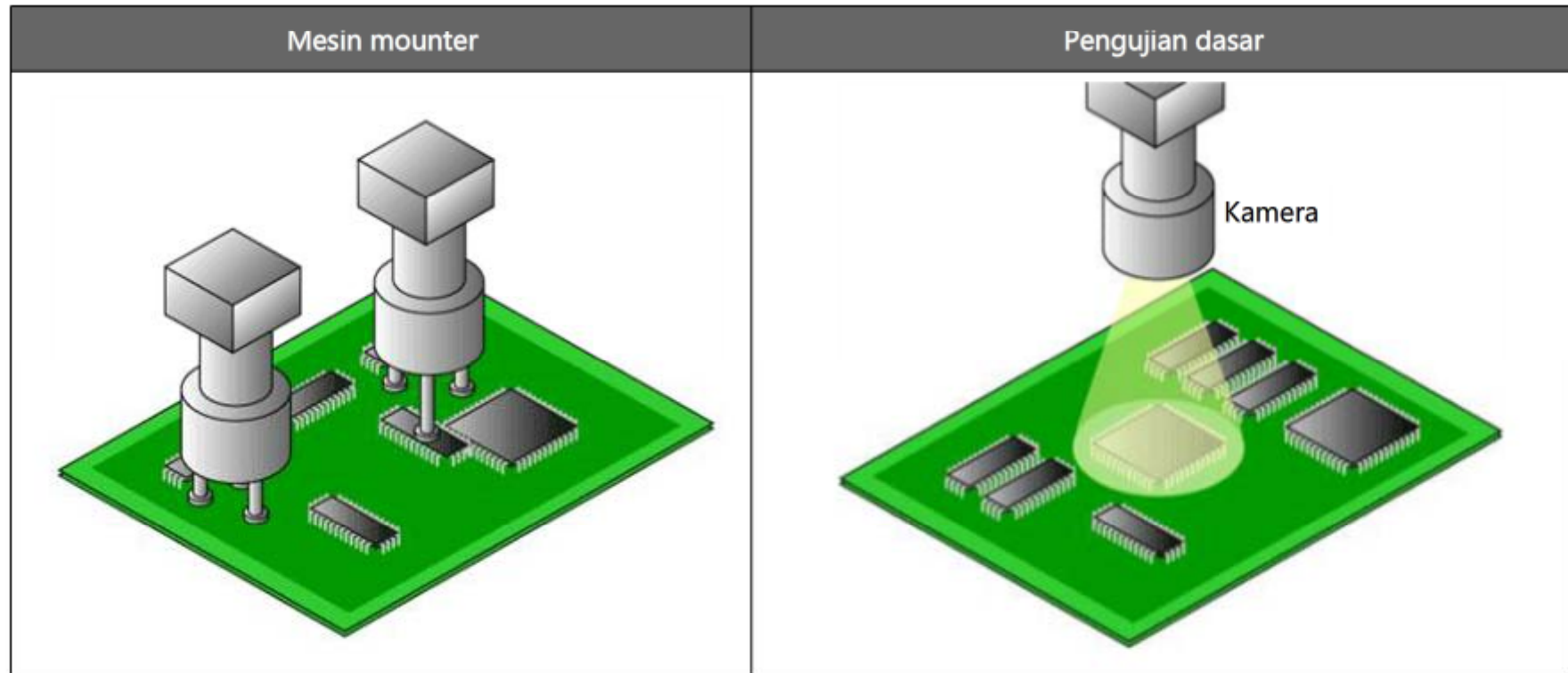
**Penerapan perakitan komponen elektronik**

Mesin mounter adalah perangkat yang memasang komponen elektronik misalnya chip LSI pada papan sirkuit, sehingga diperlukan kecepatan dan presisi yang tinggi.

Teknologi pemasangan yang canggih baru-baru ini secara khusus diperlukan untuk flip-flop (chip semikonduktor yang dipasang langsung pada papan sirkuit), penumpukan chip, dan teknologi yang terkait lainnya.

Unit detektor juga menjadi hal penting dalam perakitan papan sirkuit berkecepatan tinggi, yang diotomatisasi untuk meningkatkan produktivitas.

Dan, servo AC mampu memenuhi persyaratan ini.



Komponen elektronik (chip LSI, resistor, kapasitor, dll.) dipasang pada papan sirkuit cetak (PCB). Proses ini memerlukan pemosisian yang akurat dan kecepatan yang tinggi.

Komponen elektronik (IC, resistor, kapasitor, dll.) telah diuji untuk memastikan pemasangan yang benar pada PCB. Dalam beberapa kondisi, PCB itu sendiri mungkin diuji.

1.3

Prinsip dan struktur servo



Fitur utama sistem servo adalah kemampuan dalam membandingkan nilai perintah dan nilai saat ini serta berfungsi untuk meminimalkan perbedaan antara keduanya menggunakan kontrol umpan balik.

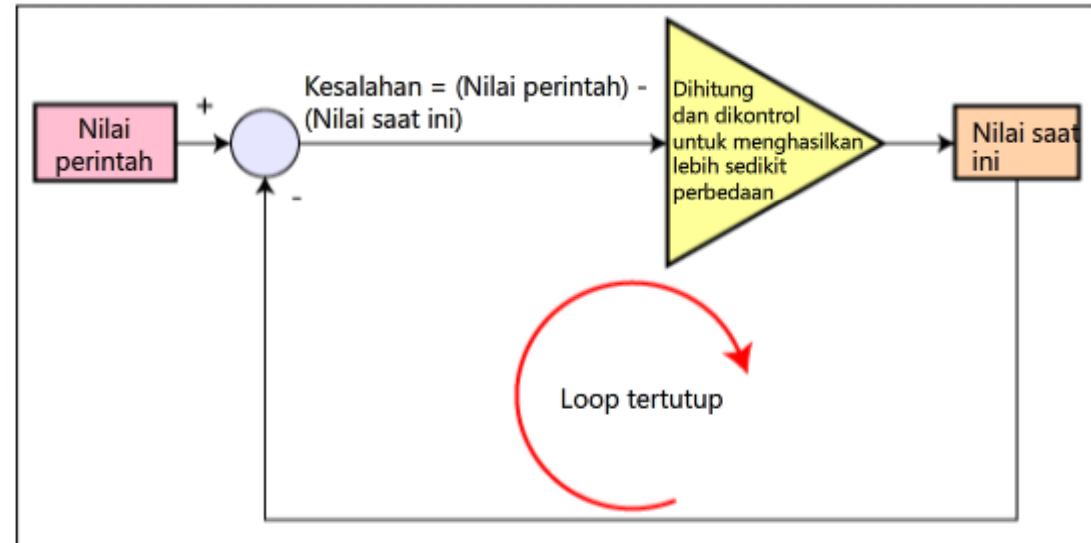
Kontrol umpan balik diberikan secara berulang untuk mesin (yang dikontrol) agar perintahnya diikuti seakurat mungkin. Jika penyimpangan terjadi, metode kontrol akan diubah dan umpan balik akan diulangi.

