



Peralatan FA untuk Pemula (Inverter)

Ini adalah tinjauan ringkas tentang Inverter untuk pemula.

Pendahuluan Tujuan Kursus

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

Pendahuluan Struktur Kursus

Berikut adalah silabus dalam kursus ini.

Untuk lebih memahami isi dari kursus ini sendiri, sebaiknya Anda memulai kursus dari Bab 1.

Bab 1 - Apa yang dimaksud dengan Inverter?

Mempelajari hal-hal dasar tentang Inverter, termasuk : fungsi, penerapan praktis, struktur, dan manfaatnya.

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

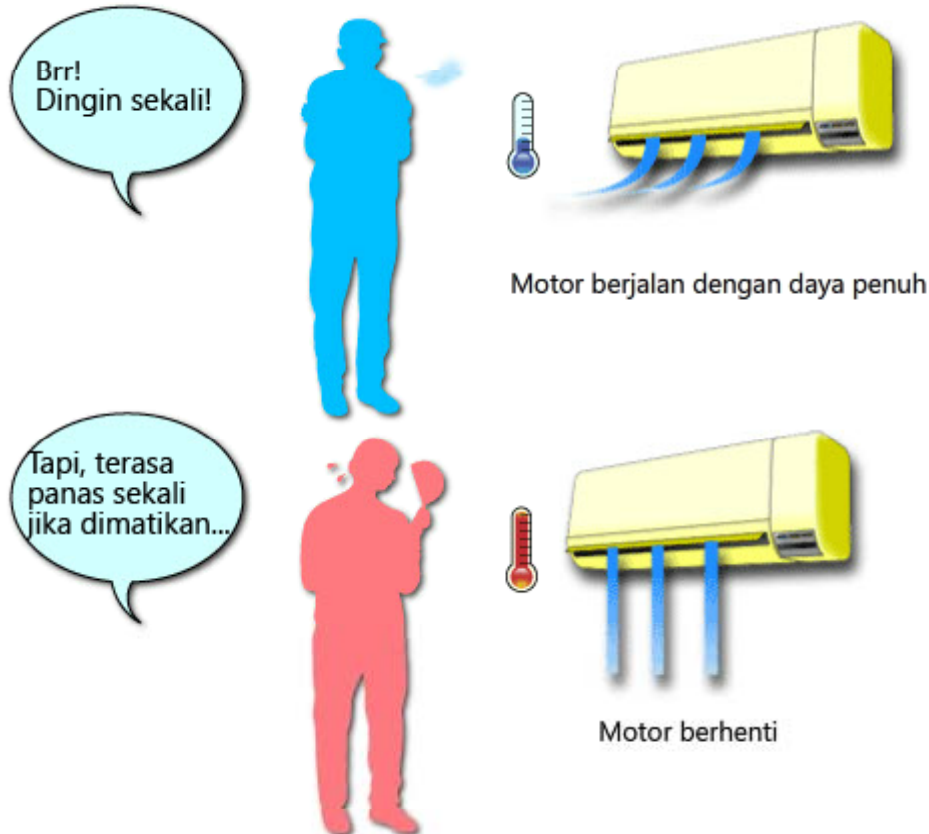
Sebelum menggunakan perangkat keras, bacalah Tindakan Pencegahan untuk Keselamatan dalam buku panduan perangkat dan ikuti informasi keselamatan terkait yang terdapat di dalamnya.

Bab 1 Apa yang dimaksud dengan Inverter?

1.1 Fungsi Inverter

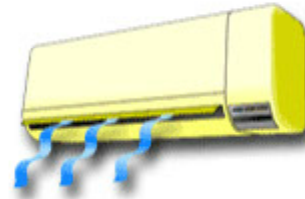
Dalam beberapa tahun terakhir, semakin banyak produk elektronik yang menggunakan "inverter" sebagai bagian dari namanya. Misalnya, sebagian besar penyejuk udara (AC) kini dikenal dengan nama "AC inverter".

Penyejuk udara berfungsi untuk mengatur suhu menggunakan daya dari motor untuk menyalurkan refrigeran (zat pendingin). Namun, penyejuk udara dapat dianggap kurang bermanfaat jika misalnya hanya menyediakan dua pengaturan, yaitu operasi pada tingkat daya penuh atau dimatikan.



1.1**Fungsi Inverter**

Penyejuk udara dapat diatur ke suhu yang diinginkan jika Anda mampu mengontrol kecepatan putaran motor secara fleksibel.



Jika kecepatan putaran motor dapat diubah sesuai keinginan

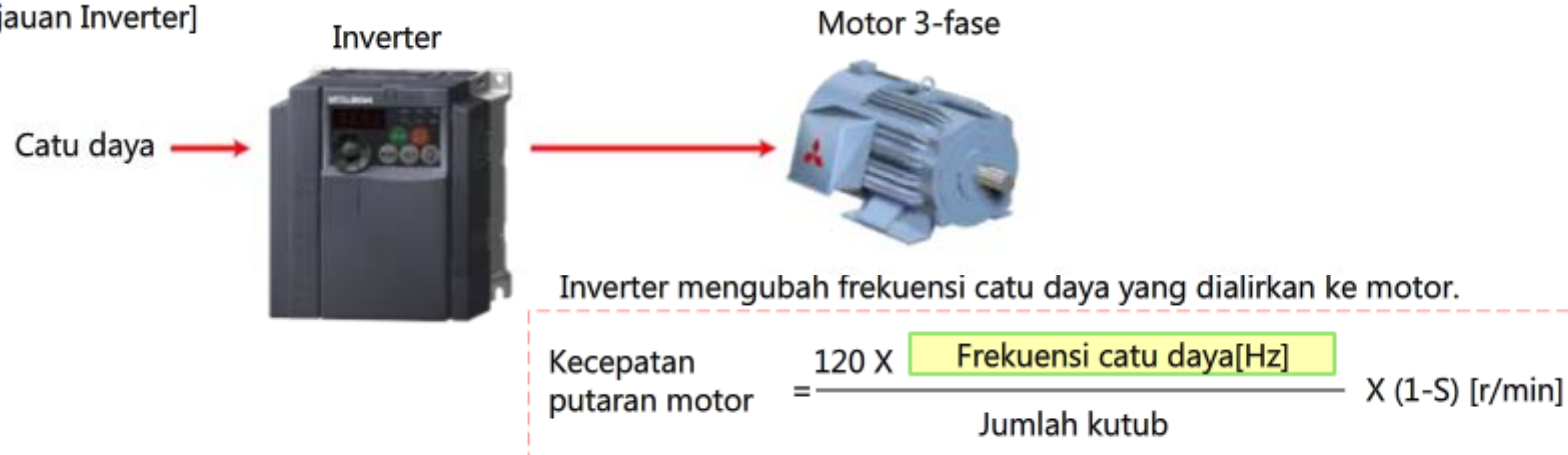
Dengan kata lain, inverter yang digunakan dalam kondisi ini adalah perangkat yang memungkinkan Anda bebas mengubah kecepatan putaran motor secara terus-menerus dan efisien.

1.1

Fungsi Inverter

Untuk inverter dalam bidang industri, jenis motor yang umum digunakan adalah motor sangkar tupai 3-fase (induksi). (Selanjutnya, jenis motor ini akan disebut sebagai motor 3-fase atau cukup motor saja agar memudahkan.)

[Tinjauan Inverter]



Kecepatan putar sinkron (N_0)	$N_0 = (120 \times \text{Frekuensi catu daya}) / \text{Jumlah kutub}$
Jumlah kutub	Ditentukan oleh konfigurasi motor. Mis.) 4P digunakan untuk menunjukkan motor 4-kutub.
Slip (S)	Saat pengoperasian terukur berlangsung, S biasanya berkisar antara 0,03 hingga 0,05. Bila motor dihentikan, S akan memiliki nilai 1.

Kecepatan putaran motor biasanya ditentukan oleh frekuensi catu daya yang ditransmisi ke motor dan jumlah kutub yang terdapat pada motor tersebut.

Jumlah kutub yang dimiliki motor tidak dapat diubah secara fleksibel atau terus-menerus.

Di sisi lain, meskipun frekuensi catu daya yang dialirkan oleh perusahaan listrik bersifat tetap (50 Hz atau 60 Hz untuk Jepang), Anda tetap dapat mengubah kecepatan putaran motor sesuai keinginan jika Anda mampu menemukan cara untuk mengatur frekuensi yang ditransmisi ke motor dengan bebas.

Inverter adalah perangkat yang dibuat dengan tujuan untuk mengatur frekuensi sesuai keinginan.

[Karakteristik Dasar Motor (Induksi Sangkar Tupai)]

Mengetahui karakteristik motor (induksi sangkar-tupai) yang akan dikontrol adalah hal yang sangat penting agar Anda dapat menggunakan inverter dengan benar.

Kami telah menyertakan tinjauan karakteristik dasar inverter di bawah ini untuk membantu Anda memahami fungsi inverter dengan lebih baik.

(1) Karakteristik Kecepatan putaran--Torsi/Arus

Karakteristik dasar motor (induksi sangkar-tupai) mencakup karakteristik kecepatan putaran-output torsi dan karakteristik kecepatan putaran-arus.

Torsi dan arus motor berubah seperti ditampilkan dalam diagram di bawah ini setelah catu daya diaktifkan saat motor dihidupkan → dipercepat → hingga mencapai kecepatan tertentu.

Arus mencapai nilai tertinggi sewaktu motor dihidupkan dan mulai berkurang saat kecepatan putaran bertambah. Torsi meningkat saat kecepatan putaran bertambah, namun mulai menurun setelah kecepatan putaran melampaui nilai tertentu. Operasi pada kecepatan normal akan dimulai saat torsi beban dan torsi yang dihasilkan motor mencapai titik yang sama.

1.1

Fungsi Inverter



(2) Kecepatan putaran motor

Kecepatan putaran motor tidak hanya ditetapkan oleh torsi beban, namun juga oleh jumlah kutub dalam motor dan frekuensi catu daya yang diterapkan.

Menuliskannya dalam bentuk persamaan akan menghasilkan rumus seperti di bawah ini.

$$\text{Kecepatan putaran motor} = \frac{120 \times \text{Frekuensi } f \text{ [Hz]}}{\text{Jumlah kutub}} \times (1-S) \text{ [r/mnt]}$$

→ Kecepatan putar sinkron
→ Slip

(3) Torsi motor terukur

Torsi ditetapkan sebagai ukuran gaya yang dihasilkan, yang menyebabkan motor berputar.

Satuan standar untuk gaya gerak linear adalah newton, dengan simbol N. Namun, karena motor berputaran pada sumbu, maka gaya dihasilkan bukan dari gerak linear, melainkan dari gerak putaran yaitu torsi, yang dinyatakan dalam satuan newton-meter, N•m.

Torsi motor terukur dapat dihitung menggunakan rumus seperti ditampilkan di bawah ini.

$$\text{Torsi terukur } T_m = 9550 \times \frac{\text{Output motor terukur } P \text{ [kW]}}{\text{Kecepatan putar terukur } N \text{ [r/min]}} \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

(4) Slip

Saat beban diterapkan, kecepatan putar motor akan bergeser dari (berkurang hingga lebih rendah dari) kecepatan putar sinkron.

