# **Indonesia Australia Partnership for Skills Development**

# **Batam Institutional Development Project**





# Paket Pembelajaran Dan Penilaian

**Kode Unit: BSDC-0103** 

# Mengidentifikasi Komponen dan Peralatan Elektronika

( Identify Electronic Components and Devices )

(18 June 2002)

# **DAFTAR ISI**

BAB 1	PENGANTAR	1
	Selamat Berjumpa di Buku Pedoman ini !	1
	Persyaratan Minimal Kemampuan Membaca, Menulis & Berhitung	1
	Definisi	
	Berapa Lama Mencapai Kompetensi ?	2
	Simbol	2
	Terminologi	2
BAB 2	ARAHAN BAGI PELATIH	5
	Peran Pelatih	5
	Strategi Penyajian	5
	Alat Bantu yang Dibutuhkan untuk Menyajikan Kompetensi Ini	6
	Peraturan	6
	Sumber-sumber untuk Mendapatkan Informasi Tambahan	6
BAB 3	STANDAR KOMPETENSI	7
	Judul Unit	7
	Deskripsi Unit	7
	Kemampuan Awal	
	Elemen Kompetensi dan Kriteria Unjuk Kerja	
	Variabel	
	Pengetahuan dan Keterampilan Pokok	
	Konteks Penilaian	
	Aspek Penting Penilaian	
	Keterkaitan dengan Unit Lain	
	Kompetensi Kunci yang akan Didemonstrasikan Dalam Unit ini	
	Tingkat Kemampuan yang harus Ditunjukkan dalam Menguasai Kompetensi ini	
BAB 4		
	A Rencana Materi	
	B Cara Mengajarkan Standar Kompetensi	
	C Materi Pendukung Untuk Pelatih	
	Lembar Informasi	
	TugasTransparansi	
BAB 5	•	
DAD 3	Apa yang dimaksud dengan penilaian?	
	Apakah yang kita maksud dengan kompeten?	
	Pengakuan kemampuan yang dimiliki	
	Kualifikasi penilai	
	Ujian yang disarankan	
	Checklist yang disarankan bagi penilai:	
	Lembar Penilaian	

#### **BAB 1 PENGANTAR**

# Selamat Berjumpa di Buku Pedoman ini!

Buku Paket Pembelajaran dan Penilaian ini menggunakan sistem pelatihan berdasarkan kompetensi untuk mengajarkan keterampilan ditempat kerja, yakni suatu cara yang secara nasional sudah disepakati untuk penyampaian keterampilan, sikap dan pengetahuan yang dibutuhkan dalam suatu proses pembelajaran. Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan yang berdasarkan kompetensi adalah penguasaan individu secara aktual di tempat kerja.

Pelatih harus menyusun sesi-sesi kegiatannya sesuai dengan :

- Kebutuhan peserta pelatihan.
- Persyaratan-persyaratan organisasi.
- Waktu yang tersedia untuk pelatihan.
- Situasi pelatihan.

Strategi penyampaian dan perencanaan sudah dipersiapkan oleh pelatih untuk peserta pelatihan. Masalah yang disarankan akan memberikan suatu indikasi tentang apa yang harus dicantumkan dalam program tersebut untuk memenuhi/mencapai standar kompetensi.

Strategi pembelajaran dan penilaian yang dipersiapkan dalam unit ini tidaklah bersifat wajib namun digunakan sebagai pedoman. Peserta pelatihan didorong untuk memanfaatkan pengetahuan dan pengalaman industri mereka. Contoh-contoh produk industri lokal atau hasil pengembangan sumber-sumber yang mereka miliki, dapat membantu dalam menyesuaikan materi dan memastikan relevansi pelatihan.

# Persyaratan Minimal Kemampuan Membaca, Menulis & Berhitung

Untuk melaksanakan pelatihan secara efektif dan agar dapat mencapai standar kompetensi diperlukan tingkat kemampuan minimal dalam membaca, menulis dan menghitung berikut:

Kemampuan membaca dan menulis	Kemampuan baca, interpretasi dan membuat teks.  Kemampuan menggabungkan informasi untuk dapat menafsirkan suatu pengertian.
Kemampuan menghitung	Kemampuan minimal untuk menggunakan matematika dan simbol teknik, diagram dan terminologi dalam konteks umum dan yang dapat diprediksi serta dimungkinkan untuk mengkomunikasikan keduanya yaitu antara matematik dan teknik.

# **Definisi**

Seseorang yang berkeinginan untuk memperoleh kompetensi seharusnya berkenan menamakan dirinya sebagai peserta latih. Dalam situasi pelatihan, anda dapat ditempatkan sebagai siswa, pelajar atau sebagai peserta, sehingga seorang pengajar kompetensi ini adalah sebagai pelatih. Sebaliknya, dalam situasi pelatihan anda juga dapat ditempatkan sebagai guru, mentor, fasilitator atau sebagai supervisor.

# Berapa Lama Mencapai Kompetensi?

Dalam sistem pelatihan berdasarkan kompetensi, fokusnya harus tertuju kepada pencapaian suatu kompeterisi/keahlian, bukan pencapaian pada pemenuhan waktu tertentu; dengan demikian dimungkinkan peserta pelatihan yang berbeda memerlukan waktu yang berbeda pula untuk mencapai suatu kompetensi tertentu.

# **Simbol**

Dalam keseluruhan paket pelatihan akan kita lihat beberapa simbol. Berikut penjelasan tentang simbol :

Simbol	Keterangan
НО	Handout ( Pegangan Peserta )
ОНТ	Overhead Transparansi yang dapat digunakan dalam penyampaian materi pelatihan
Penilaian	Penilaian kompetensi yang harus dikuasai
Tugas	Tugas / kegiatan atau aktivitas yang harus diselesaikan.

# **Terminologi**

# Akses dan Keadilan

Mengacu kepada fakta bahwa pelatihan harus dapat diakses oleh setiap orang tanpa memandang umur, jenis kelamin, sosial, kultur, agama atau latar belakang pendidikan.

#### **Penilaian**

Proses formal yang memastikan pelatihan memenuhi standar-standar yang dibutuhkan oleh industri. Proses ini dilaksanakan oleh seorang penilai yang memenuhi syarat (cakap dan berkualitas) dalam kerangka kerja yang sudah disetujui secara Nasional.

#### Penilai

Seseorang yang telah diakui/ditunjuk oleh industri untuk menilai/menguji para tenaga kerja di suatu area tertentu.

#### Kompeten

Mampu melakukan pekerjaan dan memiliki keterampilan, pengetahuan dan sikap yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan secara efektif ditempat kerja serta sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan.

#### Pelatihan Berdasarkan Kompetensi

Pelatihan yang berkaitan dengan kemampuan seseorang dalam menguasai suatu kompetensi/ keahlian secara terukur dan mengacu pada standar yang sudah ditetapkan.

## **Aspek Penting Penilaian**

Menerangkan fokus penilaian dan poin-poin utama yang mendasari suatu penilaian.

#### Konteks Penilaian

Menetapkan dimana, bagaimana dan dengan metode apa penilaian akan dilaksanakan.

# Elemen Kompetensi

Elemen atau Sub-Kompetensi adalah keterampilan-keterampilan yang membangun suatu unit kompetensi.

#### Acuan Penilaian

Acuan penilaian adalah garis pedoman tentang bagaimana sebuah unit kompetensi harus dinilai.

#### Adil

Tidak merugikan para peserta tertentu.

#### **Fleksibel**

Tidak ada pendekatan tunggal terhadap penyampaian dan penilaian unjuk kerja dalam sistem pelatihan berdasarkan kompetensi.

#### **Penilaian Formatif**

Kegiatan penilaian berskala kecil yang dilakukan selama pelatihan, yaitu untuk membantu dalam memastikan bahwa pelajaran dilaksanakan secara baik dan adanya umpan balik kepada peserta tentang kemajuan yang mereka capai.

## Kompetensi Kunci

Kompetensi yang menopang seluruh unjuk kerja dalam suatu pekerjaan. Ini meliputi: mengumpulkan, menganalisis, mengorganisasikan dan mengkomunikasikan ide-ide dan informasi, merencanakan dan mengorganisasikan aktifitas, bekerja dengan orang lain dalam sebuah tim, memecahkan masalah penggunaan teknologi, menggunakan ide-ide teknik-matematis.

Kompetensi-kompetensi ini digolongkan ke dalam tingkat yang berbeda sebagai berikut:

Tingkat	Karakteristik		
1	Melakukan tugas-tugas rutin berdasarkan prosedur yang baku dan tunduk pada pemeriksaan kemajuannya oleh supervisor.		
2	Melakukan tugas-tugas yang lebih luas dan lebih kompleks dengan peningkatan kemampuan untuk pekerjaan yang dilakukan secara otonom. Supervisor melakukan pengecekan-pengecekan atas penyelesaian pekerjaan.		
3	Melakukan aktifitas-aktifitas yang kompleks dan non-rutin, yang diatur sendiri dan bertanggung jawab atas pekerjaan orang lain.		

## Strategi Penyajian

Strategi panyajian adalah dengan menyediakan informasi yang diperlukan tentang bagaimana melaksanakan pelatihan berdasarkan program yang dilaksanakan di tempat kerja dan/atau di tempat pelatihan/ organisasi yang bersangkutan.

#### Keterkaitan dengan Unit Lain

Menerangkan peran suatu unit dan tempatnya dalam susunan kompetensi yang ditetapkan oleh industri. Hal ini juga memberikan pedoman tentang unit lain yang dapat dinilai bersama.

#### **Standar Kompetensi Nasional**

Kompetensi-kompetensi yang sudah disepakati secara nasional dan standar-standar penampilan kerja yang dijadikan acuan oleh segala fihak dalam melakukan suatu pekerjaan.