Loop dengan siklus yang terdiri atas "kesalahan → nilai saat ini → kesalahan" disebut sebagai loop tertutup karena loop tersebut menutup.

Sebaliknya, sistem yang tidak menggunakan umpan balik apapun disebut sebagai loop terbuka.



Siklus tersebut tidak hanya "Terus mengikuti perintah TANPA umpan balik". Kontrol akurat diberikan secara berulang untuk mengoreksi dan meminimalkan kesalahan.



1.3**Prinsip dan struktur servo**

Terdapat tiga mode perintah berbeda dalam sistem servo seperti tercantum di bawah ini. Mode akan diputuskan tergantung pada nilai perintahnya.

- (1) Mode kontrol posisi (2) Mode kontrol kecepatan (3) Mode kontrol torsi

Beberapa produk servo memungkinkan Anda mengalihkan mode selama operasi.

Mis.:

Beralih dari mode kontrol kecepatan ke mode kontrol torsi	Mesin berjalan pada kecepatan tetap (mode kontrol kecepatan) bila material mulai digulung pada rol penggulung. Selanjutnya, mode akan beralih ke mode kontrol torsi untuk memastikan material digulung pada kekakuan yang tetap.
---	--

Dalam beberapa tahun terakhir, kontrol Gerakan umumnya telah digunakan. Kontrol ini cocok bila pengontrol digunakan untuk mengontrol beberapa sumbu secara bersamaan.

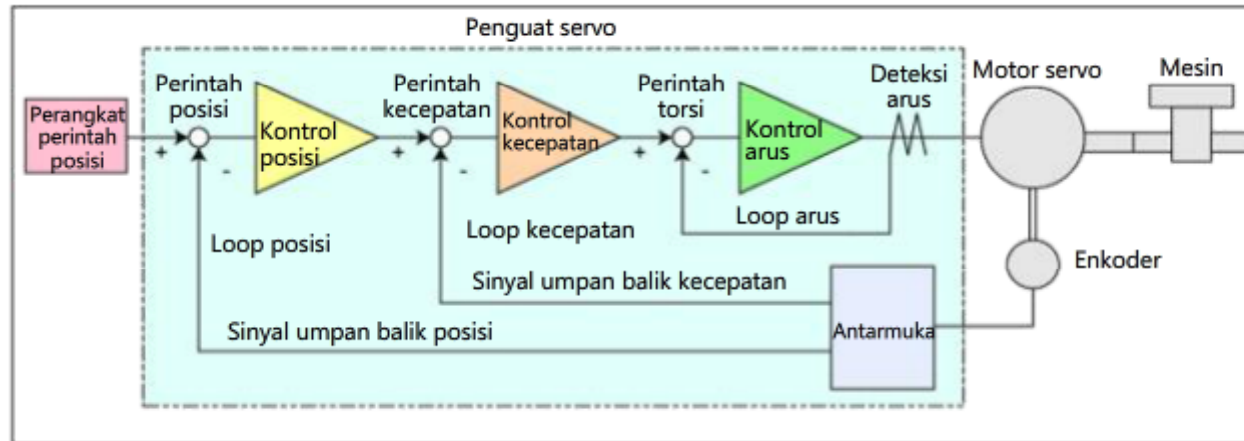
1.3

Prinsip dan struktur servo



Loop kontrol servo

Bagian ini berfokus pada aliran sinyal dalam servo. Berikut ini adalah struktur servo.



Dalam sistem servo AC, enkoder yang dipasang pada motor servo mendeteksi sinyal pulsa dan arus motor. Umpan balik dikirim ke penguat servo untuk mengontrol mesin sehingga mesin tersebut mengikuti perintah.

Tiga loop berbeda yang tercantum di bawah ini berada dalam umpan balik ini.

Loop posisi	Ini adalah loop yang mengontrol posisi menggunakan sinyal umpan balik posisi yang dihasilkan dari pulsa enkoder.
Loop kecepatan	Ini adalah loop yang mengontrol kecepatan menggunakan sinyal umpan balik kecepatan yang dihasilkan dari pulsa enkoder.
Loop arus	Ini adalah loop yang mengontrol torsi menggunakan sinyal umpan balik arus yang dihasilkan dari deteksi terhadap arus penguat servo.

1.3**Prinsip dan struktur servo**

Pada setiap loop, sinyalnya dikontrol sehingga perbedaan antara sinyal perintah dan sinyal umpan balik adalah nol. Kecepatan respons untuk loop ditampilkan di bawah ini secara berurutan dari loop yang lebih lambat hingga yang lebih cepat.

(Loop posisi) < (Loop kecepatan) < (Loop arus)

Jenis loop yang digunakan pada setiap mode kontrol tercantum di bawah ini.