Slip mengacu pada jumlah pergeseran kecepatan putar motor dari kecepatan putar sinkron.

$$\text{Slip } S = \frac{\text{Kecepatan putar sinkron } N_0 - \text{Kecepatan putar } N}{\text{Kecepatan putar sinkron } N_0} \times 100 [\%]$$

- Slip berada pada posisi 100% saat penyalaan awal (bila kecepatan putaran adalah 0). (Slip biasanya dinyatakan sebagai Slip 1.)
Slip berada pada posisi beberapa persen saat frekuensi secara perlahan meningkat dengan inverter (yang juga mengacu ke frekuensi penyalaan awal).
- Slip biasanya berada pada posisi sekitar 3% hingga 5% saat motor beroperasi dengan torsi normal.
Slip meningkat seiring torsi beban yang bertambah (beban berlebihan), sehingga menyebabkan arus motor juga meningkat.
- Slip menjadi bernilai negatif bila kecepatan putaran melebihi kecepatan putar sinkron ($N > N_0$).

1.2 Penerapan Praktis Inverter



Inverter juga digunakan pada perlengkapan elektronik umum dan peralatan lainnya seperti penyejuk udara. Berikut adalah beberapa contoh inverter yang terutama digunakan dalam aplikasi industri.

1. Kontrol kipas dan pompa (volume aliran udara, laju aliran)
2. Kontrol pengangkutan (konveyor, kereta)
3. Kontrol pemrosesan jaringan
4. Kontrol pemrosesan makanan
5. Kontrol alat mesin

Mengetahui karakteristik beban adalah hal yang sangat penting agar Anda dapat menggunakan inverter dengan benar. Hal ini dikarenakan fokus pada karakteristik beban saat membentuk metode kontrol yang dioptimalkan untuk penggunaan sistem tertentu akan memungkinkan Anda secara drastis mengurangi pemakaian daya, meningkatkan karakteristik pemrosesan, dan memperoleh manfaat lainnya. Karakteristik beban umum ditampilkan dalam diagram di bawah ini.

Jenis	Beban pada torsi yang menurun	Beban pada karakteristik torsi konstan	Beban pada karakteristik output konstan
Karakteristik	<p>→ Frekuensi (kecepatan putar)</p>	<p>→ Frekuensi (kecepatan putar)</p>	<p>→ Frekuensi (kecepatan putar)</p>
Fitur	Beban memerlukan torsi yang hampir berbanding lurus dengan kuadrat kecepatan putar. Jumlah daya dinamis yang diperlukan adalah sekitar berbanding lurus dengan pangkat tiga kecepatan putar.	Beban memerlukan torsi hampir konstan yang independen terhadap kecepatan putar. Daya dinamis yang diperlukan berkurang berbanding lurus dengan penurunan kecepatan putar. (Konveyor, mesin gerinda, dan peralatan lainnya)	Beban memerlukan torsi yang berbanding terbalik dengan jumlah putaran motor. (Sumbu utama alat mesin dan bagian lainnya)

1.2

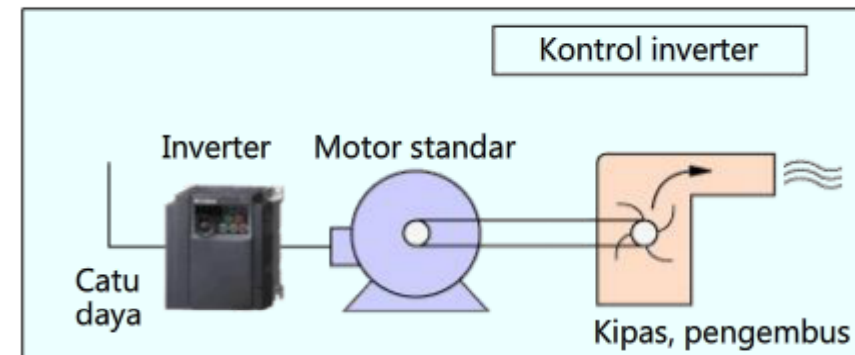
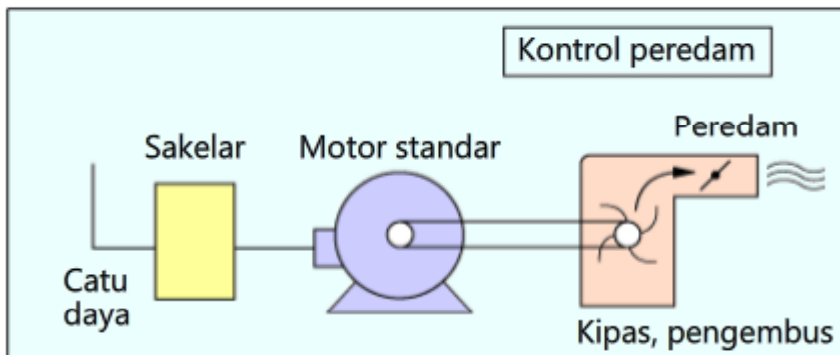
Penerapan Praktis Inverter



[Kontrol kipas dan pompa (volume aliran udara, laju aliran)]

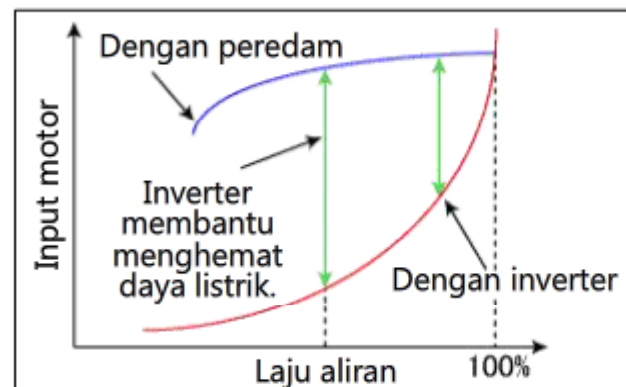
Sebelumnya, mengatur volume aliran udara dan laju aliran menggunakan peredam atau katup adalah hal yang umum dilakukan jika catu daya komersial digunakan untuk menjalankan kipas dan pompa.

Dalam kondisi tersebut, mengurangi jumlah daya yang digunakan oleh motor sering kali sulit dilakukan meskipun dengan mengurangi volume aliran udara atau laju aliran.



Untuk menggerakkan kipas dan pompa, torsi putar harus sebanding dengan kuadrat jumlah revolusi per menit dan jumlah daya yang digunakan sebanding dengan pangkat tiga jumlah revolusi per menit.

Penggunaan kontrol inverter dapat mengurangi pemakaian daya secara drastis, terutama pada putaran berkecepatan rendah.



Seperti yang ditunjukkan, inverter adalah perangkat penghemat daya umum yang digunakan untuk kontrol kipas dan pompa.

1.2

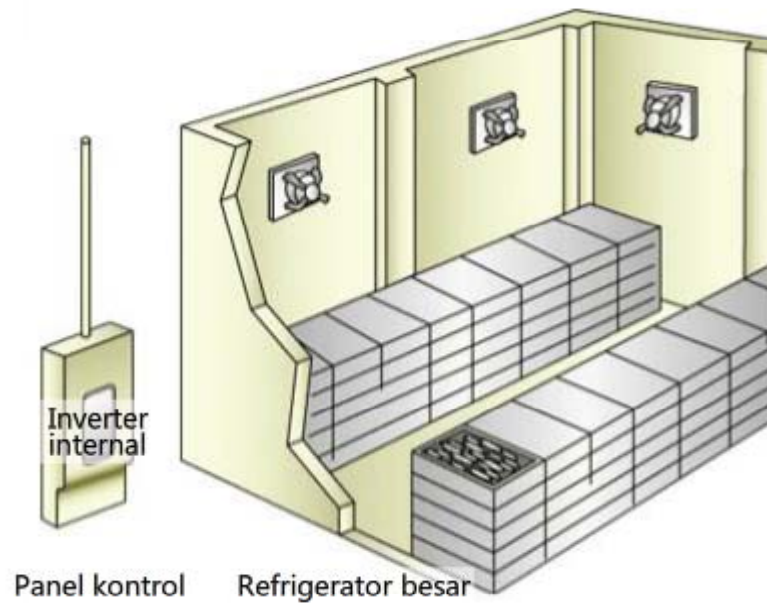
Penerapan Praktis Inverter



Kipas ventilasi:

Alasan menggunakan inverter

- Anda dapat memiliki kontrol suhu yang lebih akurat dan menghemat daya dengan merangkaikan tiga kipas ventilasi ke satu inverter secara seri, serta menggunakan inverter tersebut untuk menjalankan kipas dan mengontrol kecepatan putarnya.



1.2

Penerapan Praktis Inverter

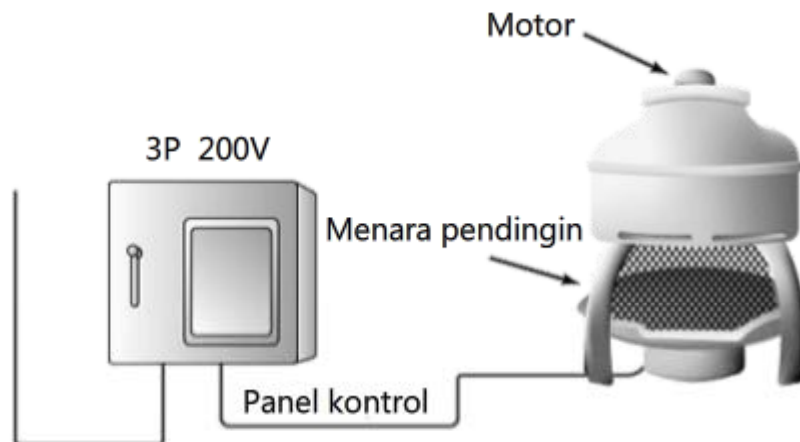


Menara pendingin:

Alasan menggunakan inverter

- Inverter dapat digunakan untuk mengontrol suhu menggunakan sensor suhu. Ini akan membantu mengurangi pemakaian daya.
- Inverter dapat diatur untuk berjalan dalam mode otomatis.
- Inverter dapat berjalan dalam mode diam dengan mengatur volume aliran udara. (Kontrol kecepatan untuk pengoperasian di malam hari)

*PERHATIAN: Pastikan inverter diinstal di dalam ruangan.



1.2

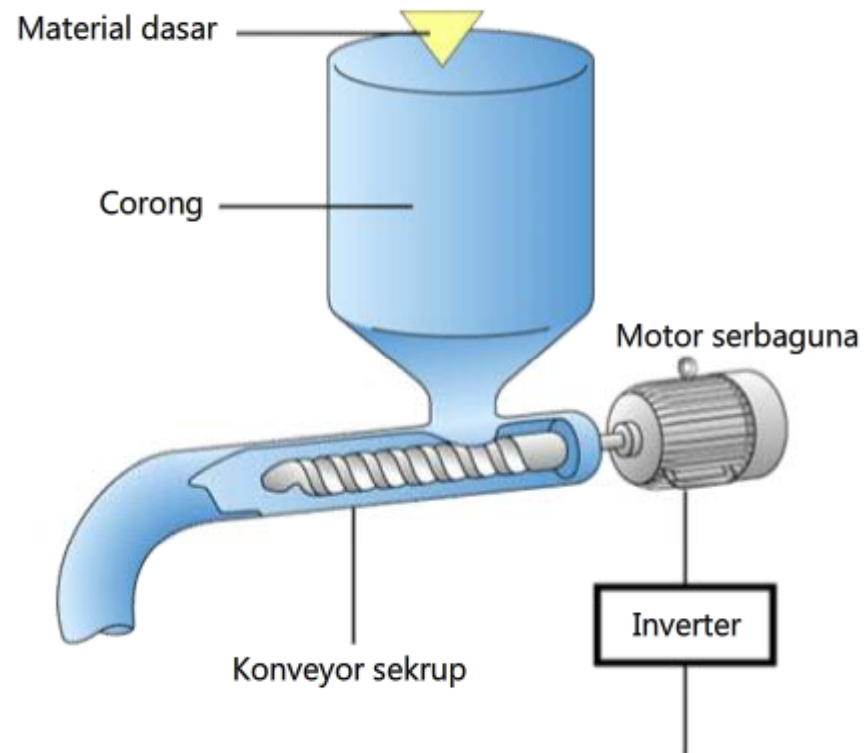
Penerapan Praktis Inverter



Konveyor sekrup:

Alasan menggunakan inverter

- Inverter memungkinkan Anda mengatur jumlah material dasar yang dimasukkan ke dalam perangkat dengan satu kenop.
- Inverter memungkinkan Anda mengatur kecepatan putaran konveyor sekrup dan jumlah material dasar yang dimasukkan ke dalam perangkat menurut jumlah yang tepat.
- Inverter dapat digunakan dengan motor serbaguna untuk penggunaan eksternal dan komponen standar lainnya.