# Kriteria Unjuk kerja

Kriteria-kriteria atau patokan yang digunakan untuk menilai apakah seseorang sudah mencapai suatu kompetensi dalam suatu unit kompetensi.

#### Variabel

Penjelasan tentang rincian tempat pelatihan dengan perbedaan konteks yang mungkin dapat diterapkan pada suatu unit kompetensi tertentu.

#### Reliabel

Menggunakan metode-metode dan prosedur-prosedur yang menguatkan terhadap standar kompetensi dan tingkatannya diinterpretasikan serta diterapkan secara konsisten kepada seluruh konteks dan seluruh peserta pelatihan.

#### Valid

Penilaian terhadap fakta-fakta dan kriteria unjuk kerja yang sama akan menghasilkan hasil akhir penilaian yang sama dari penilai yang berbeda.

# Pengakuan Kemampuan yang Dimiliki (RCC- Recognition of Current Competence)

Pengakuan akan keterampilan, pengetahuan dan kemampuan seseorang yang telah dicapainya. (lihat RPL)

# Pengakuan Terhadap Pengalaman Belajar (RPL- Recognition of Prior Learning)

Pengakuan terhadap hasil belajar sebelum mempelajari suatu unit kompetensi untuk mendukung pencapaian unit kompetensi tersebut. Hal tersebut biasanya adalah kompetensi yang berkaitan dengan standar kompetensi industri dan juga berkaitan dengan pembelajaran dan pelatihan sebelumnya. (lihat RCC)

#### **Penilaian Sumatif**

Penilaian ini dilakukan setelah pelatihan unit kompetensi selesai, yakni untuk memastikan bahwa peserta pelatihan sudah mencapai kriteria unjuk kerja.

#### Peserta

Orang yang menerima / mengikuti pelatihan.

#### **Pelatih**

Orang yang memberikan pelatihan.

# Pengetahuan dan Keterampilan Pokok

Definisi atau uraian tentang keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk mencapai suatu keahlian/keterampilan pada tingkat yang telah ditetapkan

# **Deskripsi Unit**

Gambaran umum tentang program pembelajaran/ kompetensi yang hendak dicapai.

# **BAB 2 ARAHAN BAGI PELATIH**

# **Peran Pelatih**

Salah satu peran anda sebagai pelatih atau guru adalah memastikan standar pelayanan yang tinggi melalui pelatihan yang efektif. Untuk memastikan bahwa anda siap bekerja pada kompetensi ini dengan peserta pelatihan, pertimbangkanlah pertanyaan-pertanyaan berikut ini:

- Seberapa yakin anda tentang pengetahuan dan ketrampilan anda sendiri yang dibutuhkan untuk menyampaikan setiap elemen ?
- Apakah ada informasi atau peraturan baru yang mungkin anda butuhkan untuk diakses sebelum anda memulai pelatihan ?
- Apakah anda merasa yakin untuk mendemonstrasikan tugas-tugas praktik?
- Apakah anda akan sanggup menerangkan secara jelas tentang pengetahuan pendukung yang dibutuhkan oleh peserta pelatihan untuk melakukan pekerjaan mereka secara tepat ?
- Apakah anda menyadari ruang lingkupan situasi industri dimana kompetensi ini mungkin diterapkan?
- Apakah anda menyadari tentang bahasa, kemampuan membaca dan menulis serta keterampilan memahami dan menggunakan matematika peserta pelatihan yang dibutuhkan untuk mendemonstrasikan kompetensi dalam standar kompetensi ini ?
- Apakah anda menyadari tentang kemampuan membaca gambar peserta pelatihan yang dibutuhkan untuk mendemonstrasikan kompetensi dalam standar kompetensi ini ?
- Sudahkah anda pertimbangkan isu-isu yang wajar dan dapat diterima dalam merencanakan penyampaian program pelatihan ini?

# Strategi Penyajian

Variasi kegiatan pelatihan yang disarankan untuk penyampaian kompetensi ini meliputi:

- Pengajaran ( tatap muka ).
- Tugas-tugas praktik.
- Tugas-tugas proyek.
- Studi kasus.
- Melalui media (video, digital projector, referensi, dll ).
- Kerja kelompok.
- Bermain peran dan simulasi.
- Kunjungan / kerja industri.

Pelatih harus memilih strategi pelatihan yang layak untuk kompetensi yang sedang diberikan, baik situasi maupun kebutuhan pesertanya. Contohnya, jika praktik industri atau magang tidak memungkinkan, beragam simulasi, demonstrasi dan penggunaan multi media mungkin cukup memadai.

# Alat Bantu yang Dibutuhkan untuk Menyajikan Kompetensi Ini

Ruang kelas atau ruang belajar memenuhi syarat minimum untuk penyampaian teori kepada peserta pelatihan, papan tulis, OHP dan kelengkapannya, *flip chart* dan kelengkapannya, dan alat-alat lain yang diperlukan.

# **Peraturan**

Perhatikan peraturan-peraturan atau hukum yang relevan serta panduan yang dapat mempengaruhi kegiatan anda, dan yakinkan bahwa peserta pelatihan anda mengikutinya.

# Sumber-sumber untuk Mendapatkan Informasi Tambahan

Sumber-sumber informasi meliputi beberapa kategori berikut ini :

# Sumber bacaan yang dapat digunakan:

Judul: Vademekum Elektronika

Pengarang: Wasito S

Penerbit: PT. Gramedia Pustaka Utama

Tahun Terbit: 2001

Judul: Elektronik Industri

Pengarang: Frank D. Petruzella

Penerbit: ANDI Yogyakarta

Tahun Terbit 2000

Judul: Ketrampilan Elektronika 1

Pengarang: Drs. Ahmad Rahman

Penerbit: Ganeca Exact Bandung

Tahun Terbit 1999

# **BAB 3 STANDAR KOMPETENSI**

Dalam sistem pelatihan, Standar Kompetensi diharapkan dapat menjadi panduan dan bimbingan bagi peserta pelatihan atau siswa agar dapat:

- mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan peserta pelatihan
- mengidentifikasi apa yang telah dikerjakan peserta pelatihan
- mengecek kemajuan peserta pelatihan
- meyakinkan bahwa semua elemen dan kriteria kinerja telah dimasukkan dalam pelatihan dan penilaian

# **Judul Unit**

Mengidentifikasi Komponen dan Peralatan Elektronika

# **Deskripsi Unit**

Tujuan dari unit ini adalah memperkenalkan siswa pada fungsi dasar yang biasanya digunakan dalam komponen elektronika.

# **Kemampuan Awal**

Nil.

# Elemen Kompetensi dan Kriteria Unjuk Kerja

Sub Kompetensi / Elemen	Kriteria Unjuk Kerja
1.0 Mengidentifikasi	1.1 Fungsi komponen dalam rangkaian DC dijelaskan.
fungsi-fungsi dasar komponen- komponen	1.2 Komponen-komponen elektronika yang umum digunakan melalui konstruksi fisik diidentifikasikan.
elektronika yang sering digunakan	1.3 Nilai-nilai dari komponen dan hubungan mereka pada ukuran fisik dijelaskan.
melalui nama dan bentuknya.	1.4 Sistem colour-coding bagi resistor dan komponen lainnya digambarkan.
	1.5 Daftar indeks industri untuk arus, tegangan, tahanan dan daya diberikan.
	1.6 Indikator polaritas pada dioda dan transistor diidentifikasikan.
	1.7 Bermacam tipe plug dan soket dan bermacam kegunaannya dijelaskan dan diidentifikasikan.
	1.8 Komponen-komponen ditangani dengan hati-hati untuk menghindari :
	<ul> <li>lead bending yang tidak perlu</li> </ul>
	• bending
	dijelaskan.

Sub Kompetensi / Elemen		Kriteria Unjuk Kerja
2.0 Mengidentifikasi	2.1	Kepentingan peralatan pelindung dijelaskan.
fungsi dasar dari peralatan pelindung rangkaian , saklar,	2.2	Operasi dasar sekering dan rangkaian breaker digambarkan.
dan relay.	2.3	Metode yang benar dalam memakai sekering / rangkaian breaker bagi pemasangan digambarkan.
	2.4	Operasi mekanisme saklar dijelaskan.
	2.5	Operasi relay solenoida dijelaskan.
	2.6	Term-term single pole, double pole, single dan double throw dan changeover dijelaskan.
3.0 Menjelaskan dan mendemonstrasikan prosedur	3.1	Penyebab-penyebab ESD (Electrostatic Discharge) termasuk gesekan dengan alas kaki, pakaian, produk yang terbuat dari plastik digambarkan.
penanganan anti- statik yang aman dan teknik-teknik saat menangani komponen	3.2	Efek-efek ESD pada peralatan solid state, khususnya dalam efek jangka panjang dari kecelakaan tidak fatal ESD pada daya tahan peralatan dijelaskan.
elektronika solid state.	3.3	Penyebab-penyebab potensial ESD dan bagaimana mengurangi kemungkinan terjadinya digambarkan.
	3.4	Teknik-teknik penanganan komponen yang benar, termasuk kegunaan dari peralatan pelindung statik dan metoda pencegahan kontaminasi sekresi pada tubuh manusia didemonstrasikan.
4.0 Menggambarkan konstruksi fisik dari PCB single sided,	4.1	PCB single, double-sided dan multi-layer diidentifikasikan.  Karakteristik elektrik dari konduktor dan insulator
double sided dan multi layered.		digambarkan.

# **Variabel**

Unit ini dipakai ke seluruh industri manufaktur dan jasa.