Mode kontrol	Loop
Mode kontrol posisi	Loop posisi, loop kecepatan, loop arus
Mode kontrol kecepatan	Loop kecepatan, loop arus
Mode kontrol torsi	Loop arus (namun, kontrol kecepatan diperlukan dalam kondisi tanpa beban)

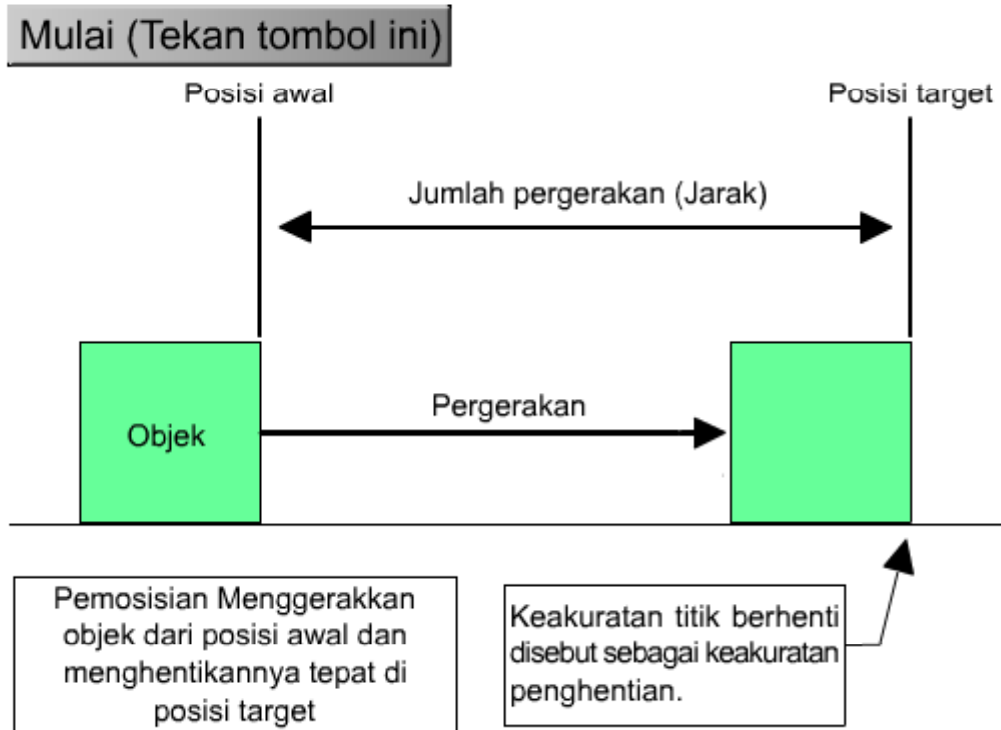
1.3 Prinsip dan struktur servo

[Mode kontrol posisi]

(a) Posisi target untuk kontrol pemosisian

Dalam sistem FA, "proses pemosisian" mencakup pemindahan objek misalnya memproses benda kerja atau mesin (bor, pemotong) pada kecepatan optimal dan menghentikannya pada posisi yang ditetapkan dengan presisi tinggi. Jenis kontrol ini disebut sebagai kontrol posisi.

Sebagian besar sistem servo dapat digunakan untuk kontrol pemosisian ini.



Dalam kontrol pemosisian, pemantauan akurat terhadap kondisi kecepatan motor diperlukan setiap saat. Oleh karena itu, enkoder yang mendeteksi kondisi kecepatan motor digunakan.

Selain itu, untuk mengikuti perintah pada kecepatan tinggi, motor servo menggunakan enkoder yang khusus dirancang untuk menambah torsi yang dihasilkan, yang merupakan bagian dari performa daya motor, dan mengurangi inersia motor itu sendiri.

1.3

Prinsip dan struktur servo



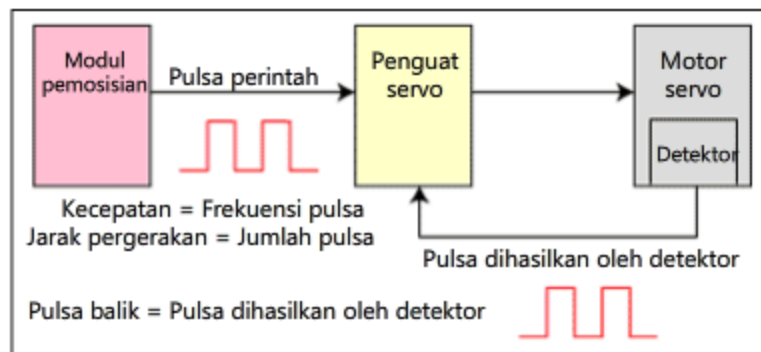
[Mode kontrol posisi]

(b) Hal-hal dasar kontrol pemosisian

Kontrol pemosisian dasar dalam sistem servo mencakup item di bawah ini.

- Jumlah pergerakan mesin berbanding lurus dengan jumlah pulsa perintah total.
- Kecepatan mesin berbanding lurus dengan kecepatan sekuens pulsa perintah (frekuensi pulsa).
- Pemosisian akan selesai dalam rentang kurang/lebih satu pulsa terakhir, dan posisinya akan dipertahankan selama tidak ada perintah posisi baru.

(Fungsi penguncian servo)



Oleh karena itu, presisi posisi untuk sistem servo ditentukan dengan hal berikut ini.

- Jumlah pergerakan sistem mekanis per putaran motor servo
- Jumlah pulsa output dari enkoder per putaran motor servo
- Kesalahan misalnya backlash(kerenggangan) dari sistem mekanis

1.3

Prinsip dan struktur servo



[Mode kontrol kecepatan]

Fitur kontrol kecepatan dalam sistem servo adalah bahwa mesin mampu berjalan pada rentang kecepatan yang luas dan akurat dengan sedikit perbedaan.

(a) Fungsi penyalan/penghentian yang halus



Percepatan (tingkat perubahan kecepatan) di sisi yang menaik/menurun dapat disesuaikan untuk mencegah guncangan pada mesin selama percepatan/perlambatan.

(b) Rentang kontrol kecepatan yang luas

Kecepatan dapat dikontrol pada rentang yang luas mulai dari sangat rendah hingga tinggi. (Sekitar 1:1000 hingga 1:5000) Karakteristik torsi terukur berada dalam rentang kontrol kecepatan.

(c) Tingkat perubahan kecepatan yang rendah

Mesin dapat berjalan dengan perubahan kecepatan yang rendah bila beban berubah.