1.2

Penerapan Praktis Inverter



[Kontrol pengangkutan (konveyor, kereta)]

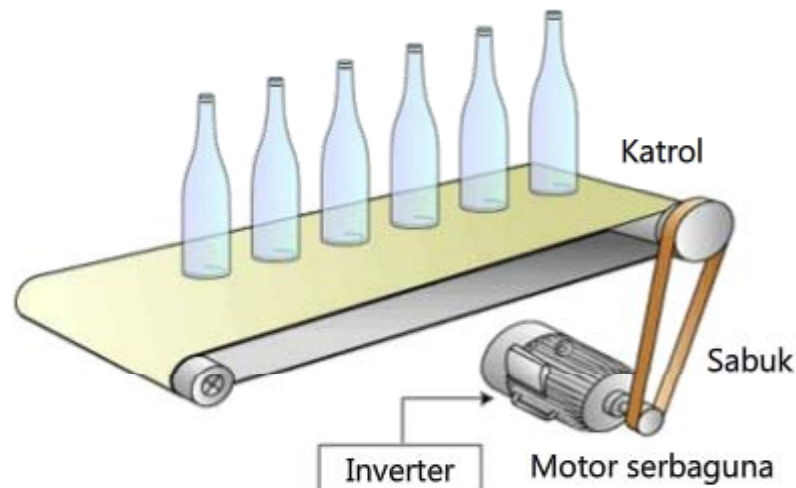
Perangkat pengangkut adalah elemen yang tidak dapat diabaikan dalam berbagai bidang saat ini seiring berkembangnya dunia industri yang menjadi lebih canggih dan otomatis.

Berikut adalah beberapa manfaat menggunakan inverter dengan perangkat dalam bidang ini:

- Inverter dapat menyederhanakan perangkat dan membuatnya lebih ringkas.
- Inverter dapat mempermudah penentuan pengaturan kecepatan tanpa memerlukan sistem mekanis.
- Inverter bekerja untuk mencegah agar beban tidak terjatuh akibat guncangan dari penyalaan atau penghentian.
- Pada tingkat tertentu, inverter dapat digunakan dalam kontrol posisi.

Konveyor sabuk:

Alasan menggunakan inverter	○ Inverter dapat digunakan sebagai perangkat penyalaan/penghentian yang halus pada konveyor untuk mencegah agar botol kaca berisi cairan yang diangkut di sepanjang konveyor tidak terjatuh dan pecah atau isinya tumpah.
	○ Inverter dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengoperasian menggunakan perubahan kecepatan bila jenis botol kaca berubah.
	○ Inverter dapat digunakan di berbagai lingkungan sesuai dengan jenis motor, baik kedap air, antikarat, luar ruangan, maupun jenis lainnya.



1.2

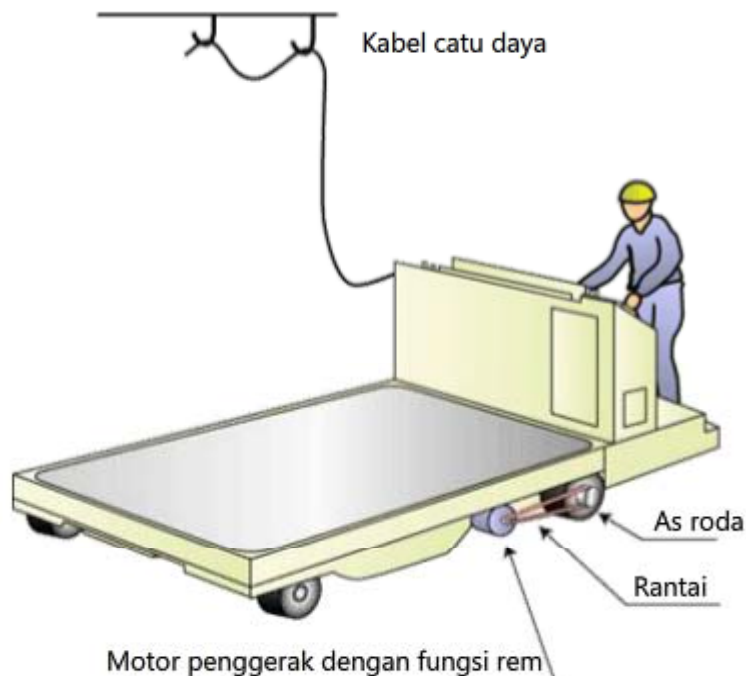
Penerapan Praktis Inverter



Penggerak kereta:

Alasan menggunakan inverter

- Inverter dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengoperasian dengan mengatur kecepatan pengangkutan ke tingkat optimal berdasarkan kondisi pengoperasian.
- Inverter dapat digunakan untuk menambah atau mengurangi kecepatan guna memperkecil guncangan pada mesin atau melindungi mesin dari guncangan.
- Inverter memungkinkan torsi pengereman regeneratif digunakan dengan inverter yang dilengkapi fungsi rem. Konverter regeneratif untuk catu daya dapat digunakan untuk menghasilkan daya kontrol guna mengirimkan daya regeneratif kembali ke catu daya jika fungsi pengereman yang lebih kuat diperlukan.
- Inverter dapat digunakan di dalam ruangan karena tidak mengeluarkan gas buang.



1.2

Penerapan Praktis Inverter



[Kontrol pemrosesan jaringan]

Jaringan yang dimaksud di sini adalah produk yang terdiri atas lembaran kertas, film, karet, kain, atau material panjang lainnya yang tersedia pada gulungan.

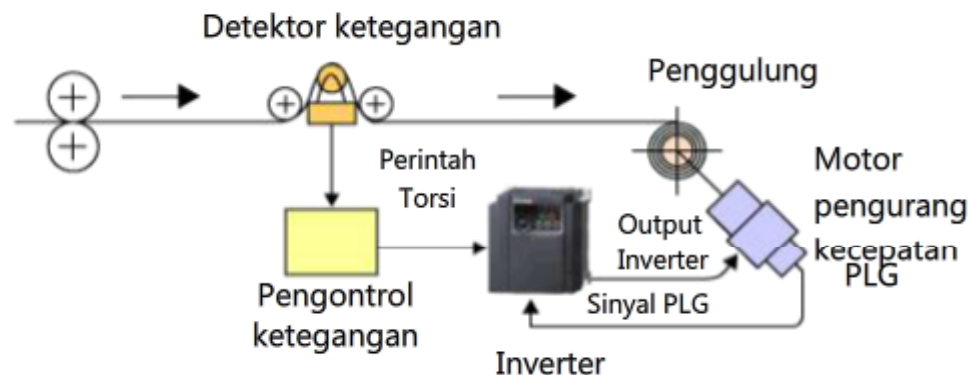
Material digulung pada gulungan sebagai satu lembar yang dapat diulur mulai dari bagian awal hingga bagian akhir gulungan.

Lembar tersebut harus diproses untuk menyesuaikan kekakuan material saat lembar diulur maju atau digulung mundur. Produk direntangkan mulai dari bagian awal hingga ke bagian akhir gulungan. Contoh gulungan diberikan di bawah ini. Jenis kontrol ini diperlukan untuk penggunaan dalam bidang lain seperti penggulangan kabel daya dan kabel serat optik.

Penggulangan material jaringan:

Alasan menggunakan inverter

- Inverter dapat digunakan untuk mendeteksi kekakuan material lembar yang sebenarnya agar material dapat digulung pada gulungan dengan tingkat kekakuan yang optimal.
- Inverter dapat digunakan untuk mengurangi efek dari perbedaan dalam material lembar itu sendiri yang diakibatkan suhu dan kelembapan, serta dari perubahan torsi dalam mesin.
- Inverter vektor dan servo dapat digunakan untuk mengontrol torsi. Namun, inverter vektor lebih mudah digunakan dalam kondisi di mana percepatan operasi berlangsung secara bertahap, bukan mendadak, dengan inersia beban yang tinggi, dan mesinnya akan dijalankan secara terus-menerus.



1.2

Penerapan Praktis Inverter



[Kontrol pemrosesan makanan]

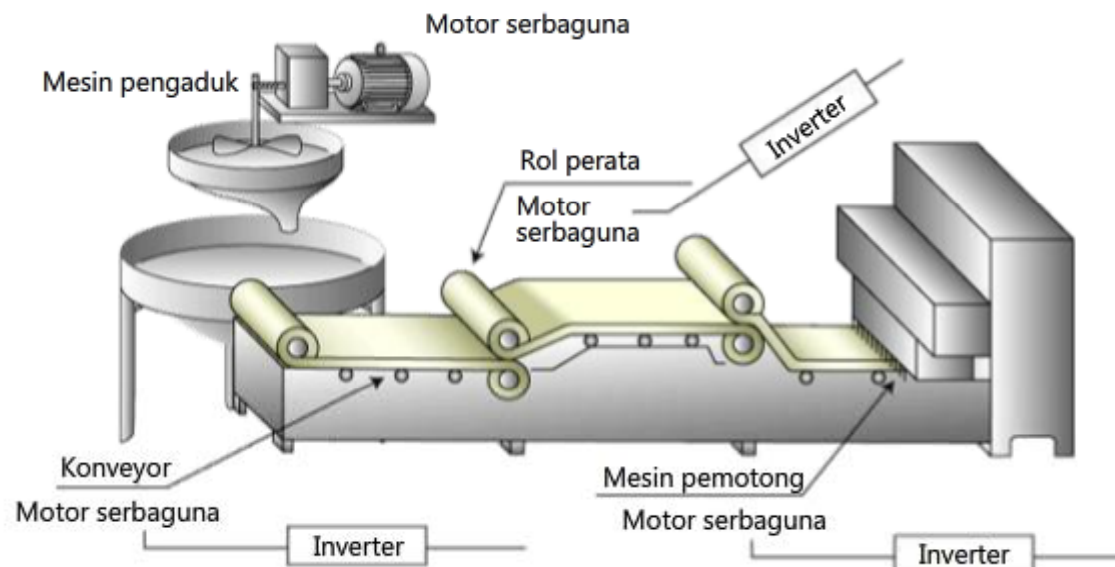
Permintaan untuk menjalankan proses produksi makanan dengan sistem yang lebih canggih serta metode pemrosesan makanan yang lebih aman dan berkualitas lebih tinggi kini semakin meningkat.

Kondisi ini mendukung penggunaan inverter yang semakin sering bahkan dalam pemrosesan makanan.