- (a) Tenaga Kerja: Target utama adalah tenaga kerja umum yang terdapat dalam rentang industri manufaktur yang berada di Batam dan Bintan.
- (b) Peralatan dan komponen elektronik: Yang biasa digunakan oleh industri Batam.
- (c) Occupational health and safety, Issu tersebut yang tidak terbatas pada:
  - Mengenakan pakaian yang sesuai
  - Memahami bahaya listrik
  - Latihan bekerja dengan benar yang melibatkan listrik

# Pengetahuan dan Keterampilan Pokok

# Kemampuan dan pengetahuan dasar

Untuk meraih kompetensi, bukti dari keterampilan dan pengetahuan di bidangbidang berikut ini dibutuhkan:

# Operasi dan Konstruksi Komponen

- tahanan
- kapasitor
- induktor
- dioda
- LED
- transistor
- integrated circuit
- nilai-nilai komponen
- kode warna komponen
- polaritas komponen
- penanganan dan perawatan
- pemahaman tentang kapasitor
  - tipe-tipe
  - polyamide
  - flexible
  - PTM
  - composite

# Peralatan pelindung

- sekering
- breaker rangkaian
- tipe-tipe saklar dan operasi
  - single pole
  - single pole double throw
  - double pole
  - double pole double throw
  - multiple switch
- relay solenoid
  - tipe-tipe dan operasi
- terminal saklar
  - pengidentifkasian
  - rangkaian saklar
- pengidentifikasian hubungan relay

# **Electrostatic Discharge (ESD)**

- definisi
- mengapa hal ini bisa terjadi?
- mengurangi bahaya ESD
  - bagaimana caranya
- efek ESD pada silikon
  - dalam jangka waktu panjang dan jangka waktu pendek
- teknik penanganan komponen
  - earth straps
  - wrist
  - ankle
  - conductive mats
  - bench tops
  - flooring
- generator ion

# Tipe-tipe plug dan soket

- tujuan
  - rentang dan cakupan
  - plug
  - soket
- blok-blok terminal dan terminal

# Penanganan Komponen

- Efek dari
  - lead bending

#### **Printed Circuit Boards**

- konstruksi
  - komponen konduktor
  - komponen isolator
- tipe-tipe
  - single-sided
  - double-sided
  - multi-layer

# **Konteks Penilaian**

Unit pengenalan ini harus mengutamakan aplikasi praktis dan topik dengan konsep yang dijalankan di laboratorium.

Penilaian harus mencerminkan praktek dan isi unit dalam keadaan sebenarnya.

Direkomendasikan pembelajaran dan penilaian dijalankan dengan cara yang menyeluruh yang berorientasi hasil sebuah pembelajaran.

# **Aspek Penting Penilaian**

Fokus khusus dari unit ini akan bergantung pada sektor industri. Program pelatihan prakejuruan dapat mengandung cakupan dan seluruh sektor industri.

## Lihat pada:

- 1. Subjek ini idealnya diajarkan menggunakan sebuah lingkungan teori/praktik terintegrasi.
- 2. Penekanan pada aplikasi praktis.
- 3. Aplikasi harus berhubungan pada lingkungan industri elektronika dan jasa/perawatan.
- 4. Perlengkapan tes digunakan haruslah tertentu, sebagaimana yang digunakan di dalam industri.

# Keterkaitan dengan Unit Lain

Ini adalah unit inti yang mendasari kinerja efektif dalam unit-unit perawatan lanjut secara keseluruhan. Dianjurkan unit ini dinilai/dilatih dalam hubungan dengan unit operasional dan perbaikan lainnya.

Perlu hati-hati dalam pengembangan pelatihan untuk memenuhi persyaratan pelatihan unit ini. Untuk pelatihan pra kejuruan secara umum lembaga pelatihan harus menyediakan program pelatihan yang dapat mencakup semua industri agar tidak terjadi prasangka hanya untuk satu sektor industri saja. Kondisi kinerja akan membantu memenuhi maksud ini.

Sedangkan untuk penyelenggaraan pelatihan bagi industri khusus perlu diupayakan pelatihan khusus agar apa yang dibutuhkan industri dapat dipenuhi.

# Kompetensi Kunci yang akan Didemonstrasikan Dalam Unit ini

			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
KUNCI KEMAMPUAN DALAM UNIT INI	TINGKAT	KUNCI KEMAMPUAN DALAM UNIT IN	TINGKAT
Mengkoleksi, mengorganisir, dan menganalisis informasi	1	Penggunaan matematika dan teknik.	1
lde komunikasi dan informasi.	1	Pemecahan masalah	1
Aktifitas perencanaan dan pengorganisasian.	1	Penggunaan teknologi	1
Bekerjasama dalam satu team	1		

# Tingkat Kemampuan yang harus Ditunjukkan dalam Menguasai Kompetensi ini

Tingkat kemampuan yang akan didemonstrasikan dalam mencapai kompetensi ini				
Tingkat	Tingkat Karakteristik			
1	Menjalankan tugas rutin dalam prosedur yang sudah mapan dan tunduk pada pemeriksaan rutin kemajuan oleh supervisor			
2	Memikul tugas-tugas yang lebih luas dan lebih kompleks dengan meningkatkan otonomi personal untuk pekerjaan sendiri. Supervisor melakukan pengecekan-pengecekan atas penyelesaian pekerjaan.			
3	Menjalankan aktifitas-aktifitas yang kompleks dan non-rutin, yang diarahkan dan bertanggung jawab atas pekerjaan orang lain.			

Bab 4: Strategi Penyajian A Rencana Materi

# **BAB 4 STRATEGI PENYAJIAN**

# A Rencana Materi

**Catatan:** 1. Penyajian bahan berikut, pengajar, peserta dan penilai harus yakin dapat memenuhi seluruh rincian yang tertuang dalam standar kompetensi.

2. Isi perencanaan merupakan kaitan kriteria unjuk kerja dengan Ketrampilan dan pengetahuan penunjang.

Elemen	Jenis Variabel	Topik Pelatihan	Kegiatan	Tampilan
1.0 Mengidentifikasi fungsi- fungsi dasar komponen- komponen elektronika yang sering digunakan melalui nama dan bentuknya.	<ol> <li>Fungsi komponen dalam rangkaian DC.</li> <li>Komponen-komponen elektronika yang umum digunakan melalui konstruksi fisik.</li> <li>Nilai-nilai dari komponen dan hubungan mereka pada ukuran fisik.</li> <li>Sistem colour-coding bagi resistor dan komponen lainnya.</li> <li>Daftar indeks industri untuk arus, tegangan, tahanan dan daya.</li> <li>Indikator polaritas pada dioda dan transistor.</li> <li>Bermacam tipe plug dan soket dan dijelaskan bermacam kegunaannya.</li> </ol>	<ul> <li>Menjelaskan skema rangkaian DC</li> <li>Mengidentifikasikan komponen-komponen elektronika dan menjelaskan nilai-nilai komponen dan hubungan pada ukuran fisik</li> <li>Menjelaskan sistem colour-coding resistor, kapasitor dan induktor</li> <li>Menjelaskan hubungan arus, tegangan, tahanan dan daya</li> <li>Mengidentifikasikan polaritas pada dioda dan transistor</li> <li>Menjelaskan tipe plug dan soket</li> <li>Menghindari lead bending yang tidak perlu</li> </ul>	<ul> <li>Penyajian</li> <li>Tanya-  jawab</li> <li>Diskusi</li> <li>Praktik</li> </ul>	<ul> <li>Handout</li> <li>OHT</li> <li>Lembar tugas</li> <li>Alat praktik</li> <li>Soal-soal</li> </ul>

Bab 4: Strategi Penyajian A Rencana Materi

	Elemen	Jenis Variabel	Topik Pelatihan	Kegiatan	Tampilan
		perlu  • bending	-hati idak		
2.0	Mengidentifikasi fungsi dasar dari peralatan pelindung rangkaian, saklar, dan relay.	dijelaskan  2.1 Kepentingan peral pelindung.  2.2 Operasi dasar sekering rangkaian breaker.  2.3 Metode yang benar da memakai sekering/rangk breaker bagi pemasanga  2.4 Operasimekanisme sakla  2.5 Operasi relay solenoida.  2.6 Term-term single perasingle double pole, single double throw changeover.	pelindung, sekering dan rangkaian breaker  Menjelaskan operasi relay solenoida dan mekanisme saklar  Menjelaskan term single	<ul> <li>Penyajian</li> <li>Tanya- jawab</li> <li>Diskusi</li> <li>Praktik</li> </ul>	<ul> <li>Handout</li> <li>OHT</li> <li>Lembar tugas</li> <li>Alat praktik</li> <li>Soal-soal</li> </ul>
3.0	Menjelaskan dan mendemonstrasikan prosedur penanganan anti- statik yang aman dan teknik- teknik saat menangani komponen elektronika solid state.	(Electrostatic Dischatermasuk gesekan der alas kaki, pakaian, proyang terbuat dari plastik.  3.2 Efek-efek ESD peralatan solid s	ngan terjadinya ESD	<ul><li>Penyajian</li><li>Tanya- jawab</li><li>Diskusi</li><li>Praktik</li></ul>	<ul> <li>Handout</li> <li>OHT</li> <li>Lembar tugas</li> <li>Alat praktik</li> <li>Soal-soal</li> </ul>

Bab 4: Strategi Penyajian A Rencana Materi

Elemen	Jenis Variabel	Topik Pelatihan	Kegiatan	Tampilan
	jangka panjang dari kecelakaan tidak fatal ESD pada daya tahan peralatan.			
	3.3 Penyebab-penyebab potensial ESD dan bagaimana mengurangi kemungkinan terjadinya.			
	3.4 Teknik-teknik penanganan komponen yang benar, termasuk kegunaan dari peralatan pelindung statik dan metoda pencegahan kontaminasi sekresi pada tubuh manusia.			
4.0 Menggambarkan konstruksi fisik dari PCB single sided, double sided dan multi layered.	<ul><li>4.1 PCB single, double-sided dan multi-layer.</li><li>4.2 Karakteristik elektrik dari konduktor dan isolator.</li></ul>	<ul> <li>Mengidentifikasikan PCB single-side, double-side dan multi-layer</li> <li>Menggambarkan karakteristik elektrik konduktor dan isolator</li> </ul>	<ul><li>Penyajian</li><li>Tanya- jawab</li><li>Diskusi</li><li>Praktik</li></ul>	<ul><li>Handout</li><li>OHT</li><li>Lembar tugas</li><li>Alat praktik</li><li>Soal-soal</li></ul>

# **B** Cara Mengajarkan Standar Kompetensi

Sesi ini menunjukkan hand-out, tugas / praktik dan transparansi yang cocok/sesuai dengan standar kompetensi.

