

## **PENGANTAR ELEKTRONIKA DAYA**

### **KOMPETENSI DASAR**

Setelah mengikuti materi ini diharapkan mahasiswa memiliki kompetensi:

- Menguasai definisi/konsep dan keterkaitan elektronika daya dengan disiplin ilmu yang lain
- Menguasai peranan dan aplikasi elektronika daya pada bidang industry

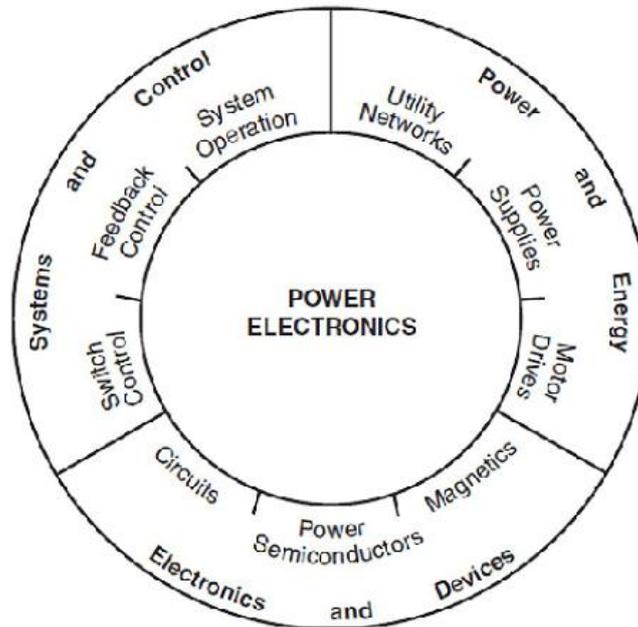
### **STANDAR KOMPETENSI**

Mampu memberikan penjelasan/argumen tentang konsep, peranan dan aplikasi elektronika daya pada bidang industri

#### **A. Pendahuluan**

Elektronika Daya merupakan salah satu bidang ilmu yang mempelajari dan membahas aplikasi elektronika yang berkaitan dengan peralatan listrik yang berdaya cukup besar. Berbagai macam peralatan dan aplikasi nyata di industri yang menggunakan sumber listrik memiliki kapasitas daya yang sangat besar seperti motor listrik, pemanas, pendingin, fan, kompresor, pompa, conveyor dan aplikasi -aplikasi lainnya. Elektronika daya mulai populer setelah berbagai pengaturan secara konvensional kurang dapat memenuhi kebutuhan industri. Pengaturan berbagai aplikasi di industri secara konvensional tidak efektif dan menimbulkan rugi-rugi yang cukup besar sehingga diperlukan mekanisme pengaturan yang lebih baik. Salah satu pilihan adalah dengan menggunakan perangkat elektronika.

Elektronika daya melibatkan studi tentang berbagai jenis topologi rangkaian elektronik yang digunakan sebagai pengendali aliran energi listrik. Rangkaian rangkaian elektronik tersebut mampu bekerja pada level daya yang jauh lebih besar apabila dibandingkan dengan sebuah perangkat konverter yang berdiri sendiri.



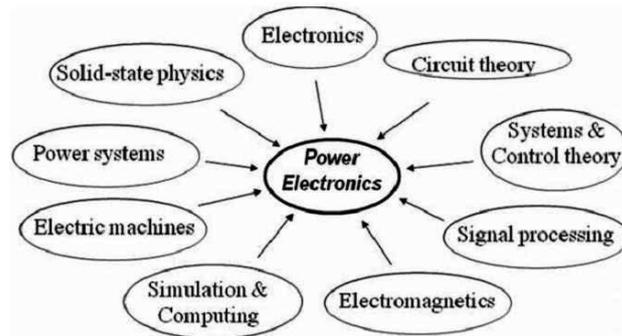
Gambar 0.1 Intergrasi bidang Ilmu yang terkait dengan ELDA

Seperti pada Gambar 1, elektronika daya sangat erat kaitannya dengan bidang ilmu lainnya, yakni: energi, elektronika dan perangkatnya, sistem dan kendalinya. Berbagai rangkaian yang didesain untuk aplikasi di bidang energy dan daya listrik harus memenuhi aspek tertentu baik dari sisi perangkatnya, kendali, dan efisiensi energinya.