Mesin pembuat mi:

Alasan menggunakan inverter

- Inverter dapat digunakan untuk menyesuaikan kecepatan pengumpan pada rol perata.
- Inverter dapat digunakan untuk mengatur tingkat ketebalan mi sesuai ukuran yang diinginkan.
- Inverter membantu menyederhanakan kontrol mesin.



1.2

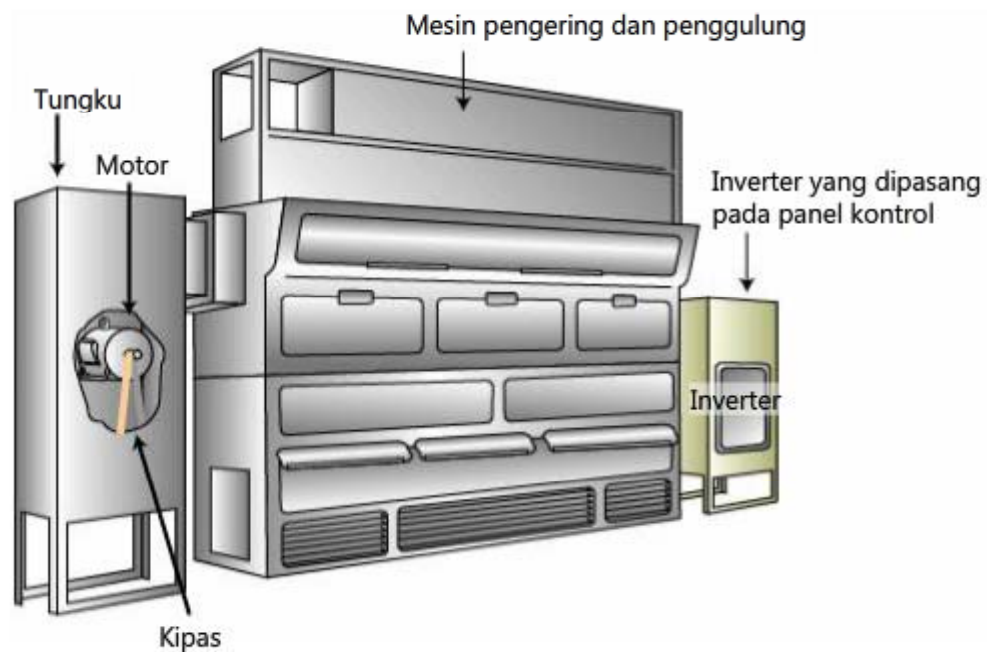
Penerapan Praktis Inverter



Mesin pemrosesan teh:

Alasan menggunakan inverter

- Inverter dapat digunakan untuk mengoptimalkan kecepatan kipas tungku agar sesuai dengan kapasitas teh yang dimasukkan ke dalam mesin.
- Inverter dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas teh.



1.2

Penerapan Praktis Inverter



[Kontrol Alat Mesin]

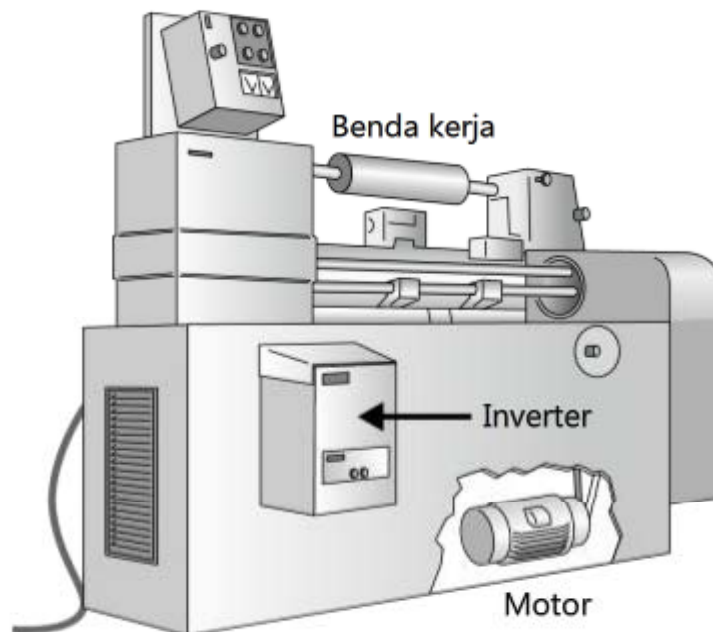
Inverter sering kali digunakan dalam sumbu utama pada alat mesin (sumbu dipasang dan digunakan untuk memutar benda kerja atau alat).

Secara khusus, bila proses dengan tingkat presisi tinggi diperlukan, maka kombinasi inverter vektor dan detektor posisi (enkoder pulsa) dapat digunakan untuk menghentikan poros utama di posisi yang ditetapkan (fungsi orientasi) dan mempertahankan motor pada kecepatan konstan meskipun beban diubah menggunakan umpan balik sinyal dari detektor.

Penggerak sumbu utama untuk alat mesin:

Alasan menggunakan inverter

- Sebelumnya, kecepatan putaran sumbu utama dikontrol melalui kecepatan katrol variabel menurut ukuran benda kerja. Namun dengan penggerak inverter, mekanisme kecepatan variabel dapat disederhanakan untuk membuat mesin menjadi lebih ringkas.
- Keakuratan proses pada benda kerja dapat ditingkatkan karena kecepatan putaran poros utama dapat disempurnakan.



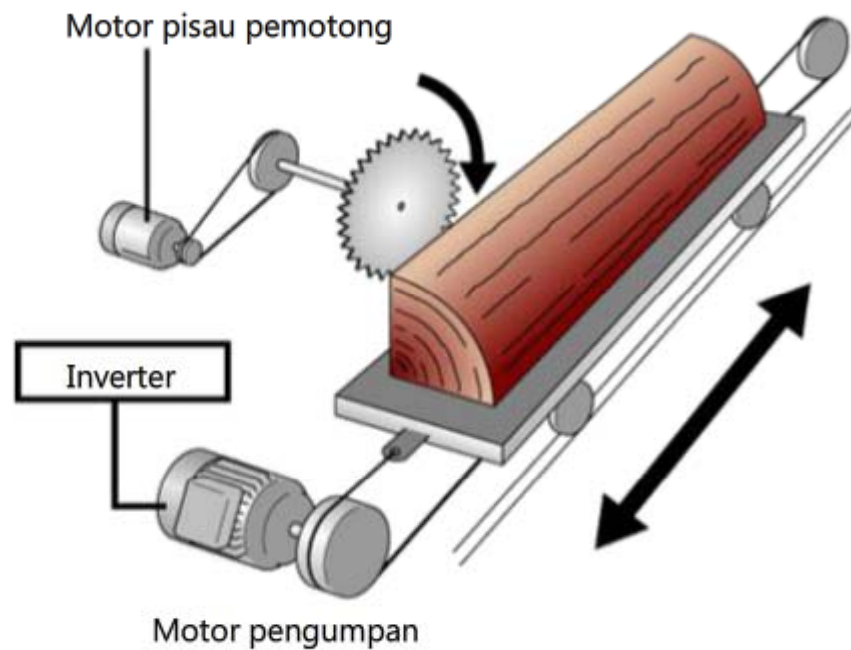
1.2

Penerapan Praktis Inverter



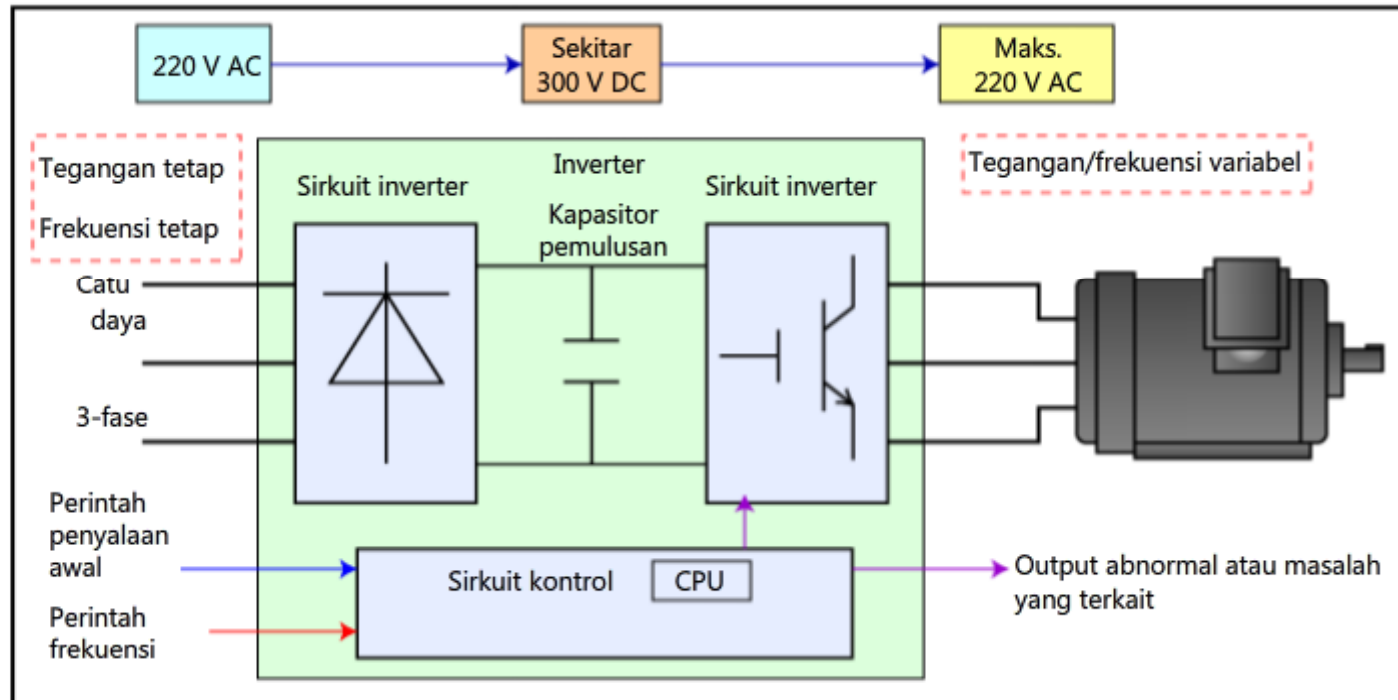
Mesin pengolah kayu:

Alasan menggunakan inverter	o Inverter membantu meningkatkan efisiensi pemotongan kayu.
	o Inverter dapat membuat kecepatan kereta diatur ke tingkat optimal sesuai dengan kualitas kayu.
	o Inverter dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengoperasian dan menghentikan kereta pada posisi yang telah ditetapkan.
	o Inverter berfungsi untuk melindungi pisau pemotong saat penyalaan halus berlangsung.



1.3 Struktur inverter

Berikut ini ditampilkan struktur inverter yang digunakan untuk menghasilkan frekuensi yang dapat diatur secara fleksibel dari frekuensi tetap yang dialirkan dari perusahaan listrik.