	Keterampilan, pengetahuan dan sikap perti apakah yang saya inginkan untuk dimiliki siswa.?	Bagaimana saya akan menyampaikan pengetahuan, keterampilan dan sikap kepada siswa?
1.1	Dijelaskan fungsi komponen dalam rangkaian DC.	Pelatih menjelaskan skema rangkaian DC.  HO 2-7  OHT 1-2  Tugas 1
1.2	Diidentifikasikan komponen-komponen elektronika yang umum digunakan melalui konstruksi fisik.	

Keterampilan, pengetahuan dan sikap seperti apakah yang saya inginkan untuk dimiliki siswa.?		Bagaimana saya akan menyampaikan pengetahuan, keterampilan dan sikap kepada siswa?
1.3	Dijelaskan nilai-nilai dari komponen dan hubungan mereka pada ukuran fisik.	Pelatih menjelaskan nilai-nilai dari komponen dan hubungan mereka pada ukuran fisik.  HO 17-19  OHT 5-6  Tugas 3
1.4	Digambarkan sistem colour-coding bagi resistor dan komponen lainnya.	Pelatih menjelaskan colour-coding bagi resistor dan komponen lainnya.  HO 20-24  OHT 7-9  Tugas 4-5
1.5	Diberikan daftar indeks industri untuk arus, tegangan, tahanan dan daya.	Pelatih menjelaskan daftar indeks industri untuk arus, tegangan, tahanan dan daya.  HO 25-29  OHT 10  Tugas 6

Keterampilan, pengetahuan dan sikap seperti apakah yang saya inginkan untuk dimiliki siswa.?	Bagaimana saya akan menyampaikan pengetahuan, keterampilan dan sikap kepada siswa?
1.6 Diidentifikasikan indikator polaritas pada dioda dan transistor.	Pelatih menjelaskan indikator polaritas pada dioda dan transistor.  HO 29-39  OHT 11-12
1.7 Diidentifikasikan bermacam tipe plug dan soket dan dijelaskan bermacam kegunaannya.	Pelatih menjelaskan bermacam tipe plug dan soket serta kegunaannya.  HO 39-40  OHT 13-14  Tugas 8
1.8 Komponen-komponen ditangani dengan hati-hati untuk menghindari :     • bending     • lead bending yang tidak perlu	Pelatih menjelaskan penanganan komponen untuk lead bending dan bending.  HO 41-42  OHT 15  Tugas 9

Keterampilan, pengetahuan dan sikap seperti apakah yang saya inginkan untuk dimiliki siswa.?			Bagaimana saya akan menyampaikan pengetahuan, keterampilan dan sikap kepada siswa?	
2.1	Dijelaskan pelindung.	kepentingan	peralatan	Pelatih menjelaskan peralatan pelindung.  HO 43-44  OHT 16  Tugas 10
2.2	Digambarka dan rangkaia	n operasi dasa an breaker.	ar sekering	Pelatih menjelaskan operasi dasar sekering dan rangkaian breaker.  HO 44-46  OHT 17-18  Tugas 11
2.3	dalam mer	n metode ya nakai sekering pemasangan.		Pelatih menjelaskan metode yang benar dalam memakai sekering / rangkaian breaker bagi pemasangan.  HO 46-48  OHT 19

Keterampilan, pengetahuan dan sikap seperti apakah yang saya inginkan untuk dimiliki siswa.?		Bagaimana saya akan menyampaikan pengetahuan, keterampilan dan sikap kepada siswa?
2.4	Dijelaskan operasi mekanisme saklar.	Pelatih menjelaskan operasi mekanisme saklar.  HO 48-51  OHT 20  Tugas 12
2.5	Dijelaskan operasi relay solenoida.	Pelatih menjelaskan operasi relay solenoida.  HO 52-54  OHT 21  Tugas 13
2.6	Dijelaskan term-term single pole, double pole, single dan double throw dan changeover.	Pelatih menjelaskan term-term single pole, double pole, single dan double throw dan changeover.  HO 52-54  OHT 21  Tugas 13

Keterampilan, pengetahuan dan sikap seperti apakah yang saya inginkan untuk dimiliki siswa.?		Bagaimana saya akan menyampaikan pengetahuan, keterampilan dan sikap kepada siswa?	
3.1	Digambarkan penyebab-penyebab ESD (Electrostatic Discharge) termasuk gesekan dengan alas kaki, pakaian, produk yang terbuat dari plastik.	Pelatih menjelaskan penyebab-penyebab ESD (Electrostatic Discharge) termasuk gesekan dengan alas kaki, pakaian, produk yang terbuat dari plastik.  HO 55-58  OHT 22  Tugas 14	
3.2	Digambarkan penyebab-penyebab potensial ESD dan bagaimana mengurangi kemungkinan terjadinya.	Pelatih menjelaskan penyebab-penyebab potensial ESD dan bagaimana mengurangi kemungkinan terjadinya.  HO 58-62  OHT 23  Tugas 15	
3.3	Efek-efek ESD pada peralatan solid state, khususnya dalam efek jangka panjang dari kecelakaan tidak fatal ESD pada daya tahan peralatan.	Pelatih menjelaskan efek ESD pada peralatan solid state, khususnya dalam efek jangka panjang dari kecelakaan tidak fatal ESD pada daya tahan peralatan.  HO 62-69  OHT 24-25  Tugas 16	

Keterampilan, pengetahuan dan sikap seperti apakah yang saya inginkan untuk dimiliki siswa.?		Bagaimana saya akan menyampaikan pengetahuan, keterampilan dan sikap kepada siswa?
penanganan komponen yang benar, kegunaan dari		OHT 26
4.1	Diidentifikasikan PCB single, double- sided dan multi-layer.	Pelatih menjelaskan PCB single, double-sided dan multi-layer.  HO 70-73  OHT 27-28  Tugas 18
4.2	Digambarkan karakteristik elektrik dari konduktor dan insulator.	Pelatih menjelaskan karakteristik elektrik dari konduktor dan insulator.  HO 73-76  OHT 29-30  Tugas 19

# C Materi Pendukung Untuk Pelatih

Bahan penunjang bagi guru dibagi dalam tiga hal, yaitu:

- 1. Handout (pegangan): Merupakan pegangan siswa yang berisi teori penunjang dan informasi latar belakang yang sesuai dengan isi kriteria unjuk kerja yang melingkupinya.
- Sesi Tugas/Pratek/Kegiatan: Merupakan ketrampilan praktek, yang harus dicapai berkenaan dengan kemampuan dalam rincian kompetensi pada diskripsi unit.
- 3. Overhead Transparansi (OHT): Isi rangkuman ini melingkupi setiap kriteria unjuk kerja. Hal utama yang sesuai dengan handout (pegangan) (lihat 2 dibawah).

# Lembar Informasi



# Mengidentifikasi Komponen dan Peralatan Elektronika

Kode Unit: BSDC-0103

Nama Peserta : .....

Kelompok : .....

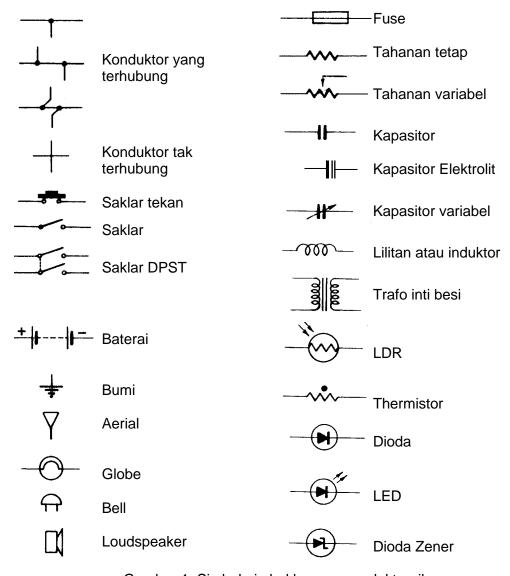


# 1. Fungsi Dasar Komponen Elektronik

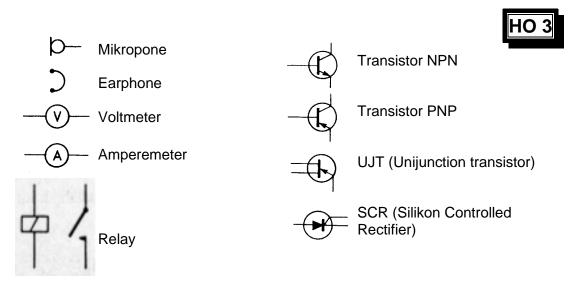
# 1.1 Skema rangkaian serta simbol-simbol

Skema merupakan bentuk bahasa yang membantu kita berkomunikasi mengenai informasi hubungan listrik dalam rangkaian. Skema tidak mengindikasikan posisi atau ukuran komponen maupun memperlihatkan titik sebenarnya pada penyambungan (melalui kesepakatan gambar yang nyata diupayakan untuk mencoba mengindikasikan seluruh kebutuhan pada bentuk sesederhana mungkin). Simbol yang digunakan pada skema menggambarkan komponen dan penghubung pada rangkaian, tetapi sekali lagi bahwa simbol tidak memperlihatkan bentuk fisik atau ukuran nyata dari komponen. Mereka melakukan sejumlah urutan penghargaan mengenai ide dari penggambaran karakteristik komponen.