1.3

Prinsip dan struktur servo

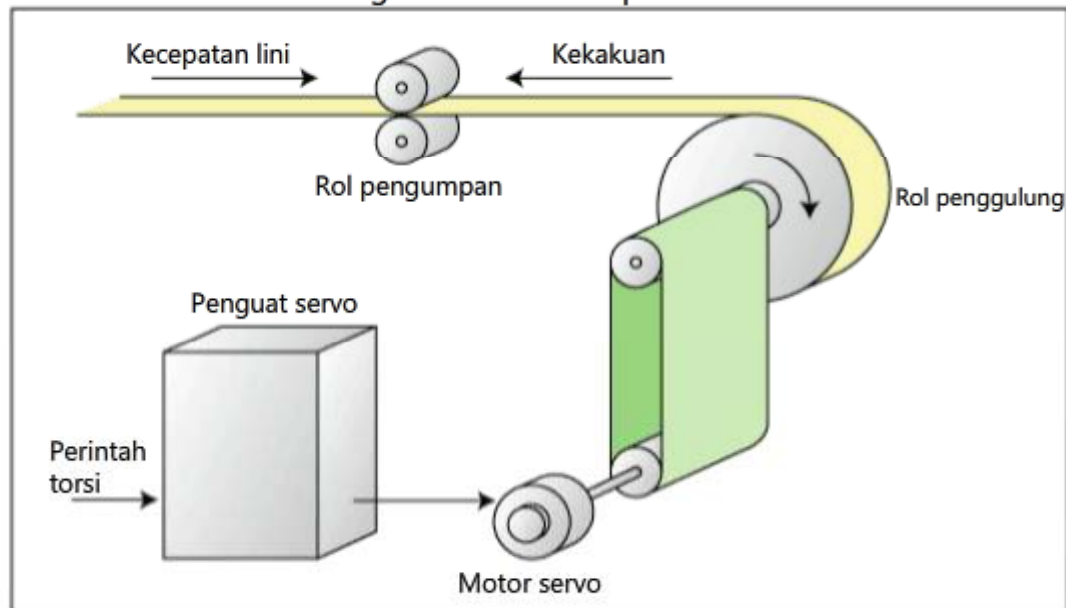


[Mode kontrol torsi]

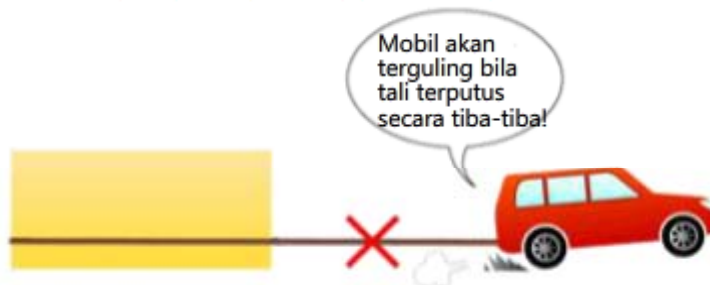
Torsi target dihasilkan dengan mengontrol arus motor servo dalam kontrol torsi.

<Contoh penggulungan>

- (a) Karena torsi beban bertambah saat radius rol penggulung bertambah, output torsi dari motor servo dikontrol secara sesuai agar kekakuan tetap konstan.



- (b) Pastikan nilai batas kecepatan ditetapkan karena motor dengan beban ringan akan berputaran pada kecepatan yang sangat tinggi, misalnya bila material secara tidak disengaja terhenti di tengah operasi.



Bab 2**Apa perbedaan antara inverter dan servo?****2.1****Perbedaan dalam penerapan dan spesifikasi**

Inverter serbaguna dan servo serbaguna secara mendasar berbeda dalam hal sasaran serta fungsinya. Pilihan Anda tergantung pada beberapa faktor seperti pola pengoperasian, kondisi beban, dan harga.



2.1

Perbedaan dalam penerapan dan spesifikasi



Perbandingan	Inverter (serbaguna)	Servo (serbaguna)
Penerapan kontrol	Digunakan untuk mengontrol kondisi normal yang relatif ringan.	Digunakan dalam penerapan yang memerlukan kontrol berkecepatan tinggi dan presisi tinggi untuk sementara.
Mode kontrol	Digunakan pada dasarnya untuk mode kontrol kecepatan.	Digunakan untuk mode kontrol posisi, kontrol kecepatan, dan kontrol torsi.
Motor	Motor (induksi) serbaguna digunakan.	Ditetapkan/dibatasi oleh kombinasi penguat servo.
Operasi dengan beberapa motor	Beberapa motor dapat digerakkan menggunakan satu inverter.	Secara mendasar, satu penguat servo digunakan untuk menggerakkan hanya satu motor.
Harga	(Secara relatif) Berharga rendah	(Secara relatif) Berharga tinggi
Responsivitas (lebih tinggi lebih baik)	Responsivitas rendah. Sekitar 100 rad/d.	Responsivitas tinggi. Sekitar 200 rad/d hingga 15000 rad/d.
Presisi penghentian	Maksimal sekitar 100 μm .	Maksimal sekitar 1 μm tersedia.
Frekuensi penyalaan/penghentian (Berapa kali mesin dapat dimulai/dihentikan)	Sekitar 20 rpm atau kurang.	Sekitar 20 rpm hingga 600 rpm.
Tingkat perubahan kecepatan	Tingkat perubahan tinggi. Mudah dipengaruhi oleh perubahan beban dan faktor lain seperti tidak tersedianya umpan balik kecepatan.	Tingkat perubahan rendah. Perubahan beban dan faktor lain dapat ditiadakan karena tersedianya umpan balik kecepatan.
Rentang pengoperasian kontinu (Operasi kontinu pada beban 100%)	Rentang terbatas. Sekitar 1:10.	Rentang luas. Sekitar 1:1000 hingga 1:5000.
Torsi maksimum (Rasio torsi terukur)	Sekitar 150%.	Sekitar 300%.
Output	Sekitar 100 W hingga 300 kW.	Sekitar 10 W hingga 60 kW.