Untuk dapat melakukan pengaturan berbagai macam peralatan di industri diperlukan peralatan kontrol yang mampu beroperasi pada tegangan dan arus yang cukup besar. Elektronika Daya memberikan solusi terhadap permasalahan di dunia industri untuk dapat melakukan pengaturan peralatan-peralatan dengan menggunakan rangkaian yang dapat bekerja dengan arus dan tegangan yang besar. Beberapa aplikasi di industri bekerja pada arus yang mencapai ratusan bahkan ribuan ampere dan tegangan yang tinggi 220 V, 380 V, 600 V, 3,8 KV bahkan ada yang lebih tinggi lagi. Pengaturan peralatan yang berdaya besar ini tidak mungkin dilakukan dengan rangkaian elektronika yang berdaya kecil seperti peralatan rumah tangga yang arusnya kurang dari 5 Ampere dan tegangannya 220 Volt ke bawah.

## B. Ruang Lingkup

Bidang ilmu Elektronika Daya mencakup berbagai bidang ilmu yang mendasari perkembangan ilmu ini. Beberapa bidang ilmu yang terkait dengan Elektronika daya diantaranya adalah: 1) Elektronika, 2) Teori rangkaian, Sistem control, Elektromagnetika, Mesin-mesin listrik, Sistem Tenaga Listrik, Komponen semikonduktor dan computer. Secara lengkap, ruang lingkup materi bahasan Elektronika Daya seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 0.2 Ruang Lingkup Elektronika Daya

### 1. Sistem Elektronika

Sistem elektronika merupakan dasar utama pada aplikasi elektronika daya. Sistem elektronika akan membahas tentang peralatan elektronika yang terdiri dari semikonduktor dan komponen lainnya dalam suatu rangkaian elektronika. Untuk mempeleajari elektronika daya diperlukan pemahaman terhadap materi rangkaian elektronika baik analog maupun digital. Gambar. 3 adalah salah satu contoh piranti Elektronika Daya.



Gambar 0.3 Piranti Elektronika Daya

## 2. Sistem Tenaga Listrik

Objek utama dalam aplikasi elektronika daya adalah peralatan dan sistem yang memiliki daya (tegangan dan arus) listrik yang cukup besar. Oleh karena itu untuk lebih memahami elektronika daya diperlukan pemahaman yang baik terhadap sistem tenaga listrik.



Gambar 0.4 Sistem konveyor

## 3. Sistem Kontrol

Aplikasi elektronika daya pada umumnya untuk melakukan pengontrolan aplikasi di industri. Oleh karena itu diperlukan pemahaman yang baik terhadap teknik dan sistem kontrol berbagai peralatan yang digunakan di industri. Contoh pengaturan yang paling sering ditemui adalah pengaturan kecepatan putar motor listrik, pengaturan torsi motor listrik, pengaturan kecepatan aliran (flow) minyak, gas, pengaturan temperature, pengaturan tekanan, pengaturan kecepatan conveyor, pengaturan gerakan peralatan di industri dan pengaturan-pengaturan parameter lainnya.



Gambar 0.5 Kontrol proses industri

#### 4. Sistem Komputer

Aplikasi industri sekarang ini kebanyakan sudah terintegrasi dengan sistem komputer. Untuk melakukan pengaturan berbagai peralatan di industri dilakukan secara remote dan hasilnya dapat dimonitor dengan tampilan yang terintegrasi dengan database yang dioleh dalam komputer.



Gambar 0.6 Kontrol berbasis komputer

#### C. Definisi Elektronika Daya

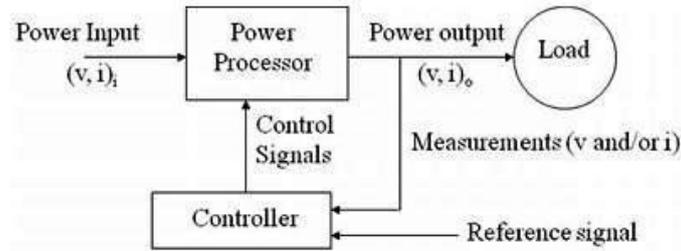
Elektronika Daya (Power Electronics) didefinisikan sebagai sebuah aplikasi elektronika yang menitikberatkan pada pengaturan peralatan listrik yang berdaya besar dengan cara melakukan pengubahan parameter-parameter listrik (arus, tegangan, daya listrik). Aplikasi elektronika disini dimaksudkan rangkaian yang menggunakan peralatan elektronika terutama semikonduktor yang difungsikan sebagai saklar (switching) untuk melakukan pengaturan dengan cara melakukan pengubahan tipe sumber dari AC – AC, AC – DC, DC – DC dan DC – AC. Peralatan semikonduktor yang digunakan adalah solid-state electronics untuk melakukan pengaturan yang lebih efisien pada sistem yang mempunyai daya dan energy yang besar.