Gambar 1. menunjukan sejumlah simbol komponen yang banyak digunakan. Ketika kekhususan atau simbol yang unik digunakan pada skema, maka ia diberi label serta identitas.

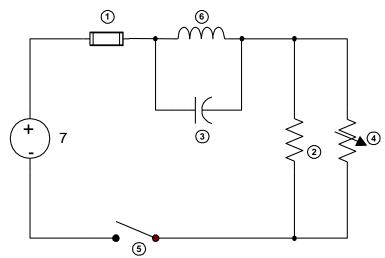


Gambar 1. Simbol-simbol komponen elektronik



Gambar 1. Simbol-simbol komponen elektronik (lanjutan)

Setelah kita mengerti beberapa simbol pada komponen, maka simbol tersebut digunakan dalam sebuah bentuk rangkaian yang sederhana yang mudah dipahami. Pada gambar 2, memperlihatkan contoh penerapan simbol-simbol dalam rangkaian.



Gambar 2. Penerapan simbol pada rangkaian

Pada gambar 2. ada 6 macam komponen yang digunakan, yakni:

- 1. Fuse atau sekering, berfungsi sebagai komponen pengaman rangkaian.
- 2. Resistor atau tahanan, berfungsi membatasi arus yang mengalir pada rangkaian.
- 3. Kapasitor, berfungsi penyimpan muatan listrik sementara.
- 4. Variabel resistor, tahanan yang mempunyai nilai berubah-ubah dari harga minimum sampai maksimum.
- 5. Saklar, berfungsi pemutus dan penyambung rangkaian.
- 6. Induktor, berfungsi sebagai pembangkit medan magnet bila ada arus.
- 7. Sumber tegangan, berfungsi pembangkit arus dan tegangan pada rangkaian.



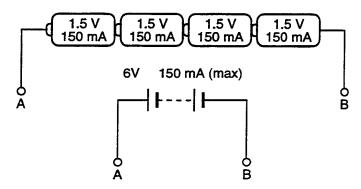
# Sumber tenaga

Aliran arus hanya akan mengalir dalam rangkaian ketika:

- 1. Ada sumber energi listrik yang akan menghasilkan beda potensial antara dua titik yang berbeda.
- 2. Dua titik tersebut terhubung dengan sebuah konduktor atau penghantar.

Terdapat dua sumber energi listrik yang terdiri dari sumber arus searah dan arus bolak balik. Arus searah dapat dihasilkan oleh sel listrik yang biasanya dikenal dengan nama baterai atau dengan mengubah dari arus bolak balik menjadi arus searah dan arus bolak balik dihasilkan dari generator bolak-balik.

Baterai terdiri dari kombinasi sel tunggal yang dirancang untuk menghasilkan tegangan. Kombinasi untuk memperbesar tegangan, dirancang dengan kombinasi seri sel tunggal. Untuk memperbesar arus, dirancang dengan kombinasi paralel sel tunggal. Misalnya kita akan membuat 6 V dari sel tunggal 1,5 V seperti pada gambar 3, maka kombinasi seri yang akan kita gunakan.



Gambar 3. Empat sel tunggal 1,5V untuk membentuk tegangan output 6 V

Meskipun baterai biasanya secara luas dipergunakan di laboratorium khususnya alat ukur, mereka tidak memberikan tegangan yang konstan dan mereka tidak mudah untuk digunakan pada tegangan dengan variasi yang lebar. Untuk tujuan pengaturan tegangan biasanya digunakan sumber tegangan yang dapat diatur. Sumber tegangan teregulasi yang dapat diatur adalah sumber yang secara manual dapat diatur dan memberikan tegangan yang diperlukan dalam cakupan operasinya.

Istilah tegangan teregulasi artinya tegangan yang dikeluarkan cenderung stabil tidak terganggu oleh perubahan beban dan perubahan input hingga batas tertentu. Sejumlah sumber tegangan dirancang untuk menyediakan satu atau lebih tegangan dc tersendiri dimana dilakukan melalui pengontrolan serta terminal yang terpisah pula.

Polaritas dari terminal dc pada power supply biasanya ditandai – dan + atau V+ dan GND. Melalui kesepakatan jack merah digunakan sebagai terminal positip dan jack hitam digunakan sebagai terminal negatip sumber tegangan.

Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menggunakan power supply :



- 1. Baca buku petunjuk dengan seksama dan yakinkan bahwa Anda memahami instruksinya sebelum mengaktifkan power supply pertama kali.
- 2. Jangan membuat hubung singkat pada terminal output yang akan membuat rusak sumber tegangan. Atur/tempatkan kabel penghubung terminal output sehingga tidak terjadi saling menyentuh.
- 3. Jika terdapat komponen pada rangkaian percobaan yang tampak kelebihan panas setelah tegangan diberikan, matikan sumber tegangan.
- 4. Untuk melindungi power supply dari kerusakan, jangan menghidup matikan sumber tegangan berulang ulang. Jika percobaan menghendaki sumber tegangan diputus berkali-kali, gunakan saklar tambahan pada papan percobaan untuk memberikan dan melepas tegangan dari rangkaian.
- 5. Jangan mengoperasikan sumber diatas nilai rata rata kemampuan arusnya. Jika terdapat amperemeter yang menunjukan bahwa kita telah mencapai batas kemampuan arus sumber, segera matikan dan periksa pada rangkaian untuk menentukan kenapa rangkaian menarik arus lebih.
- 6. Selalu memperhatikan terhadap kejutan listrik. Meskipun peralatan yang dipakai relatif memiliki tegangan yang aman tetapi dapat menimbulkan bahaya jika terjadi lonjakan arus pada kondisi tertentu.

#### Alat ukur

Alat ukur listrik digunakan di laboratorium untuk mengukur besaran listrik, baik itu tegangan, arus, tahanan dan daya. Adapun nama alat ukur yang berkenaan dengan besaran listrik tersebut adalah:

Besaran Listrik	Alat Ukur
Arus	Amperemeter
Tegangan	Voltmeter
Tahanan	Ohmmeter
Daya	Wattmeter

Arus di ukur dengan ampermeter. Jika ampermeter dirancang untuk mengukur arus yang sangat kecil, biasanya dikenal secara khusus dengan sebutan *miliampermeter* atau *mikroampermeter*. Gambar ampere meter kita lihat pada gambar 4.



Gambar 4. Amperemeter



Tegangan diukur dengan voltmeter. Dalam alat voltmeter tersebut juga mempunyai batas pengukuran, misalnya pada tegangan dalam orde milivolt sampai 220 volt. Kita tidak boleh menggunakan voltmeter tersebut diluar batas range yang ditentukan. Perhatikan juga antara tegangan dc dan tegangan AC. Kita harus memilih pada saklar pada voltmeter mana yang menunjukkan pengoperasian tegangan dc dan mana untuk mengukur tegangan AC. Jangan salah!



Gambar 5. Voltmeter

Hambatan diukur dengan Ohmmeter. Ketika Voltmeter dan ampermeter digunakan pada rangkaian yang memiliki tegangan maka ohmmeter selalu digunakan pada rangkaian yang tidak memiliki tegangan. Ohmmeter memiliki tegangan sendiri di dalamnya biasanya terdiri dari satu atau dua buah baterai 1,5 volt.

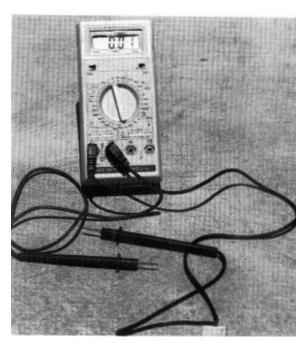
Alat lain yang biasanya digunakan di laboratorium adalah *wattmeter* yang digunakan untuk mengukur daya listrik.

Kita juga mengenal alat ukur yang berfungsi banyak, yakni bisa mengukur arus, tegangan, hambatan bahkan bisa digunakan untuk mengukur baik tidaknya sebuah dioda. Alat ukur tersebut dikenal dengan nama Multi Meter. Pada multi meter tersebut ada pilihan saklar untuk kita pilih, jenis pengukuran apa yang akan kita gunakan. Apakah tegangan, arus atau hambatan.

Ada dua macam Multi meter, yakni digital multi meter yang sering kita kenal dengan DMM (Digital Multi Meter) dan analog multi meter. Digital multi meter mempunyai kelebihan karena nilai yang terukur ditampilkan berupa display yang pasti dan kita tidak mengira-ngira berapa nilainya. Nilai tegangan yang terukur, dengan pasti kita tahu berapa nilai tegangannya hingga dua digit dibelakang koma. Tegangan dc atau AC bisa kita pilih dengan menekan tombol pilihan.

Namun analog multi meter, juga masih kita perlukan, misalnya untuk menentukan kaki transistor apakah emitor, basis ataukah kolektor. Dengan analog multi meter kita dengan mudah melihatnya, namun dengan DMM kita sulit untuk melihatnya. Selain itu keuntungan lain dari multimeter analog adalah untuk mengetahui sinyal yang memiliki denyut-denyut. Gambar alat ukur multi meter bisa kita lihat pada gambar 6.





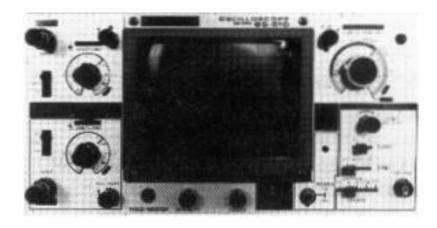




(b). Analog Multi Meter

Gambar 6. Multi meter

Osciloscope. Digunakan untuk mengamati karakteristik rangkaian secara grafis melalui penampilan bentuk gelombang tegangan pada layar (CRT). Sebagai tambahan karena dapat menampilkan bentuk gelombang maka osiloskop dapat juga digunakan untuk mengukur tegangan serta frekuensi. Jika lebih dari satu gelombang yang ditampilkan osiloskop memungkinkan untuk menentukan pergeseran phasa antara gelombang. Osiloskop dengan trace ganda memungkinkan untuk mengamati dua gelombang bersamaan dalam satu layar. Gambar osiloskop bisa kita lihat pada gambar 7.