2.2

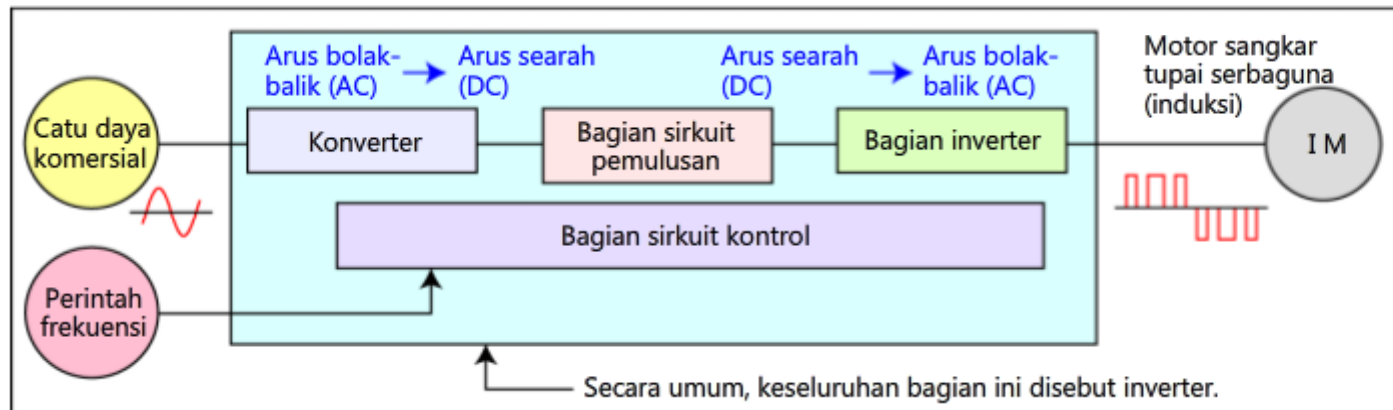
Perbandingan struktur dasar



Struktur dasar secara umum terbagi menjadi dua bagian. Pertama, sirkuit utama yang mengkonversi listrik. Kedua, sirkuit kontrol yang mengeluarkan perintah untuk menentukan bagaimana listrik dikonversi.

Sirkuit utama	<p>Secara struktur, inverter dan servo hampir sama.</p> <p>Satu perbedaan antara servo dan inverter, yaitu servo memiliki bagian yang disebut sebagai rem dinamis.</p> <p>Unit rem dinamis menyerap energi inersia yang terhimpun dalam motor servo dan menerapkan rem pada motor servo.</p>
Sirkuit kontrol	<p>Dibandingkan dengan inverter, servo memiliki struktur yang cukup rumit.</p> <p>Hal ini dikarenakan mekanisme servo memerlukan berbagai fungsi untuk umpan balik yang rumit, pengalihan mode kontrol, pembatasan (terhadap arus, kecepatan, torsi), dan operasi lainnya.</p>

(1) Struktur inverter dasar



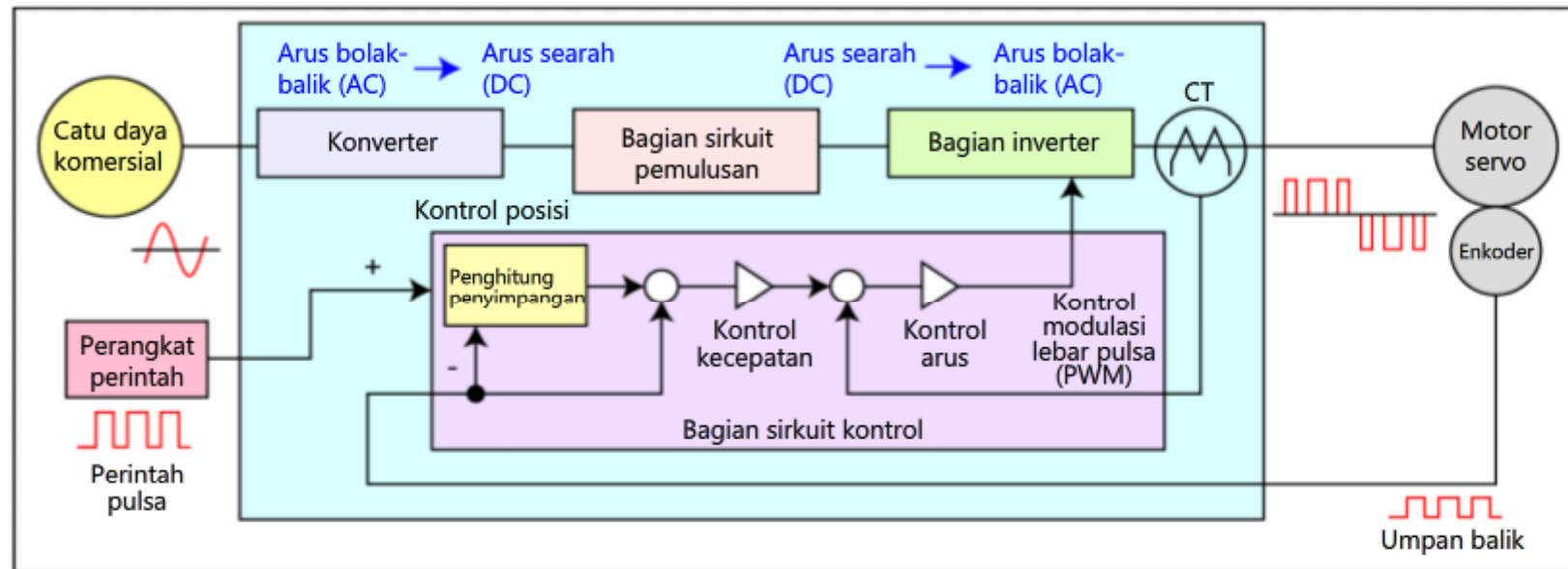
Fungsi dari setiap bagian adalah sebagai berikut:

- Bagian konverter : Berfungsi untuk mengkonversi tegangan AC dari catu daya komersial menjadi tegangan DC.
- Bagian sirkuit pemulsan : Berfungsi untuk memperhalus perbedaan dalam gelombang arus searah.
- Bagian inverter : Berfungsi untuk mengkonversi tegangan DC menjadi tegangan AC dengan frekuensi variabel.
- Bagian sirkuit kontrol : Berfungsi terutama untuk mengontrol bagian inverter.