Aplikasi elektronika daya memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Aplikasi teknik kontrol untuk mendapatkan
2. Elektronika daya merupakan gabungan dari berbagai disiplin ilmu yaitu Teknik Tenaga Listrik, Elektronika dan teknologi sistem kontrol.
3. Elektronika daya menggunakan komponen elektronika daya (solid-state) untuk mengontrol dan mengkonversi tenaga listrik

4. Rangkaian elektronika daya terdiri dari input dan beban (load) .
5. Rangkaian elektronika daya dapat terdiri dari satu atau lebih converter untuk melakukan perubahan parameter listrik.

Secara umum, aplikasi elektronika daya dapat dijelaskan dengan diagram skematik sebagai berikut:



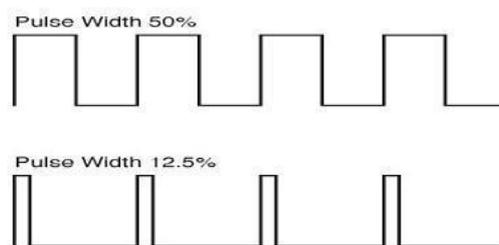
Gambar 0.7 Sistem elektronika daya

#### D. Fungsi Peralatan Semikonduktor

Peralatan semikonduktor pada sistem elektronika daya mempunyai fungsi utama sebagai berikut:

##### 1. Switching

Fungsi utama semikonduktor pada aplikasi elektronika daya adalah sebagai saklar atau switching. Proses switching merupakan dasar dari materi pada elektronika daya sehingga perlu difahami dengan baik. Switching dilakukan secara elektronik dengan kecepatan tinggi yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

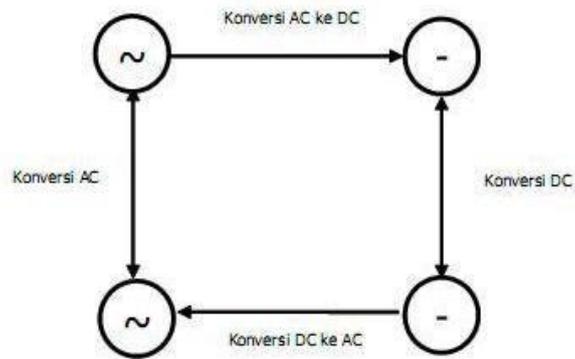


Gambar 0.8 Switching dengan lebar pulsa 50 dan 12,5 %

##### 2. Converting

Fungsi yang kedua dari peralatan semikonduktor elektronika daya adalah untuk melakukan perubahan atau converting dari tipe sumber. Konversi dapat dilakukan dari AC

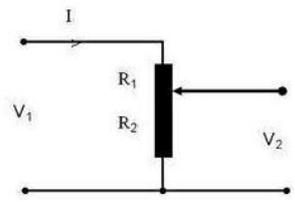
ke DC, AC ke AC, DC ke DC maupun dari DC ke AC. Proses pengubahan besaran meliputi pengubahab bentuk gelombang arus, tegangan maupun besaran lainnya. Konversi DC Konversi AC ke DC - ~ Konversi DC ke AC Konversi AC - ~