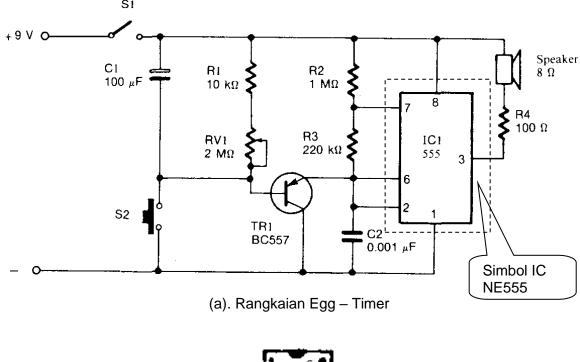
Gambar 7. Osiloskop



# 1.2 Kontruksi fisik komponen

Pada kontruksi fisik sebuah komponen selalu mewakili dari simbol yang sudah ditetapkan secara internasional, dalam hal ini jumlah kaki. Bila pada simbol ada dua terminal, maka pada kontruksinya harus berjumlah dua.

Untuk komponen-komponen yang pasif seperti tahanan, kapasitor dan induktor yang dipasang secara sendiri, kita tidak akan mengalami kesulitan dalam membaca kontruksinya. Namun untuk komponen yang komplek, rumit dan komponen aktif seperti integrated circuit (IC), maka kita harus mengerti cara pembacaan komponen tersebut. Karena antara simbol rangkaian dan kontruksi fisiknya sedikit mengalami perubahan. Misalnya, sebuah IC DIP NE555 (gambar 8-b) berkaki delapan, namun pada simbol rangkaian pewaktu telur (gambar 8-a) yang terlihat hanya enam kaki yang terhubung, termasuk untuk power supply dan ground yakni kaki 1,2,3,6,7 dan 8. Maka ada dua kaki yang **tidak** kita gunakan pada IC tersebut (kaki 4 dan 5).





(b). Kontruksi fisik IC

Gambar 8. Kontruksi dan simbol IC NE 555

Pada modul ini, kita akan diperkenalkan kontruksi fisik dari tahanan, kapasitor, induktor, sekering (fuse), contoh IC serta contoh sumber tegangan DC seperti baterai.



#### Kontruksi tahanan

Tahanan listrik adalah suatu perlawanan yang menghambat atau menahan arus listrik yang mengalir. Adapun besarnya tahanan listrik diukur dengan satuan Ohm  $(\Omega)$ , sesuai dengan nama orang yang pertama kali menemukan tahanan listrik yaitu George Simon Ohm.

" Satu Ohm (1  $\Omega$ ) adalah besarnya perlawanan listrik sebuah kolom air raksa dengan penampang yang serba sama (homogen) yang panjangnya 106,3 cm dan luas penampangnya 1 mm² pada suhu  $0^{\circ}$ C".

Tahanan atau resistor adalah salah satu jenis komponen elektronika yang sengaja dibuat dengan tujuan tertentu.

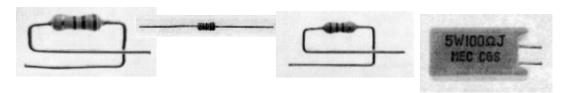
Adapun tujuan dari pembuatan tahanan:

- 1. Mengatur kuat arus listrik.
- 2. Membagi tegangan.
- 3. Sebagai elemen pemanas pada alat-alat listrik misalnya filamen pada seterika.

Berdasarkan kegunaan dan pemakaiannya, dibedakan menjadi :

- 1. Tahanan Linier, yang terdiri dari:
  - Tahanan tetap

Yaitu tahanan yang nilainya sudah tetap (tidak berubah) dan nilai tahanannya ditunjukkan dengan kode warna yang melingkar pada badan tahanan.

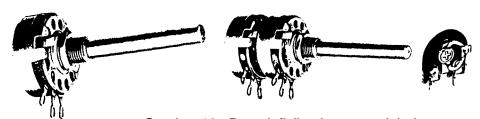


Gambar 9. Bentuk fisik tahanan tetap

Tahanan tetap banyak digunakan di rangkaian elektronika sebagai pembagi tegangan atau pengatur arus yang sifatnya tetap.

Tahanan variabel

Yaitu tahanan yang nilainya bisa diatur sesuai dengan yang dibutuhkan, contoh penggunaannya adalah sebagai pengatur volume suara, bass atau treble.



Gambar 10. Bentuk fisik tahanan variabel



## 2. Tahanan Tak Linier

Yaitu tahanan yang nilai hambatannya berubah tak linier. Perubahan ini dapat berubah-ubah yang disebabkan oleh salah satu jenis faktor. Adapun faktor yang dimaksud adalah suhu dan cahaya, yang terdiri dari:

Tahanan berubah-ubah akibat pengaruh cahaya

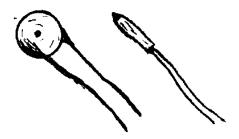
Salah satu contoh tahanan yang tergantung pada intensitas cahaya adalah disebut LDR (Light Dependent Resistor) atau biasa disebut photo resistor. LDR terbuat dari bahan campuran cadmium selenida, Calmium sulfida, Indium Autimonide dan Lead Sulfida.



Gambar 11. Bentuk fisik LDR

Tahanan berubah-ubah akibat pengaruh suhu

Salah satu contoh tahanan yang tergantung pada suhu disebut Thermistor atau kepanjangan dari THERMal resISTOR. Thermistor terbuat dari material semikonduktor yang akan memiliki nilai resistansi tinggi seiring dengan kenaikan suhu.



Gambar 12. Bentuk fisik Thermistor

#### Kontruksi kapasitor

Kapasitor adalah komponen yang mempunyai dua lapisan penghantar, yang dipisahkan dengan sebuah isolator dan berfungsi untuk menyimpan muatan listrik. Sebuah kapasitor banyak sekali digunakan untuk rangkaian pewaktu yang biasanya dikombinasikan dengan tahanan.

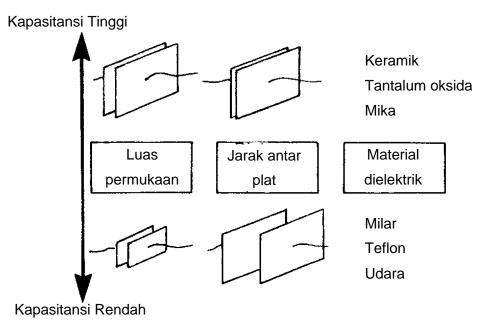
Kapasitor mempunyai dua plat konduktor yang dipisahkan oleh sebuah isolator. Sebuah kapasitansi dari kapasitor adalah seberapa besar kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan listrik. Semakin banyak muatan yang disimpan makin besar pula kapasitansinya dengan operasi tegangan yang sama.



Faktor yang mempengaruhi kapasitansi adalah:

- 1. Luas permukaan plat,
- 2. Jarak antara plat, dan
- 3. Bahan plat.

Gambar 13 menunjukkan pada kita tentang efek setiap ketiga faktor diatas.



Gambar 13. Faktor yang mempengaruhi kapasitansi

Dari faktor bahan, ternyata mempengaruhi tingkat kapasitansi, sehingga kapasitor dibagi beberapa jenis sesuai dengan bahan kapasitor, yakni:

# Kapasitor keramik

Kapasitor keramik berbentuk berupa lempengan tipis dan kecil. Biasanya dibuat dalam orde 1 pF sampai 0,047μF dengan operasi tegangan sampai 50V. Gambar kapasitor keramik terlihat pada gambar 14.



Gambar 14. Kontruksi kapasitor keramik

# Kapasitor tantalum

Kapasitor tantalum berbentuk sangat kecil, sangat cocok untuk penempatan pada papan PCB. Biasanya dibuat dalam orde  $0.1 \mu F$  sampai  $470 \mu F$ . Gambar kapasitor tantalum terlihat pada gambar 15.

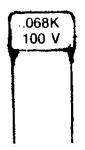




Gambar 15. Kontruksi kapasitor tantalum

## Kapasitor polyester

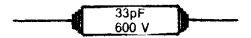
Kapasitor polyester sering disebut sebagai greencaps karena menggunakan lapisan plastik berwarna hijau. Biasanya dalam range  $0.001\mu F$  sampai  $3.3\mu F$  dan batas operasi tegangan mencapai 100V. Kontruksi fisik kapasitor polyester terlihat pada gambar 16.



Gambar 16. Kontruksi kapasitor polyester

#### Kapasitor polystyrene

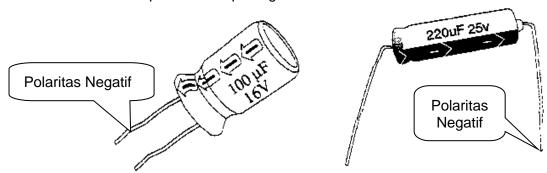
Kapasitor polystyrene berbentuk silinder dan nilainya tertulis pada fisiknya. Sering digunakan untuk operasi tegangan tinggi. Nilainya antara 33pF sampai 1000pF. Kontruksi fisik kapasitor polystyrene terlihat pada gambar 17.



Gambar 17. Kontruksi kapasitor polystyrene

# Kapasitor elektrolit

Kapasitor elektrolit mempunyai polaritas yang menandakan kita tidak boleh memasang terbalik. Range nilai mulai sekitar  $0.1\mu$ F keatas serta operasi tegangan yang tinggi. Kontruksi fisik dari kapasitor elektrolit dapat kita lihat pada gambar 18.