2.2

Perbandingan struktur dasar

(2) Dalam struktur servo dasar, fungsi dari setiap bagian adalah sebagai berikut:



- Bagian konverter : Berfungsi untuk mengkonversi tegangan AC dari catu daya komersial menjadi tegangan DC. (Sama seperti inverter)
- Bagian sirkuit pemulsan : Berfungsi untuk memperhalus perbedaan dalam gelombang arus searah. (Sama seperti inverter)
- Bagian inverter : Berfungsi untuk mengkonversi tegangan DC menjadi tegangan AC dengan frekuensi variabel. Satu perbedaan antara servo dan inverter, yaitu servo memiliki bagian yang disebut sebagai rem dinamis.
- Bagian sirkuit kontrol : Berfungsi terutama untuk mengontrol bagian inverter. Servo memiliki struktur yang cukup rumit dibandingkan dengan inverter karena memerlukan berbagai fungsi untuk umpan balik, pengalihan mode kontrol, pembatasan (terhadap arus, kecepatan, torsi), dan operasi lainnya.

2.3

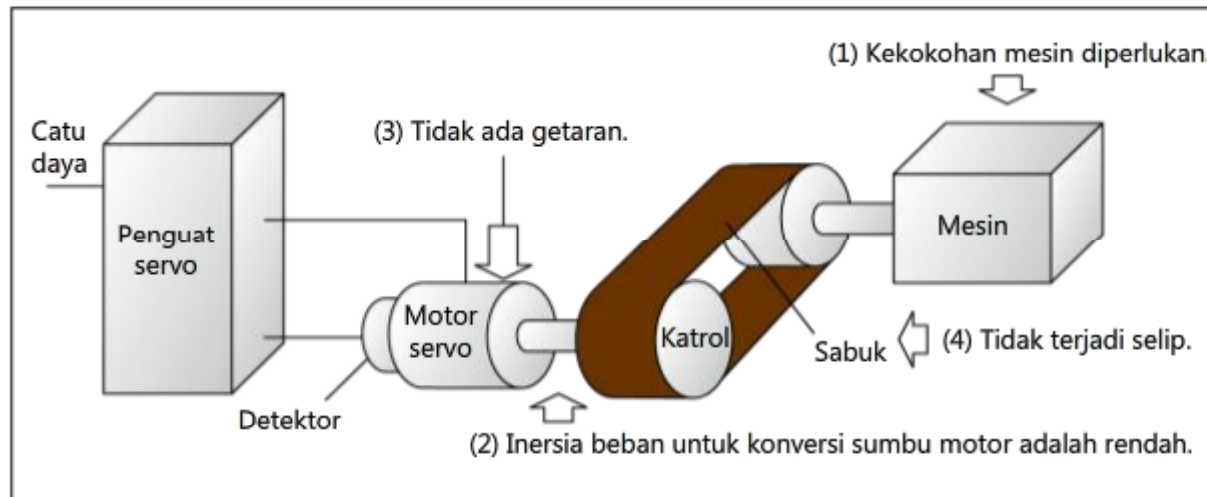
Beralih dari inverter ke servo



Secara umum, servo menawarkan performa yang lebih baik dari inverter.

Oleh karena itu, beralih dari inverter ke untuk servo dipercaya tidak akan menyebabkan masalah apapun untuk operasi.

Namun, pertimbangkan beberapa hal berikut.



(1) Kekuatan pada sisi mesin

Servo memiliki torsi yang dua kali lebih kuat dari inverter.

Jika struktur mesin lemah, getaran dapat terjadi selama percepatan/perlambatan (fenomena "hunting") karena servo menerima sinyal umpan balik dari detektor untuk kontrol.

Dalam beberapa kondisi, langkah pencegahan harus diterapkan misalnya memperkuat struktur mesin itu sendiri atau menurunkan penguatan (sensitivitas kontrol) untuk sistem servo.

Penguat servo Mitsubishi memiliki fungsi filter dalam loop kontrolnya. Fungsi filter secara otomatis menyesuaikan dan menurunkan penguatan sistem servo untuk meredam getaran pada frekuensi yang menyebabkan getaran mudah terjadi dalam sistem mekanis (frekuensi resonan).



2.3

Beralih dari inverter ke servo



(2) Ukuran inersia beban untuk konversi sumbu motor

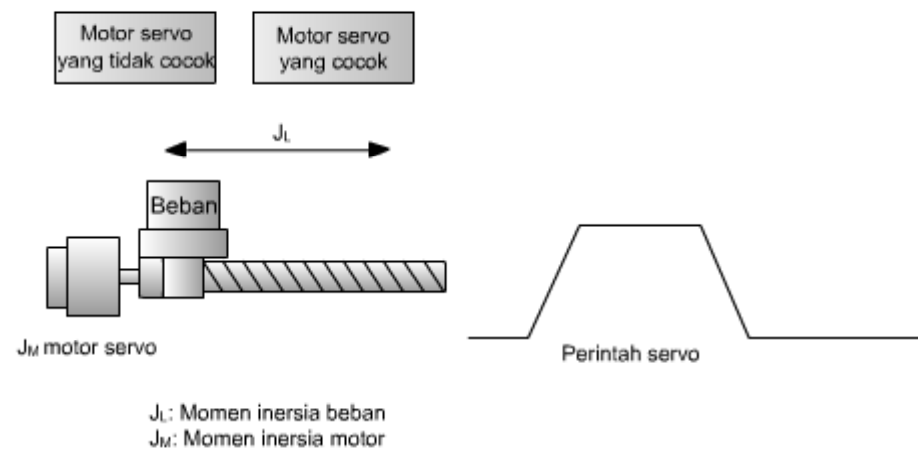
Secara umum, servo lebih mudah dipengaruhi oleh ukuran momen inersia beban dibandingkan inverter.