[Tinjauan Struktur Inverter]

Sirkuit konverter	Mengkonversi AC ke DC. Menggunakan elemen semikonduktor yang dikenal sebagai diode.
Kapasitor pemulsan	Berfungsi untuk memperhalus tegangan DC yang dikonversi oleh sirkuit konverter.
Sirkuit inverter	Berfungsi untuk memproduksi tegangan AC dari tegangan DC. Perangkat yang disebut inverter ini memiliki nama dan fungsi yang berlawanan dengan konverter. Berfungsi untuk mengalirkan tegangan/frekuensi variabel yang dihasilkan ke motor. Menggunakan elemen pengalihan semikonduktor (IGBT dan komponen sejenis) yang dapat diaktifkan dan dinonaktifkan.
Sirkuit kontrol	Mengontrol sirkuit inverter

1.3

Struktur inverter

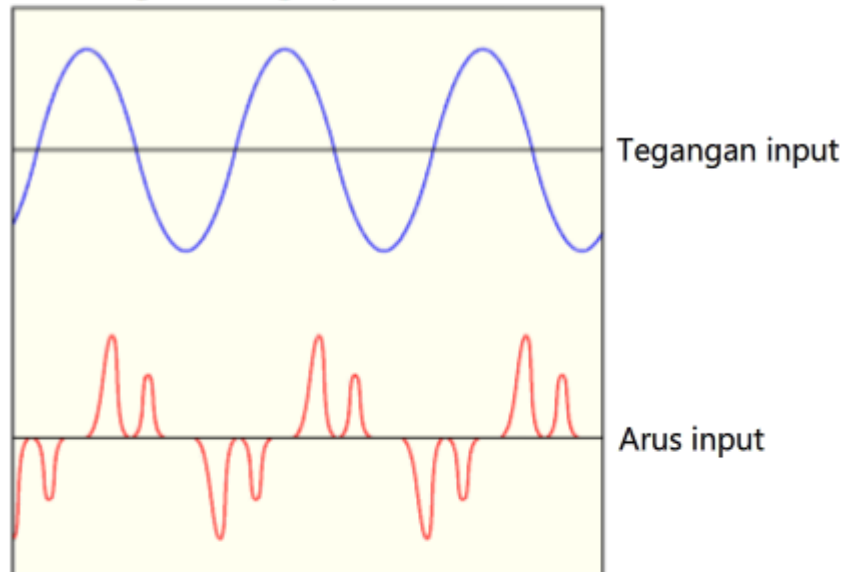
[Karakteristik Bentuk Gelombang]

Bagaimana input dan output dapat berubah bila inverter digunakan?

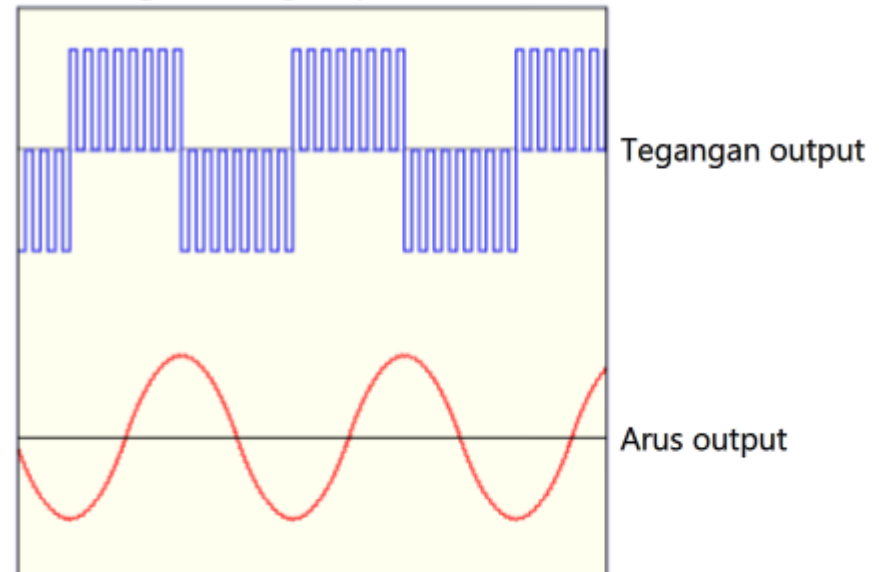
- Arus input ... Bentuk gelombang seperti telinga kelinci [Mencakup komponen dengan jarak-bagi lebih tinggi]
- Tegangan output ... Bentuk gelombang seperti kumpulan strip (persegi panjang) [Mencakup komponen frekuensi tinggi dan komponen lonjakan tegangan]

Jenis bentuk gelombang ini dihasilkan dari operasi pengalihan elemen semikonduktor dalam inverter.

Bentuk gelombang input inverter



Bentuk gelombang output inverter



1.3

Struktur inverter



[Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Konverter]

(a) Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Konverter

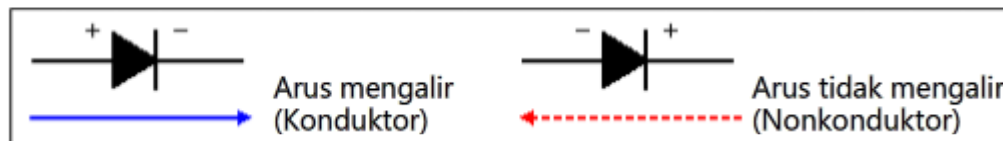
<Cara menghasilkan tegangan DC dari catu daya tegangan AC (komersial)>

Mari kita tinjau prinsip ini dengan contoh tegangan AC 1-fase yang sederhana.

Contoh ini menggunakan kondisi beban resistor untuk mempermudah penjelasan kami.

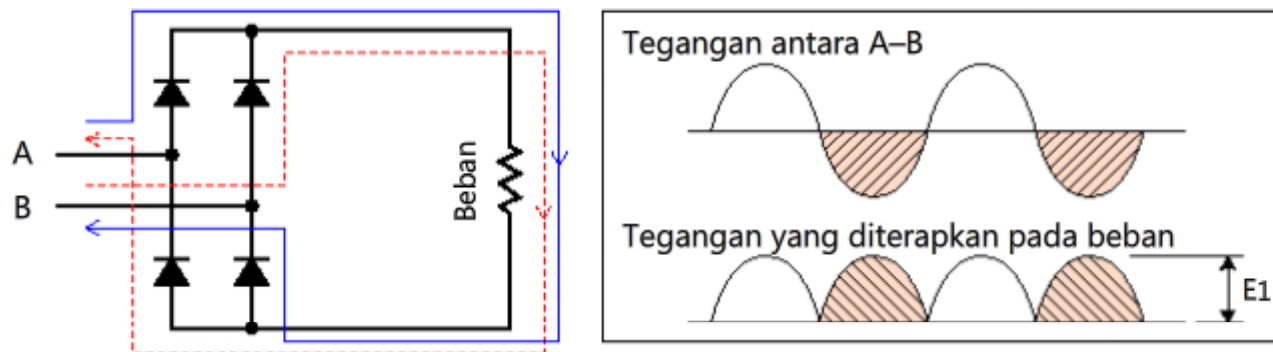
Elemen yang digunakan adalah diode.

Diode hanya memungkinkan arus mengalir ke satu arah, bukan ke arah lain yang sesuai dengan arah penerapan tegangan.



Dengan memanfaatkan sifat ini, bila tegangan AC diterapkan pada A dan B dalam sirkuit penyearah, maka tegangan juga diterapkan pada beban dalam arah yang sama.

Dengan kata lain, tegangan AC dikonversi (disearahkan) menjadi tegangan DC.



1.3

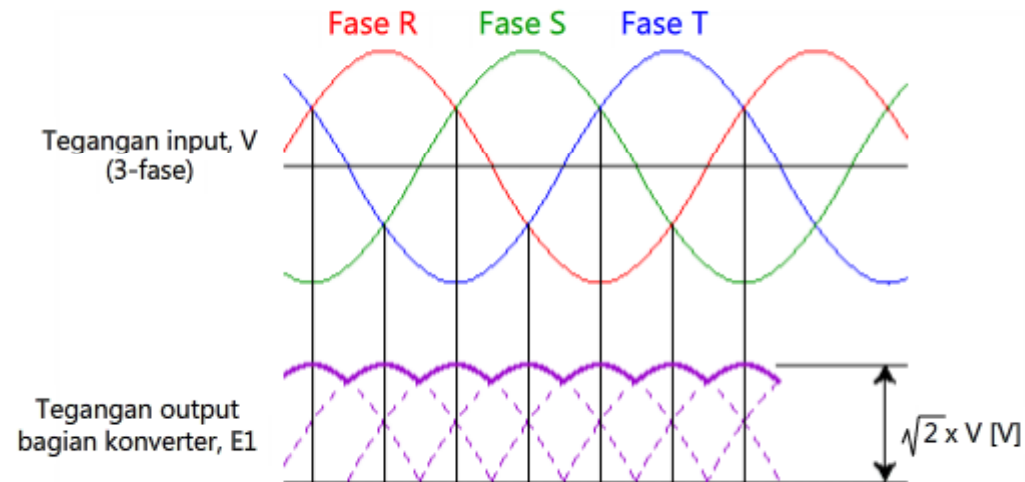
Struktur inverter



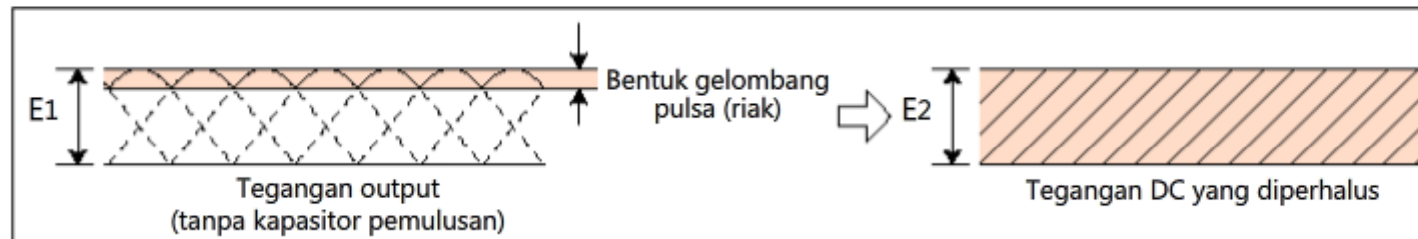
[Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Konverter]

(b) Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Konverter

Untuk input AC 3-fase, kombinasi enam diode digunakan untuk menyearahkan bentuk gelombang dari catu daya AC guna menghasilkan tegangan output seperti yang ditunjukkan dalam diagram di bawah ini.



(c) Prinsip Pengoperasian untuk Sirkuit Pemulusan



1.3 Struktur inverter

[Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Konverter]

(d) Sirkuit Batas Arus Masuk

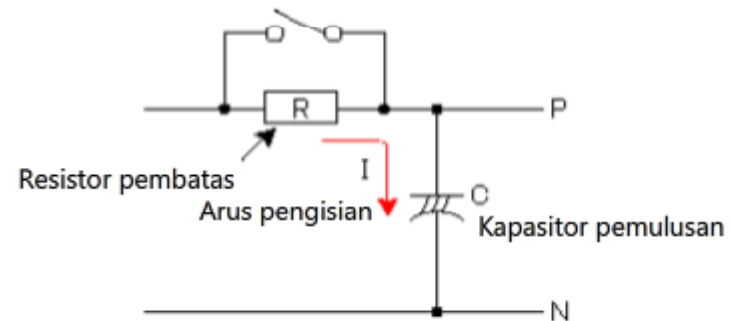
Penjelasan tentang prinsip penyearahan telah diberikan menggunakan beban resistor, namun dalam penerapan sebenarnya, kapasitor pemuluan digunakan sebagai beban.

Arus masuk bernilai tinggi mengalir melalui sirkuit saat tegangan diterapkan untuk mengisi kapasitor.