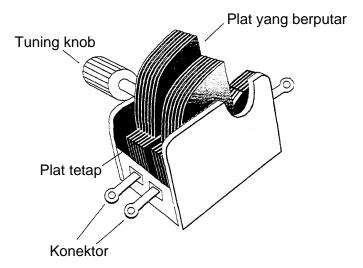
Gambar 18. Kontruksi kapasitor elektrolit



Catatan: Tanda panah pada bodi kapasitor, menunjukkan bahwa kaki tersebut berpolaritas negatif dan harus dipasang pada posisi ground atau output suatu rangkaian, tergantung penggunaannya. Bila kita memasang terbalik, akan terjadi ledakan dan kapasitor akan pecah serta rusak.

### Kapasitor variabel

Kapasitor variabel seperti terlihat pada gambar 19 biasanya terbuat bahan dielektriknya dari plastik, udara atau mika. Nilai kapasitansinya bisa diubah dengan mengubah luas permukaan plat secara bersamasama. Nilai variasinya antara 1pF sampai 200pF. Kapasitor variabel biasanya digunakan untuk rangkaian tuning di radio.

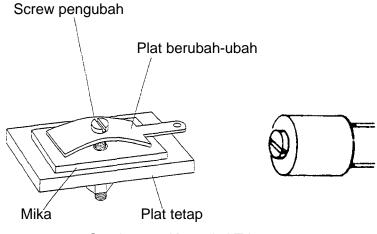


Gambar 19. Kontruksi fisik kapasitor variable

#### Trimmer

Trimmer merupakan kapasitor variabel dalam ukuran dan orde yang kecil. Bahan dielektriknya terbuat dari mika. Untuk mengubah nilainya, kita harus menggunakan screwdriver. Trimmer sering digunakan untuk fine-tune pada radio penerima.

Kontruksi fisik dari trimmer dapat kita lihat pada gambar 20.



Gambar 20. Kontruksi Trimmer



#### Kontruksi induktor

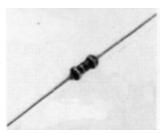
Induktor adalah komponen yang terdiri dari gulungan tembaga yang akan mengubah –ubah jumlah arus dalam rangkaian yang mengikuti besar-kecil diameter lilitan serta panjang-pendek lilitan dan juga diameter bahan dari lilitan itu sendiri.

Penggunaan induktor sering pada rangkaian kombinasi RL atau LC dalam osilator. Atau penggunaan frekuensi tinggi, seperti Radio Frekuensi (RF). Bermacam-macam kontruksi induktor yang ada saat ini. Pada kesempatan kali ini kita memberikan tiga contoh kontruksi induktor yang sering kita lihat pada rangkaian elektronika. Yakni:

#### Induktor Axial

Gambar 21 menunjukkan kontruksi induktor axial yang menggunakan sistem kode warna dalam menentukan nilainya. Namun untuk pembahasan sistem warna akan kita jelaskan pada sub bab 1.4 nanti. Jenis induktor axial menyerupai bentuk fisiknya seperti tahanan, tetapi biasanya mempunyai warna dasar hijau muda.

Induktor jenis axial ini mempunyai range nilai antara  $1\mu H$  sampai 100mH, dengan frekuensi operasi antara 7960~kHz sampai 79,6~MHz. Semakin besar nilai induktansinya semakin kecil pula nilai frekuensinya.



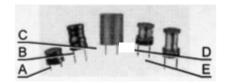
Gambar 21. Kontruksi fisik induktor axial

### Choke RF

Choke RF biasanya untuk rangkaian daya pada rangkaian digital, untuk aplikasi tune-IF atau rangkaian tapis. Terbuat dari tembaga dengan lebar diameter 0,7mm serta mengelilingi sebuah ferrite dengan diameter 5mm. Choke RF pada gambar 22 mempunyai range nilai yakni:

Kontruksi	Range Nilai	Diameter Ferrite
Α	100μH – 4,7mH	8mm
В	10mH – 20mH	8mm
С	47mH – 100mH	10,5mm
D	4,7μΗ - 470μΗ	8,5mm
Е	100μH – 1mH	8,5mm

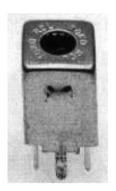




Gambar 22. Kontruksi Choke RF

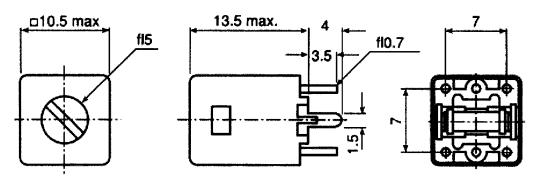
#### Induktor variabel

Induktor variabel sangat berfungsi untuk penggunaan AM dan FM Intermediet Frekuensi (IF), FM detektor, osilator SW, tuning radio frekuensi untuk AM serta aplikasi induktansi yang lebar lainnya. Mempunyai nilai antara 4,7 $\mu$ H sampai 1000 $\mu$ H dengan toleransi ±10%. Kontruksi dari induktor variabel seperti kita lihat pada gambar 23.



Gambar 23. Induktor variabel

Induktor yang terbungkus dengan logam yang mempunyai lebar 10,5mm dan tinggi 13,5mm tersebut sering kita lihat pada rangkaian komunikasi. Kontruksi detail dapat kita perhatikan pada gambar 24 dibawah ini.



Gambar 24. Kontruksi detail ukuran induktor variabel

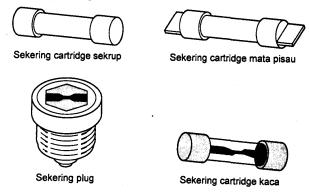
#### Kontruksi fuse

Sekering atau disebut juga sebagai fuse adalah pelindung rangkaian. Penghubung yang dapat meleleh atau penghubung yang dimasukkan dalam tabung dan dihubungkan dengan terminal kontak merupakan elemen pokok sekering sederhana, tahanan listrik sambungan tersebut demikian rendah sehingga bertindak sebagai penghantar dengan mudah.

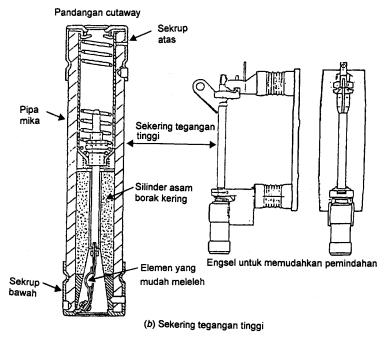


Sekering diberi engsel (hinged) untuk mempermudah pemutusan, meskipun mempunyai sifat istimewa seperti itu, sekering tidak dimungkinkan untuk digunakan sebagai alat pemutus rangkaian.

Contoh kontruksi fuse adalah pada gambar 25.



(a) Sekering tegangan rendah

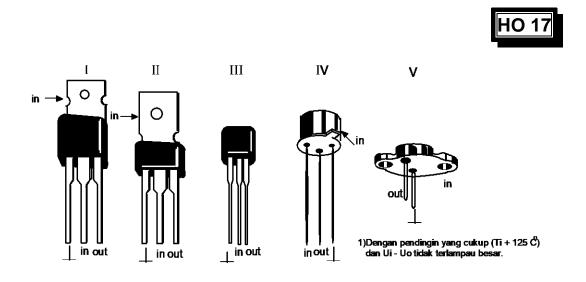


Gambar 25. Kontruksi sekering atau fuse

### Kontruksi IC

Integrated circuit adalah sebuah komponen komplek yang terdiri dari bahan semikonduktor yang mewakili dari blok-blok rangkaian yang dikemas dalam sebuah bentuk yang terintegrasi. IC termasuk komponen aktif karena memproses dari suatu aliran arus dan tegangan. Ada banyak macam IC yang dibuat dan fungsi yang bermacam-macam tergantung kebutuhan.

Salah satu contoh IC yang kita sebutkan dibawah ini (gambar 26) adalah IC catu daya yang selalu memiliki kaki input, kaki output dan kaki ground.



Gambar 26. Kontruksi IC Regulator

### Kontruksi catu daya

Baterai atau elemen kering terdiri dari sebuah tabung yang terbuat dari seng yang dilapisi karton sebagai pembungkus atau penyimpan cairan elektrolit yang berbentuk pasta. Didalam cairan elektrolit ini terdapat sebatang arang (karbon), ujung batang karbon ini ditutup dengan tutup yang terbuat dari kuningan yang nantinya dihubungkan dengan kawat luar (merupakan kutub positif). Sedangkan kutub negatifnya berupa tabung seng yang berada disebelah bawah. Perbedaan potensial yang terjadi antara batang arang dengan seng adalah sebesar 1,5 volt.

Aki atau accumulator merupakan suatu alat dimana energi listrik diubah menjadi energi kimia yang kemudian energi kimia itu diubah lagi menjadi energi listrik.

Bentuk kontruksi dari baterai dan aki dapat kita lihat pada gambar 27.



Gambar 27. Kontruksi baterai dan aki

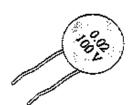
### 1.3 Nilai-nilai komponen

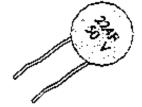
Cara membaca nilai suatu komponen, kita harus mengikuti cara pembacaan yang sudah distandartkan secara internasional. Ada beberapa cara yang harus kita gunakan, diantaranya dengan melihat warna gelang pada komponen tersebut yang akan kita bahas tersendiri pada sub bab 1.4 nanti. Namun ada cara pembacaan lain, diantaranya kita lihat pada bodi komponen tersebut yang memperlihatkan angka yang menunjukkan nilainya.

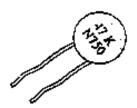


# Nilai pada kapasitor

Komponen yang menggunakan pembacaan pada bodinya sering kita lihat pada kapasitor. Dengan mudah kita menentukan nilai kapasitor dengan melihat angka pada permukaannya, seperti pada gambar 28.