Jika momen inersia beban terlalu besar dibandingkan dengan momen inersia motor, maka sumbu motor akan mudah dipengaruhi oleh beban, dan kontrol akan menjadi tidak stabil.

Oleh karena itu, sangatlah penting untuk memilih kapasitas servo yang sesuai untuk beban dari sistem mekanis.

Untuk stabilitas, perbesaran momen inersia beban (konversi sumbu motor) terhadap momen inersia motor sebaiknya lebih rendah dari rasio inersia beban terhadap inersia motor yang direkomendasikan.

↓ Tekan tombol di bawah ini. ↓



(3) Getaran pada sumbu motor

Jika getaran mekanis mengenai bagian di mana motor terpasang, pengaruhnya terhadap sumbu motor dapat menjadi masalah.

Motor servo dengan detektor internal memerlukan langkah tertentu untuk mengurangi getaran.

(4) Selip pada mekanisme pengurang kecepatan

Untuk mekanisme pengurang kecepatan sabuk V, langkah pencegahan misalnya pemasangan sabuk timing akan diperlukan untuk mencegah terjadinya selip pada bagian sabuk.

Setelah menyelesaikan semua pelajaran Kursus Peralatan FA untuk Pemula (Servo), kini Anda siap mengikuti tes akhir. Jika Anda belum memahami dengan jelas setiap topik yang dibahas, gunakan kesempatan ini untuk meninjau kembali topik tersebut.

Tes Akhir ini memiliki total 10 pertanyaan (27 item).

Anda dapat mengikuti tes akhir sebanyak yang diinginkan.

Cara menghitung skor tes

Setelah memilih jawaban, pastikan mengklik tombol **Skor**. Jika tidak, skor tes tidak akan dihitung. (Dianggap sebagai pertanyaan yang belum dijawab.)

Hasil skor

Jumlah jawaban yang benar, jumlah pertanyaan, persentase jawaban yang benar, dan hasil lulus/gagal akan ditampilkan pada halaman skor.

Jawaban yang benar: 3

Total pertanyaan: 10

Persentase: 30%

Untuk berhasil lulus tes, diperlukan jawaban yang benar sebanyak **60%**.

Lanjut

Tinjau

Coba lagi

- Klik tombol **Lanjut** untuk keluar dari tes.
- Klik tombol **Tinjau** untuk meninjau tes kembali. (Pemeriksaan jawaban yang benar)
- Klik tombol **Coba lagi** untuk mencoba lagi tes beberapa kali.

Servo adalah mekanisme kontrol yang dirancang untuk beroperasi berdasarkan perintah yang dikeluarkan dan memverifikasi kondisi pengoperasian sendiri setiap saat serta mengirim umpan balik untuk memastikan tidak ada kesalahan dari perintah yang dikeluarkan.

Pilih pernyataan yang benar tentang fitur kontrol.

- Sinyal umpan balik dikontrol agar tetap minimal.
- Perbedaan antara sinyal perintah serta sinyal umpan balik dikontrol agar tetap minimal.
- Sinyal perintah dikontrol agar tetap minimal.

Pilih jenis motor servo yang paling umum digunakan dalam perangkat FA.

- Motor servo seri sinkron (SM)
- Motor servo seri induksi (IM)
- Motor servo DC

Enkoder absolut (deteksi posisi absolut)

Isi bagian yang kosong dalam penjelasan untuk enkoder absolut berikut.

Enkoder absolut, yang tidak memerlukan operasi setelah pemadaman listrik, dalam beberapa tahun terakhir lebih umum digunakan pada motor servo.

Enkoder absolut memiliki yang digunakan untuk mendeteksi posisi dalam putaran dan detektor multi-putaran yang jumlah putaran.

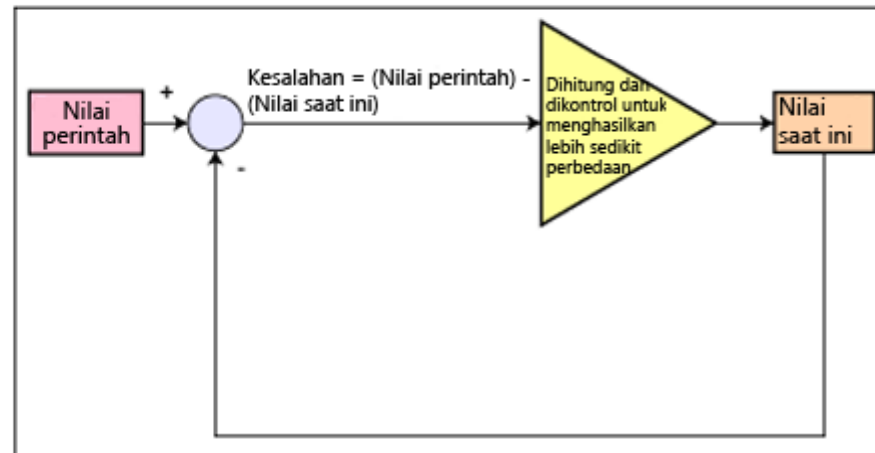
Data detektor multi-putaran didukung dengan agar tidak hilang.

Prinsip kontrol servo

Isi bagian yang kosong dalam penjelasan untuk prinsip kontrol servo berikut.

Fitur utama sistem servo adalah kemampuan dalam membandingkan nilai perintah dan , dan perbedaan antara keduanya menggunakan .

Berdasarkan pada aliran sinyal kontrol, loop dengan siklus yang terdiri atas "kesalahan → nilai saat ini → kesalahan" disebut sebagai karena loop tersebut .



Tes

Tes Akhir 5

Jenis loop kontrol servo

Pilih loop kontrol servo yang sesuai dengan penjelasan yang tercantum di bawah ini.