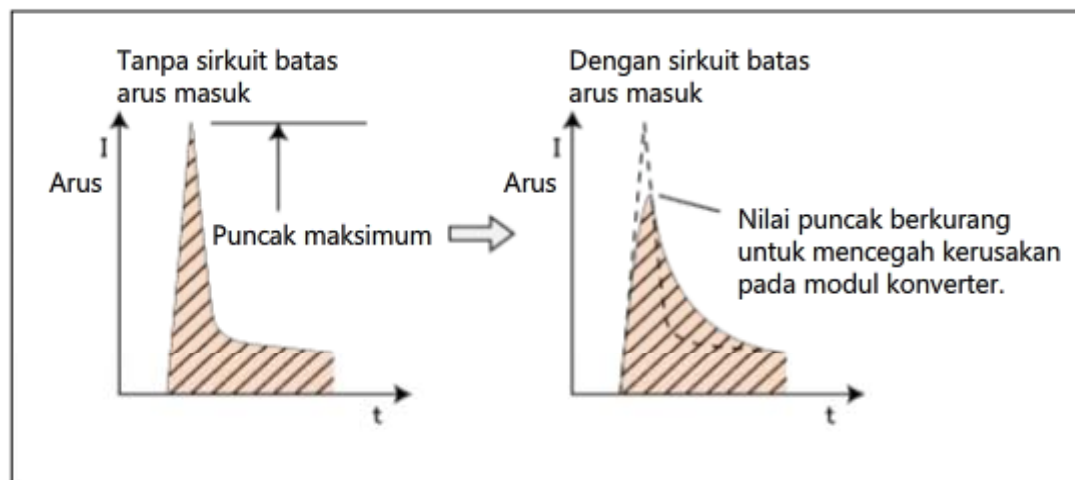
Agar diode penyearah tidak rusak akibat arus masuk bernilai tinggi ini, resistor dipasang pada sirkuit secara seri untuk menahan arus masuk selama beberapa waktu setelah daya diaktifkan.

Setelah menjalankan fungsinya, resistor ini dihubungkan singkat di antara kedua terminalnya untuk menghasilkan sirkuit yang memintas resistor tersebut.

Sirkuit ini disebut sirkuit batas arus masuk.



Jika sirkuit batas arus masuk digunakan, maka nilai puncak arus dapat dikurangi untuk mencegah kerusakan pada modul konverter.



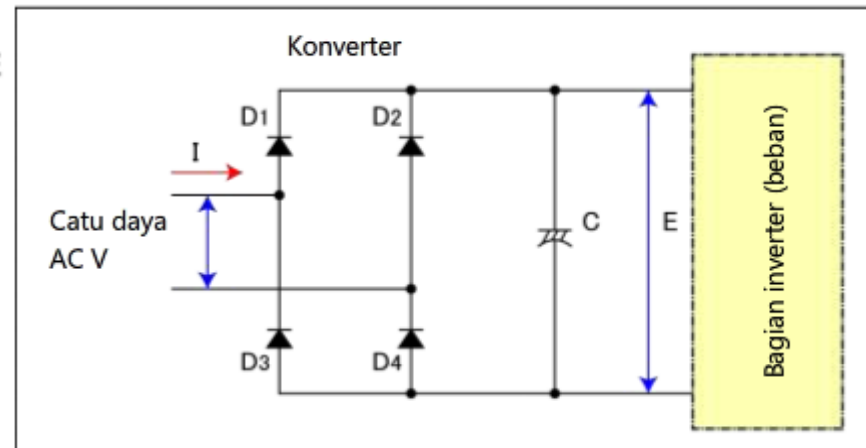
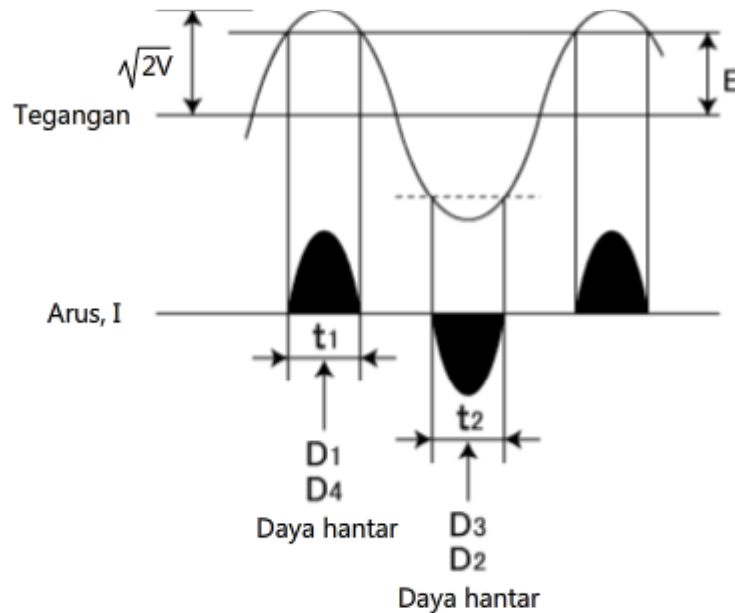
1.3 Struktur inverter

[Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Konverter]

(e) Bentuk gelombang arus input dengan beban kapasitor

Penjelasan tentang prinsip penyearahan telah diberikan menggunakan beban resistor, namun dalam penerapan sebenarnya, kapasitor pemulsaan digunakan sebagai beban.

Aliran bentuk gelombang arus input dalam kondisi ini hanya terjadi bila tegangan AC lebih tinggi dari tegangan DC. Hal ini menyebabkan bentuk gelombang terdistorsi seperti ditunjukkan dalam diagram, dan bukan merupakan gelombang sinus.



1.3

Struktur inverter



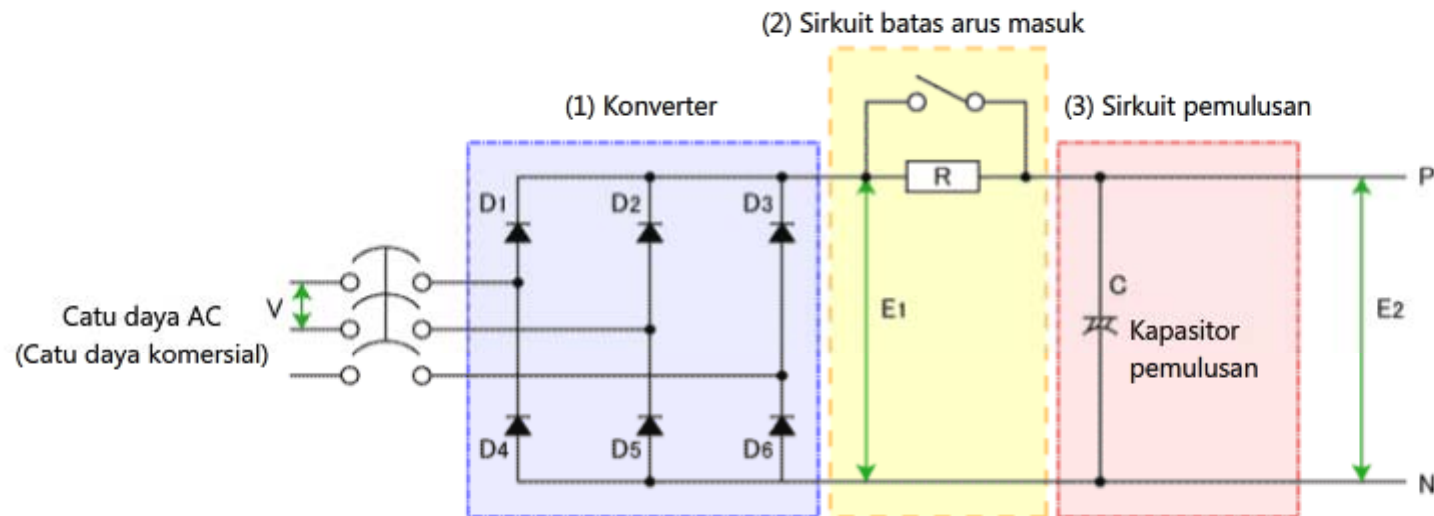
[Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Konverter]

<Ringkasan>

Prinsip Konverter

Seperti dijelaskan sebelumnya, bagian konverter terdiri dari rangkaian berikut ini:

1. Konverter
2. Sirkuit batas arus masuk
3. Sirkuit pemuluan



1.3 Struktur inverter

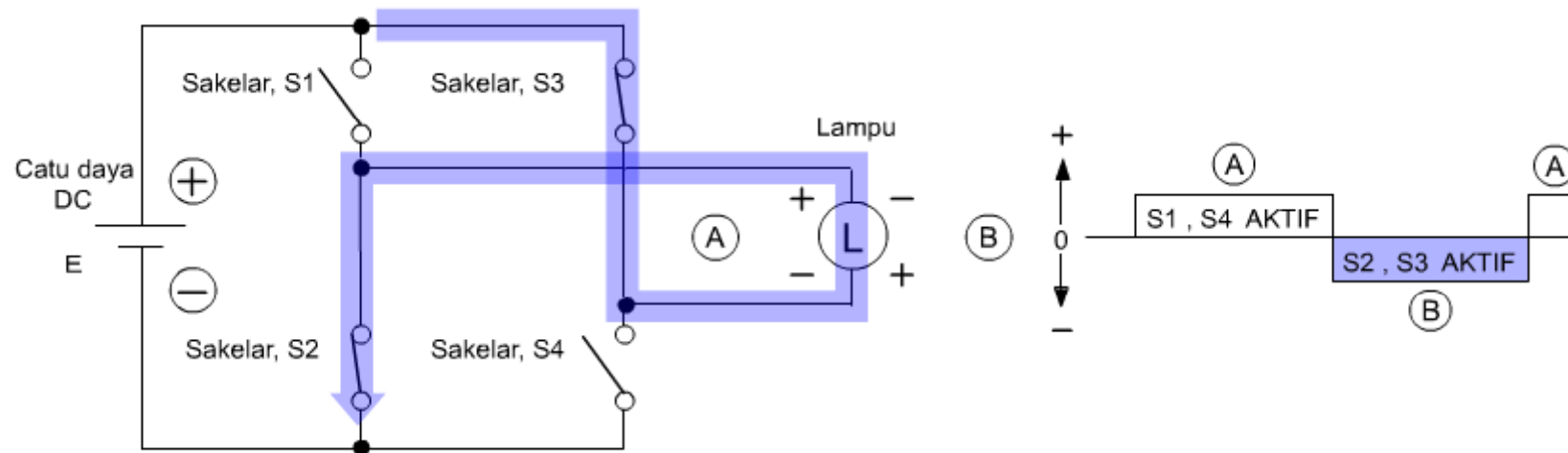
[Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Inverter]

(a) Bagaimana cara mendapatkan tegangan AC dari tegangan DC?

Mari kita tinjau prinsip ini dengan contoh tegangan AC 1-fase yang sederhana.

Mari kita uraikan cara kerjanya menggunakan contoh dengan lampu sebagai beban, dan bukan dengan motor sebagai berikut.

Empat sakelar, S1 hingga S4, tersambung ke catu daya tegangan DC dengan sakelar S1 dan S4 serta S2 dan S3 saling berpasangan. Saat sakelar yang dipasangkan tersebut diaktifkan dan dinonaktifkan, arus mengalir melalui lampu seperti ditunjukkan dalam diagram di bawah ini.



Bentuk gelombang arus

- Bila sakelar S1 dan S4 diaktifkan, arus akan mengalir melalui lampu sesuai dengan arah A.
- Bila sakelar S2 dan S3 diaktifkan, arus akan mengalir melalui lampu sesuai dengan arah B.

Jika sakelar ini dioperasikan berulang kali selama periode yang telah ditetapkan, arah aliran arus akan berubah bolak-balik untuk menghasilkan arus bolak-balik (AC).