Gambar 0.9 Konversi parameter listrik

### 3. Controlling

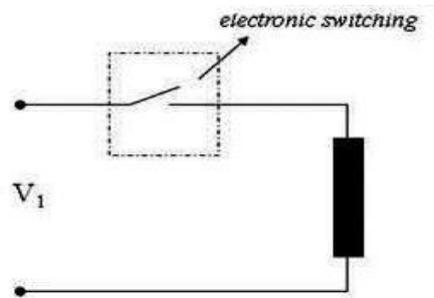
Fungsi yang ketiga dari peralatan semikonduktor elektronika daya adalah untuk melakukan pengaturan aplikasi elektronika industri sesuai dengan yang diinginkan. Contoh pengaturan adalah pengaturan tegangan, pengaturan arus, pengaturan daya listrik dan pengaturan besaran-besaran lainnya. Dengan melakukan pengaturan besaran listrik akan berpengaruh pada sistem kerja pada sistem yang bekerja di industri seperti kecepatan putaran, tekanan, suhu, kecepatan gerak, dan sistem kerja lainnya.



Gambar 0.10 Pengaturan dengan pembagi tegangan resistor

Contoh ilustrasi penggunaan aplikasi elektronika daya secara sederhana adalah pada pengaturan tegangan. Gambar di bawah ini merupakan rangkaian pembagi tegangan yang digunakan untuk mengatur tegangan V2 sesuai dengan yang dibutuhkan. Melalui pengaturan resistor variable (Potensiometer) kita bisa mendapatkan tegangan V2 sesuai

kebutuhan. Cara pengaturan konvensional seperti ini memang sangat mudah menimbulkan rugi-rugi. Dengan menggunakan resistor maka akan muncul panas yang besarnya berbanding dengan kuadrat arus ( $I$ ) dan nilai resistornya. Rugi-rugi panas =  $I^2 \cdot R$  Watt



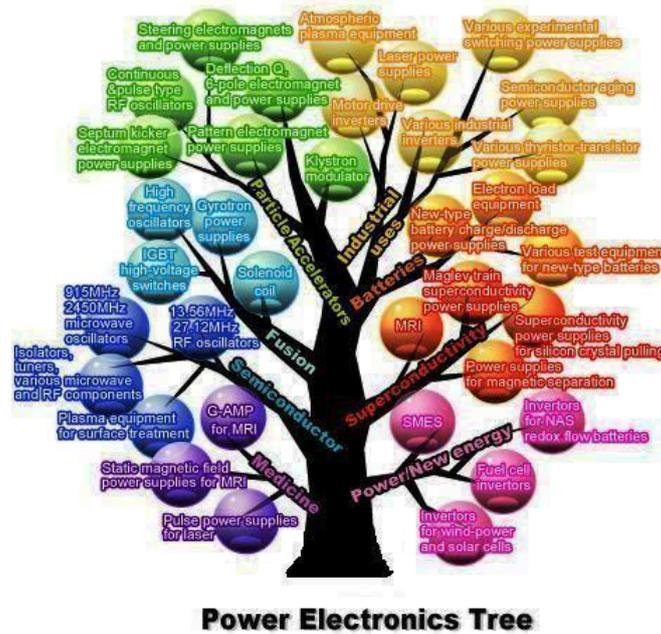
Gamabr 0.11 Pengaturan tegangan dengan switching

Metode pengaturan lain yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan switching (saklar) pada sisi sumber sehingga bisa diatur nilai tegangan keluaran dengan mengatur duty cycle (siklus kerja) dari peralatan switching. Dengan metode seperti ini, maka tegangan keluaran dapat diatur tanpa menimbulkan panas karena pada saat tidak digunakan sumber dimatikan dan sumber akan dihidupkan jika dibutuhkan.