--Select--

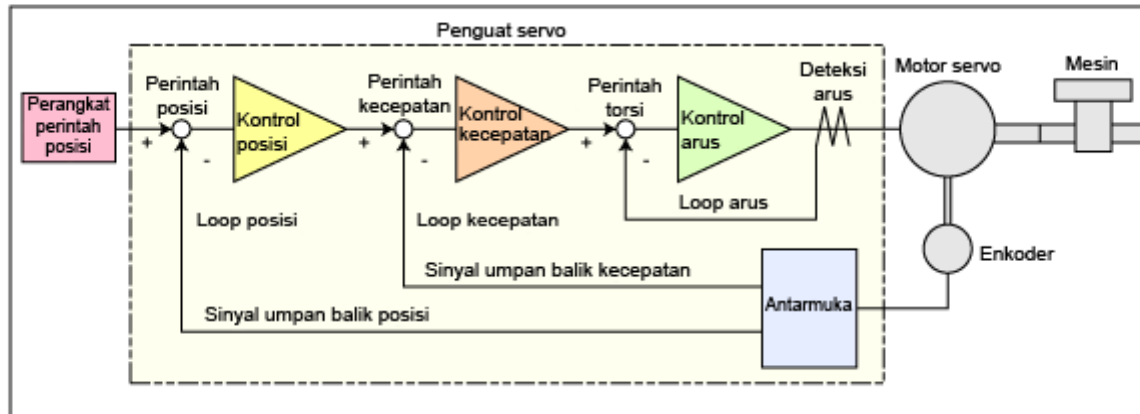
Loop kontrol yang menggunakan sinyal umpan balik posisi yang dihasilkan dari pulsa enkoder.

--Select--

Loop kontrol yang menggunakan sinyal umpan balik kecepatan yang dihasilkan dari pulsa enkoder.

--Select--

Loop kontrol yang menggunakan sinyal umpan balik arus yang dihasilkan dari deteksi terhadap arus output penguat servo.



Skor

Kembali

Prinsip kontrol posisi

Dalam kontrol posisi, servo beroperasi untuk membuat pulsa perintah dan pulsa umpan balik dari enkoder menjadi setara dengan satu sama lain.

Isi bagian yang kosong dalam penjelasan di bawah ini dengan istilah yang sesuai.

Jumlah pergerakan mesin berbanding lurus dengan .

Kecepatan mesin berbanding lurus dengan .

Pemosisian akan selesai jika perbedaan antara pulsa perintah dan pulsa umpan balik berada dalam rentang

, dan akan dipertahankan selama

tidak ada perintah posisi baru yang dikeluarkan.

Fitur Kontrol Kecepatan Servo

Pilih pernyataan yang benar tentang kontrol. (Anda dapat memilih beberapa jawaban.)

- Rentang kontrol kecepatan yang luas.
- Rentang kontrol kecepatan yang terbatas.
- Tingkat perubahan kecepatan yang rendah.
- Tingkat perubahan kecepatan yang tinggi.

[Skor](#)[Kembali](#)

Kontrol Torsi Servo

Pilih pernyataan yang benar tentang kontrol torsi.

- Kontrol torsi digunakan untuk mengontrol arus motor servo.
- Kontrol torsi digunakan untuk mengontrol tegangan motor servo.
- Kontrol torsi digunakan untuk mengontrol arus input penguat servo.

Tindakan pencegahan untuk beralih dari inverter ke servo. (Kekuatan Mekanis)

Isi bagian yang kosong dalam penjelasan di bawah ini.

Servo memiliki torsi yang lebih kuat dari inverter.

Oleh karena itu, dengan struktur mesin yang lemah (mesin dengan kekokohan yang rendah), maka dapat mudah terjadi selama percepatan.

Dalam kondisi tersebut, getaran di area di mana sistem digunakan dapat dicegah dengan memperkuat konstruksi mesin atau penguatan servo.

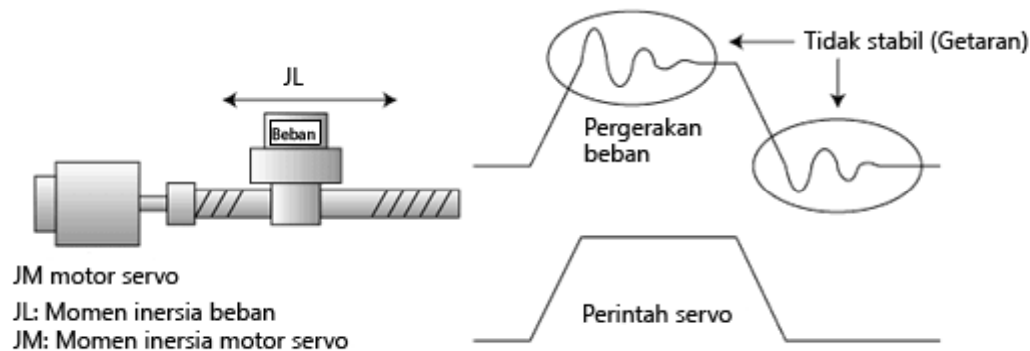
Tindakan pencegahan saat beralih dari inverter ke servo. (inersia beban)

Isi bagian yang kosong dalam penjelasan di bawah ini.

Secara umum, servo lebih mudah dipengaruhi oleh inersia beban dibandingkan inverter.

Dengan motor servo, jika momen inersia terlalu besar dibandingkan dengan momen inersia motor, maka sumbu motor akan mudah dipengaruhi oleh beban dan kontrol akan menjadi .

Sebagai pedoman umum untuk stabilitas, perbesaran momen inersia beban (konversi sumbu motor) terhadap momen inersia sebaiknya lebih rendah dari rasio inersia beban terhadap inersia motor yang



Anda telah menyelesaikan Tes Akhir. Berikut adalah hasil yang Anda peroleh.
Untuk menutup Tes Akhir ini, lanjutkan ke halaman berikutnya.

Jawaban yang benar: 0

Total pertanyaan: 10

Persentase: 0%

Lanjut

Tinjau

Coba lagi

Anda gagal tes.

Anda telah menyelesaikan Kursus **Peralatan FA untuk Pemula (Servo)**.

Terima kasih telah mengikuti kursus ini.

Kami berharap Anda menikmati materi pelajaran yang disajikan dan semoga informasi yang diperoleh dalam kursus ini dapat berguna untuk mengkonfigurasi sistem di masa mendatang.

Anda dapat meninjau kembali kursus sebanyak yang diinginkan.

Tinjau

Tutup