1.3

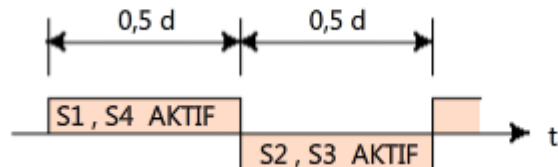
Struktur inverter



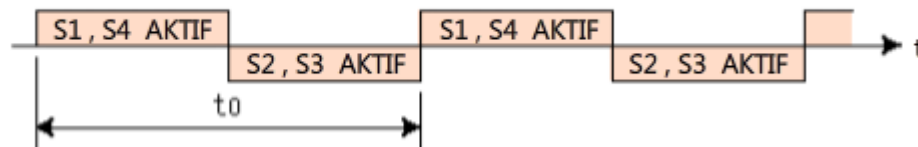
[Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Inverter]

(b) Bagaimana cara mengubah frekuensi?

Frekuensi berubah bila Anda mengubah durasi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sakelar S1 hingga S4. Misalnya, jika Anda mengaktifkan sakelar S1 dan S4 selama 0,5 detik, lalu mengaktifkan sakelar S2 dan S3 selama 0,5 detik bolak-balik secara berulang, maka Anda akan menghasilkan arus bolak-balik yang berbalik arah aliran satu kali per detik, yakni setara dengan frekuensi 1 Hz.



Secara umum, frekuensi ditetapkan sebagai $f = 1/t_0$ (Hz), dengan t_0 adalah waktu siklus dalam detik.



Dengan kata lain, frekuensi dapat diubah jika waktu ini, t_0 , diubah.

1.3

Struktur inverter



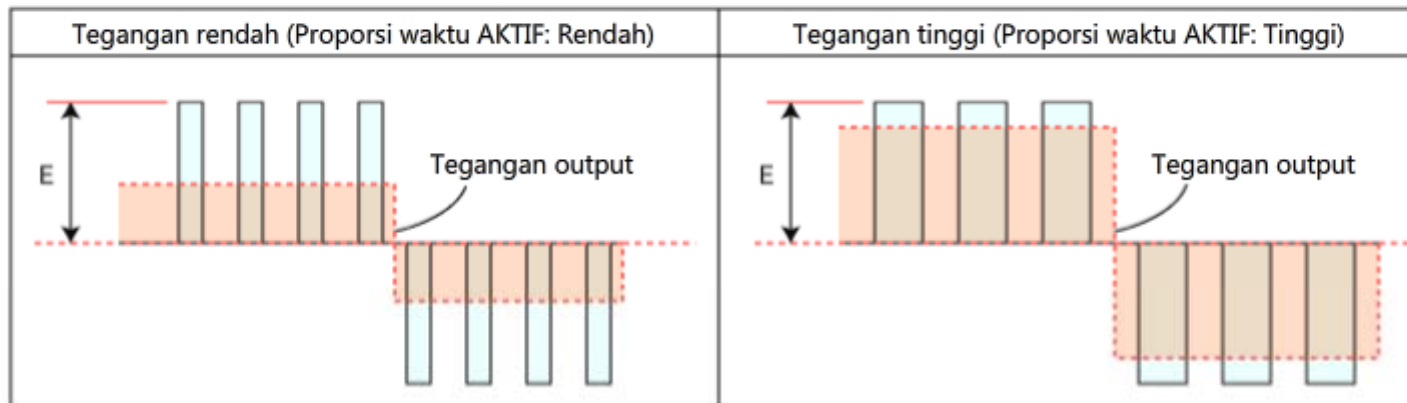
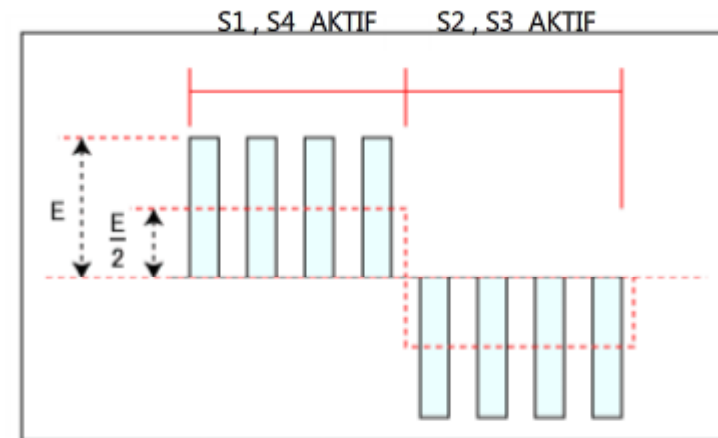
[Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Inverter]

(c) Bagaimana cara mengubah tegangan?

Tegangan (rata-rata) dapat diubah melalui perubahan rasio waktu pengaktifan/penonaktifan sakelar dengan mengubah waktu siklus, t_0 , menjadi waktu siklus yang lebih singkat untuk mengaktifkan/menonaktifkan tegangan. Frekuensi untuk pulsa singkat ini disebut frekuensi pembawa.

Misalnya, jika rasio untuk waktu pengaktifan sakelar S1 dan S4 dibagi dua, tegangan output (rata-rata) menjadi tegangan AC yang setara dengan $E/2$, atau separuh tegangan DC, E .

Untuk mengurangi tegangan (rata-rata), kurangi rasio untuk waktu pengaktifan, dan untuk menambah tegangan (rata-rata), tambah rasio untuk waktu pengaktifan.



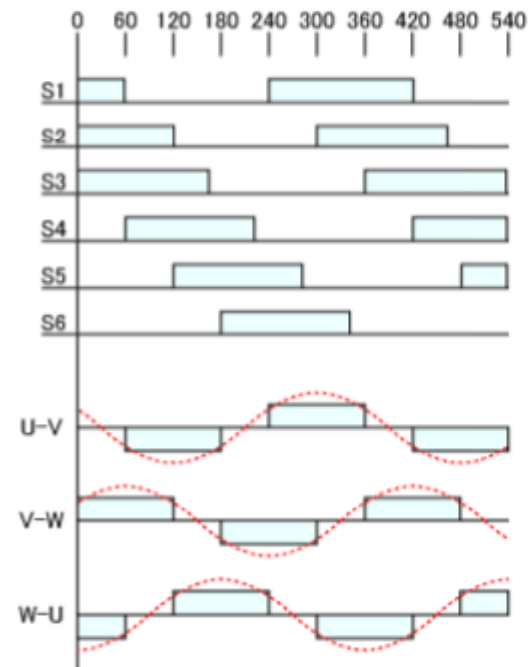
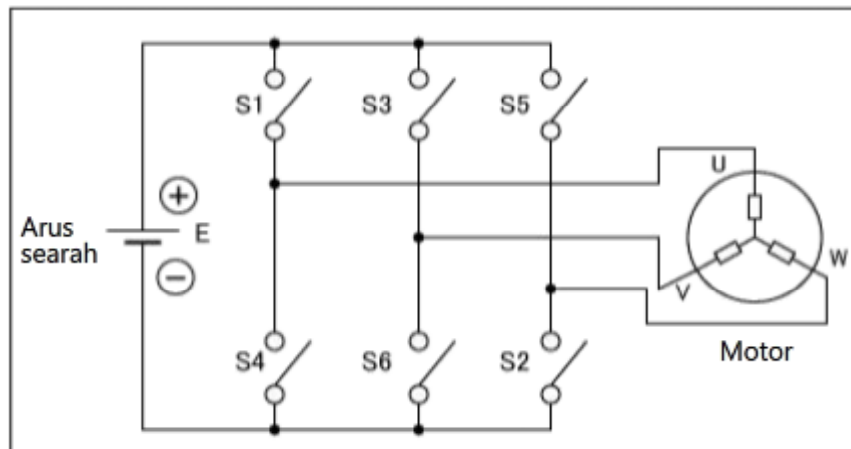
Lebar pulsa dan rasio pengaktifan/penonaktifan dikontrol untuk mengubah tegangan. Jenis metode kontrol ini disebut modulasi lebar pulsa (PWM) dan saat ini telah umum digunakan dalam inverter serta komponen elektronik lainnya.

1.3 Struktur inverter

[Prinsip Pengoperasian untuk Bagian Inverter]

(d) Bagaimanakah penjelasan tentang tegangan AC 3-fase?

Struktur dasar sirkuit inverter 3-fase dan tegangan AC 3-fase ditampilkan di bawah ini. Jika Anda mengubah urutan pengaktifan/penonaktifan keenam sakelar, maka sekuens untuk U-V, V-W, dan W-U akan berubah. Hal ini dapat digunakan untuk mengubah arah putaran motor.



Perlu diketahui bahwa pada penjelasan di atas elemen semikonduktor digunakan pada sakelar yang sebenarnya untuk pengalihan tegangan, sehingga memungkinkan sakelar diaktifkan/dinonaktifkan pada kecepatan yang sangat tinggi.

Satu-satunya inverter serbaguna yang tersedia untuk bidang industri pada tahun 1980-an adalah inverter kontrol V/F. Namun, metode kontrol tanpa sensor (kecepatan) diperkenalkan pada tahun 1990-an dengan tujuan untuk meningkatkan torsi pada kisaran rendah untuk kontrol V/F.

Performa inverter meningkat secara drastis akibat adanya kemajuan dalam bidang teknologi perangkat keras dan teknologi teori kontrol, termasuk semikonduktor.

Kontrol vektor dengan PLG mulai diterapkan pada motor induksi di awal tahun 1990-an dalam berbagai bidang yang memerlukan kontrol kecepatan dengan presisi tinggi.

Daftar metode kontrol inverter standar diberikan dalam tabel di bawah ini, terutama untuk metode yang melibatkan kontrol kecepatan.

Secara umum, perlu diketahui bahwa performa dan keakuratan semakin meningkat ke bagian kanan tabel untuk metode kontrol masing-masing, namun fleksibilitas dan efisiensi biaya semakin menurun.

Untuk kontrol tanpa sensor, metode dan namanya mungkin berbeda menurut produsen. Metode yang ditampilkan dalam tabel adalah metode yang dikembangkan oleh Mitsubishi Electric.

1.4

Metode kontrol inverter



Metode kontrol	Kontrol karakteristik tegangan/frekuensi (V/F)	Kontrol tanpa sensor		Kontrol vektor dengan PLG
		Kontrol berorientasi bidang	Kontrol vektor nyata tanpa sensor	
Kisaran kontrol kecepatan	1:10 (6 Hz hingga 60 Hz: Saluran daya)	1:120 (0,5 Hz hingga 60 Hz: Saluran daya)	1:200 (0,3 Hz hingga 60 Hz: Saluran daya)	1:1.500 (1 r/min./1.500 r/min.: Saluran daya, dengan regenerasi)
Respons	10 hingga 20 (rad/d)	20 hingga 30 (rad/d)	120 (rad/d)	300 (rad/d)
Kontrol kecepatan	(YA)	(YA)	(YA)	(YA)
Kontrol torsi	(TIDAK)	(TIDAK)	(YA)	(YA)
Kontrol posisi	(TIDAK)	(TIDAK)	(TIDAK)	(YA)
Uraian	Tegangan dan frekuensi akan tetap terkontrol pada nilai konstan dengan menggunakan jenis metode kontrol inverter yang paling umum.	Untuk mengatasi masalah penurunan torsi berkecepatan rendah pada kontrol V/F, digunakan metode kontrol yang mampu mengoreksi tegangan output menggunakan penghitungan vektor untuk arus motor.	Pada motor standar tanpa PLG, kontrol dapat diperoleh melalui penghitungan dan perkiraan kecepatan motor dari karakteristik tegangan/arus dan konstanta motor.	Metode ini membagi arus motor ke sejumlah komponen berorientasi bidang serta komponen penghasil torsi, dan mengontrol masing-masing jenis secara terpisah. Hal ini memungkinkan torsi dan posisi dikontrol pada tingkat presisi dan respons yang tinggi.
Serbaguna	Metode ini sangat fleksibel bila digunakan dengan motor standar karena memiliki sedikit elemen kontrol.	Metode ini memerlukan konstanta motor, namun struktur sirkuitnya relatif sederhana karena hanya memiliki sedikit elemen kontrol.	Metode ini memerlukan konstanta motor serta penyesuaian penguatan kontrol.	Metode ini memerlukan motor dengan PLG serta penyesuaian penguatan kontrol.
Motor yang dapat digunakan	Motor standar (tanpa PLG)	Motor standar (tanpa PLG)	Motor standar (tanpa PLG)	Motor standar (dengan PLG) Motor kontrol vektor khusus

Setelah menyelesaikan semua pelajaran Kursus Peralatan FA untuk Pemula (Inverter), 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 (21 item).