### E. Aplikasi dan Contoh Penggunaan Elektronika Daya

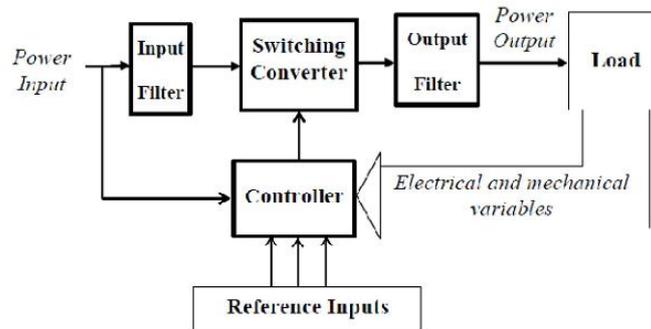
Aplikasi rangkaian elektronika banyak digunakan untuk kepentingan peralatan rumah tangga dan industri. Perangkat elektronika daya banyak digunakan pada peralatan konversi daya listrik yang besar seperti : saluran transmisi daya listrik, jaringan distribusi daya listrik, pengaturan motor listrik secara elektronis di industri, pengatur pemanas air, pengubah daya listrik AC menjadi DC, DC menjadi DC, DC menjadi AC untuk kepentingan pengaturan peralatan di industri, charger baterai pada peralatan industri, dan lain sebagainya. Dalam kehidupan sehari-hari aplikasi elektronika daya dapat dilihat pada UPS (Uninterabable Power Supply), inverter, catu daya untuk laptop, notebook dan komputer, pengatur tingkat keterangan lampu, peredup lampu (dimmer), pengatur pemanas, pengatur cahaya, ballast elektronik pada lampu neon, relai-relai elektronik, pemutus tenaga, sistem elektronis dalam mobil dan wahana ruang angkasa.

Selain itu aplikasi elektronika daya juga banyak digunakan diindustri untuk pengaturan berbagai peralatan industri seperti pengaturan kecepatan putar motor listrik, pengatur kecepatan putar penggerak konveyor, pengatur kecepatan gerak lift, pengatur kecepatan gerak eskalator dengan beban yang berubah-ubah, pengaturan kecepatan aliran fluida gas dan minyak, pengaturan tekanan pada mesin pompa, blower, pengaturan kipas dan lain sebagainya.



Gambar 0.12 Aplikasi ELDA

**F. Peran Elektronika daya**



Gambar 0.13 Peranan ELDA

- Power input: Daya masukan yang akan dikonversi oleh rangkaian konverter elektronik. Power input juga memberi supply daya bagi controller.
- Input Filter: Filter pada sisi masukan. Biasanya berupa filter EMI ataupun filter harmonik. Bahkan pada peralatan tertentu kedua filter tersebut dipasang berdampingan.
- Switching Converter: rangkaian konverter yang tersusun dari semikonduktor (dioda, SCR, TRIAC, BJT, MOSFET/IGBT, GTO, dll). Topologi rangkaian ini tergantung dari tujuan konversi energi yang diinginkan. Topologi switching converter, yaitu: ac-dc converter, dc-dc converter, dc-ac converter dan ac-ac converter. Bisa juga berbentuk cascade (bertingkat). Misalnya pada aplikasi VSD (variable speed drive) yang terbetuk dari ac-dc converter, dc-dc converter dan dc-ac converter secara berurutan.
- Output filter. Umumnya output filter ini dipasang untuk memurnikan gelombang tegangan/arus dc keluaran dari ac-dc converter, atau dc-dc converter. Filter ini biasanya berupa filter pasif dari kapasitor. Tetapi juga ada yang berupa filter aktif/preregulator atau PFC regulator. Karena itu, filter ini juga dapat mengurangi harmonisa pada arus sumber dan memperbaiki faktor daya.
- Power output. Variable keluaran, berupa daya (watt). Apabila daya ini adalah daya ac, maka perlu dingat bahwa daya ini adalah daya aktifnya.
- Load merupakan beban yang dicatu oleh konverter, bisa beban ac ataupun beban dc.
- Besaran mekanik/elektrik (umpan balik) digunakan sebagai pembanding terhadap referensi untuk menghasilkan besaran aktualnya (yang diinginkan. Besaran ini akan diolah oleh controller.
- Controller merupakan perangkat kendali yang bisa dibentuk dari rangkaian analog atau digital. Bahkan pada perkembangan terkini sistem mikroprosesor/mikrocontroller telah dapat memanfaatkan teknologi AI, seperti (fuzzy, GA, NN, dll.)
- Reference Input merupakan besaran yang diguankan sebagai acuan oleh controller.

## TUGAS 1

1. Berikan argumen saudara mengapa elektronika daya itu penting dalam pengembangan pemanfaatan teknologi
2. Jelaskan lima disiplin ilmu yang terkait dengan elektronika daya dan kemukakan pendapat saudara mengapa demikian
3. Berikan argumen saudara tentang aplikasi elektronika daya pada bidang:
  - a. Teknik tenaga listrik
  - b. Sistem automotif
  - c. Sistem kendali
  - d. Peralatan rumah tangga
  - e. Sarana kantor atau gedung besar