Anda dapat mengikuti tes akhir sebanyak yang diinginkan.

Cara menghitung skor tes

Setelah memilih jawaban, pastikan Anda 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.

Apa yang dimaksud dengan Inverter?

Pilih pernyataan yang benar dari penjelasan berikut.

- Inverter adalah perangkat yang dapat digunakan untuk mengubah torsi output motor sesuai keinginan secara terus-menerus dan efisien.
- Inverter adalah perangkat yang dapat digunakan untuk mengubah kecepatan putaran motor sesuai keinginan secara terus-menerus dan efisien.
- Inverter adalah perangkat yang dapat digunakan untuk mengaktifkan/menonaktifkan putaran motor.

Skor

Kembali

Motor yang digunakan dalam inverter industri

Pilih jenis motor yang digunakan dalam inverter industri.

- Motor DC
- Motor induksi 1-fase
- Motor sangkar-tupai 3-fase (induksi)
- Motor servo sinkron

Skor

Kembali

Kecepatan putaran motor 3-fase

Isi bidang kosong bertanda kurung dalam kalimat di bawah ini dengan istilah yang sesuai dari penjelasan tentang cara menggunakan inverter untuk mengontrol kecepatan putaran motor.

Kecepatan putaran motor 3-fase berbanding lurus dengan dan berbanding terbalik dengan motor.

Dari dua sifat inverter yang tersedia, putaran motor dikontrol dengan menJumlah sesuai keinginan.

Tes

Tes Akhir 4



Torsi yang dihasilkan oleh motor

Isi bidang kosong dalam rumus yang ditampilkan berikut ini dengan istilah yang sesuai untuk menghitung jumlah torsi yang dihasilkan oleh motor.

Torsi terukur, $T_m = 9550 \times$ / (N•m)

Penerapan Praktis Inverter

Pilih satu atau beberapa pernyataan yang benar dari penjelasan tentang kontrol volume aliran udara dan laju aliran (mungkin terdapat lebih dari satu jawaban yang benar).

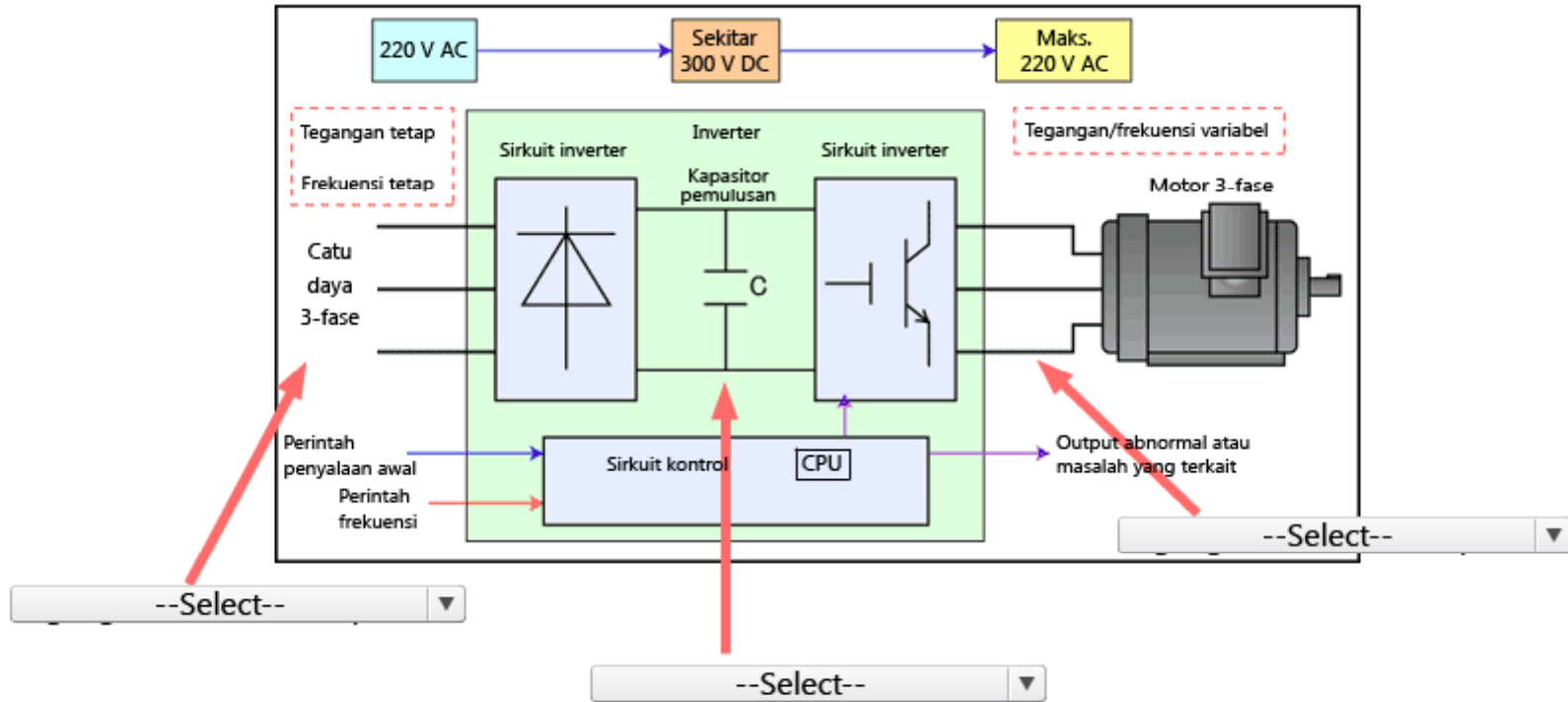
- Untuk mengurangi volume aliran udara, kecepatan putaran motor harus ditambah.
- Untuk mengurangi volume aliran udara, kecepatan putaran motor harus dikurangi.
- Daya dapat dihemat bila volume udara rendah.
- Volume aliran udara tidak berpengaruh pada pemakaian daya.

Tes

Tes Akhir 6

Struktur internal inverter

Isi bidang kosong dalam penjelasan tentang struktur internal inverter berikut dengan istilah yang sesuai.



Skor

Kembali

Sirkuit yang digunakan untuk mengkonversi daya dari AC menjadi DC dalam inverter

Pilih sirkuit yang sesuai dari penjelasan tentang sirkuit yang digunakan untuk mengkonversi tegangan AC menjadi tegangan DC.

--Select--

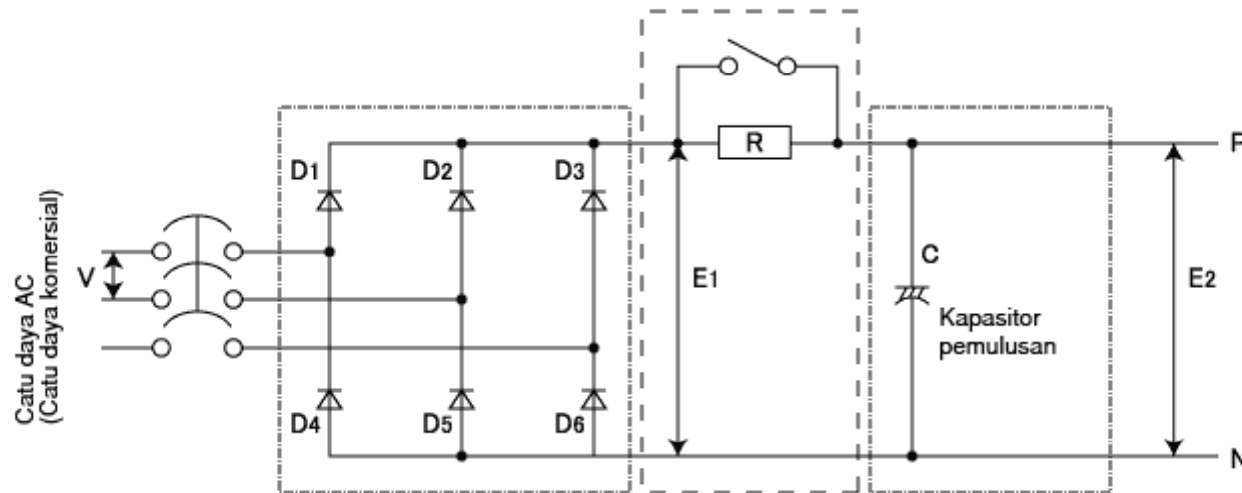
Tegangan catu daya AC disearahkan dan dikonversi menjadi tegangan DC.

--Select--

Komponen riak pulsa dalam tegangan DC yang disearahkan ditiadakan.

--Select--

Arus masuk bernilai tinggi dicegah agar tidak mengalir melalui sirkuit bila catu daya diaktifkan.



Skor

Kembali

Sirkuit yang digunakan untuk mengkonversi daya dari DC menjadi AC dalam inverter

Pilih pernyataan yang benar dari penjelasan tentang cara mengkonversi DC menjadi AC berikut.

- Tegangan DC diaktifkan/dinonaktifkan menggunakan kontak relay.
- Tegangan DC diaktifkan/dinonaktifkan menggunakan komponen semikonduktor (transistor, dsb.).
- Tegangan DC diaktifkan/dinonaktifkan menggunakan kapasitor pemulusan.

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

Tes**Tes Akhir 9**

Metode yang digunakan untuk konversi menjadi tegangan AC dengan frekuensi variabel

Isi bidang kosong dengan istilah yang sesuai dari penjelasan tentang cara menghasilkan tegangan AC dengan frekuensi variabel berikut.

Frekuensi diubah dengan mengontrol pengaktifan/penonaktifan sakelar.

Tegangan output diubah dengan mengontrol pengaktifan/penonaktifan sakelar.

Manfaat menggunakan inverter

Pilih item yang terkait dengan manfaat menggunakan inverter dalam peralatan.

--Select--

Inverter dapat digunakan untuk menghemat biaya listrik dengan mengatur volume aliran udara dan laju aliran.

--Select--

Penggunaan inverter membuat komponen mekanis, misalnya sabuk kecepatan variabel, yang berfungsi mengubah kecepatan menjadi tidak diperlukan.

--Select--

Inverter dapat digunakan untuk mengurangi efek guncangan pada mesin saat pengaktifan/penonaktifan peralatan berlangsung.

--Select--

Inverter dapat digunakan pada peralatan dengan motor yang ada.

Skor

Kembali

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 (Inverter)**.

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 sesuai yang anda inginkan.

Tinjau

Tutup