(a) Pembacaan pertama

(b) Pembacaan kedua

(c) Pembacaan ketiga

Gambar 28. Nilai pada kapasitor

Pada umumnya, kapasitor non-polarity mempunyai nilai kapasitansi yang kecil, dalam ukuran nano Farad (nF) dan piko Farad (pF). Untuk itu angka yang tertulis pada bodinya mempunyai satuan yang paling kecil yakni piko Farad. Namun untuk kapasitor jenis non-polarity, kita mempunyai beberapa cara pembacaan nilai, seperti pada gambar 14, yakni:

a. Pembacaan pertama : satuan yang kita gunakan bila kita temukan angka 0,02 pada kapasitor (ada bilangan 0 dibelakang koma), adalah bernilai mikro Farad. Untuk itu kita gunakan pembacaan dalam orde 0,02 µF atau sama dengan 20 nF. Angka yang lain yang terlihat pada bodi tersebut adalah 100V, maka kapasitor tersebut bisa beroperasi pada tegangan maksimum 100 V.

b. Pembacaan kedua

: kita melihat angka 224F tanpa ada penambahan yang lain, maka kita tahu bahwa dua digit angka awal berarti nilai pokok dan digit ketiga adalah pengali. Berarti nilai kapasitor tersebut adalah 22 x 10<sup>4</sup> pF dengan batas operasi tegangan maksimum 50 V.

c. Pembacaan ketiga

: angka 47 adalah nilai dalam orde piko, sehingga nilai kapasitor tersebut adalah 47pF.

Contoh lain dalam cara pembacaan, terlihat pada kapasitor model elektrolit, yang mempunyai orde dalam mikro Farad. Nilai yang terlihat pada bodi, merupakan nilai pasti dari kapasitor tersebut. Seperti terlihat pada gambar 29, nilai kapasitor terlihat jelas, yakni 100 μF dengan batas penggunaan tegangan maksimal adalah 16 V.





### Nilai pada tahanan

Kita juga bisa melihat komponen yang menggunakan pembacaan pada bodinya yakni tahanan. Tahanan yang sering, yaitu:

- 1. Tahanan chip
- 2. Tahanan dengan daya besar

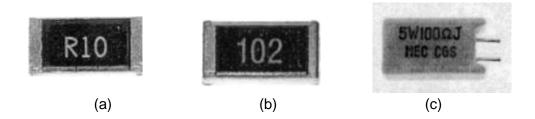
Dalam dunia industri pembuatan tahanan chip mempunyai standart format berupa 0603, 0805, 1206 dan 2512. Perbedaan keempat format tersebut dapat kita lihat pada tabel dibawah ini.

•					
Considires Tabuile	Format				
Spesifikasi Tehnik	0603	0805	1206	2512	
Rating daya pada 70°C	0,1W	0,155W	0,25W	1W	
Koefisien suhu	±200ppm/°C	±200ppm/°C	±200ppm/°C	±200ppm/°C	
Pengoperasian tegangan	50V	150Vrms	200Vrms	250V	
Toleransi resistansi	±1%	±1% dan ±5%	±1% dan ±5%	±5%	

Tabel Format standart untuk tahanan chip

Cara membaca nilai pada tahanan chip dan tahanan berdaya besar adalah sangat mudah! Contoh gambar 30-a, terlihat tulisan **R10**. Tahanan tersebut mempunyai nilai **0,1** $\Omega$  dengan nilai toleransi sebesar  $\pm 5\%$  serta daya operasi sebesar 1W. Contoh lain adalah seperti pada gambar 30-b. Terlihat tulisan 3 digit yakni **102**, yang berarti nilai tahanannya sebesar **10x10**<sup>2</sup> atau sama dengan **1k** $\Omega$  dengan operasi daya sebesar 1W dan tegangan maksimal sebesar 250V.

Cara membaca untuk tahanan berdaya besar seperti terlihat pada gambar 30-c, adalah sebesar  $100\Omega$  dengan operasi daya sebesar 5W, dan huruf J merupakan toleransi sebesar 5%.



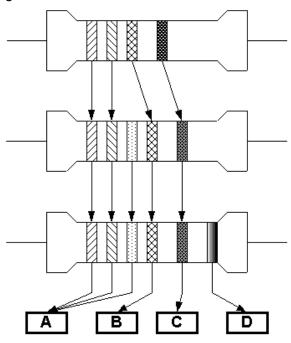
Gambar 30. Nilai tahanan untuk daya besar



### 1.4 Sistem warna resistor

Tahanan tetap merupakan tahanan yang nilai hambatannya tetap dan tidak berubahubah lagi, adapun besarnya hambatan suatu tahanan tetap ditunjukkan dengan kode khusus yang berupa kode warna yang melingkar pada badan tahanan yang menyerupai bentuk gelang.

Gelang warna yang melingkar pada badan tahanan ini umumnya berjumlah empat buah, tetapi ada juga juga yang berjumlah lima dan maksimal enam buah gelang yang melingkar. Setiap warna dan letak gelang mempunyai arti tersendiri, seperti yang ditunjukkan pada gambar 31. dan tabel di bawah.

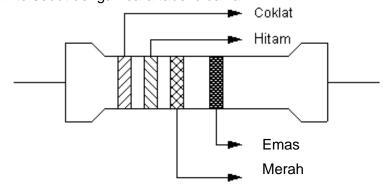


Gambar 31. Kode warna resistor

	Harga (A)	Faktor Pengali ( B )	Toleransi ( C )	Koef. Suhu ( D )
Hitam	0	1	1 %	
Coklat	1	10	2 %	100
Merah	2	10E2		50
Jingga	3	10E3		15
Kuning	4	10E4		25
Hijau	5	10E5	0,5 %	
Biru	6	10E6	0,25 %	10
Ungu	7	10E7	0,10 %	5
Abu-abu	8	10E8	0,05	
Putih	9	10E9		1
Emas		10E-1	5 %	
Perak		10E-2	10 %	
Tak berwarna			20 %	



Contoh 1, pada gambar 32. sebuah tahanan dengan 4 gelang warna. Kita menentukan nilai dari tahan tersebut dengan cara tabel dibawah ini.

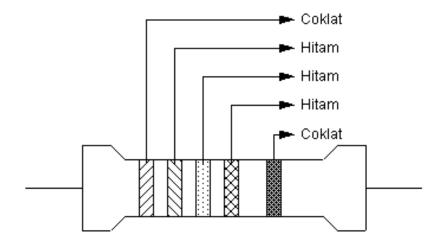


Gambar 32. Resistor 4 gelang

	Harga	Faktor Pengali	Toleransi
Gelang 1 ( coklat )	1		
Gelang 2 ( hitam )	0		
Gelang 3 ( merah )		10 <sup>2</sup>	
Gelang 4 ( emas )			5 %

Berarti nilai hambatan dari resistor tersebut 10 x 10E2 = 1000  $\Omega$  dengan toleransi sebesar 5 %, atau dengan kata lain resistor ini mempunyai hambatan berkisar antara 950  $\Omega$  sampai 1050  $\Omega$  atau **1000**  $\Omega \pm 5$  %.

Contoh 2, gambar 33. sebuah tahanan dengan 5 gelang warna.



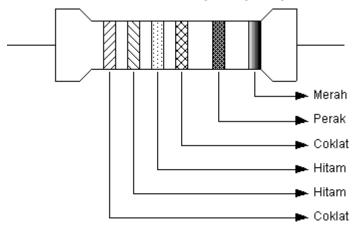
Gambar 33. Resistor 5 gelang



	Harga	Faktor Pengali	Toleransi
Gelang 1 ( coklat )	1		
Gelang 2 ( hitam )	0		
Gelang 3 ( hitam )	0		
Gelang 4 ( hitam )		1	
Gelang 5 ( coklat )			1 %

Berarti nilai hambatan resistor tersebut 100 x 1 = 100  $\Omega \pm 1$  %.

Contoh 2, gambar 34. sebuah tahanan dengan 6 gelang warna.



Gambar 34. Resistor 6 gelang

	Harga	Faktor Pengali	Toleransi	Koef. Suhu
Gelang 1 ( coklat )	1			
Gelang 2 ( hitam )	0			
Gelang 3 ( hitam )	0			
Gelang 4 ( coklat )		10		
Gelang 5 ( perak )			10 %	
Gelang 6 ( merah )				50

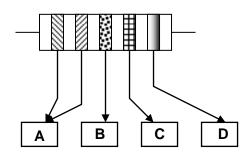
Berarti nilai hambatan resistor tersebut 100 x 10 = 1000  $\Omega$  dengan toleransi 10 % dan koefiensien suhu 50 ppm /  $^{0}C$ .



# Sistem warna kapasitor

Kode warna pada kapasitor hanya berlaku untuk kapasitor jenis polyester yang mempunyai bentuk sangat kecil dan biasanya pada fisiknya berwarna dasar hijau, biru atau warna lain sesuai dengan pembuatnya.

Sama seperti pada kode warna tahanan, kapasitor polyester mempunyai lima gelang warna yang melingkar pada badannya. Setiap warna dan letak gelang mempunyai arti tersendiri, seperti yang ditunjukkan pada gambar dan tabel dibawah ini.



	Harga ( A )	Faktor Pengali ( B )	Toleransi ( C )	Tegangan operasi ( D )
Hitam	0		± 10 %	
Coklat	1			
Merah	2			250 Vdc
Jingga	3	X 0,001μF		
Kuning	4	X 0,01μF		400 Vdc
Hijau	5	X 0,1μF		
Biru	6			
Ungu	7			
Abu-abu	8			
Putih	9		± 20 %	

Dari tabel diatas, faktor pengali hanya mempunyai nilai 1nF, 10nF dan 100nF. Jadi kapasitor polyester mempunyai nilai antara 10nF sampai  $9.9\mu$ F dengan batas operasi tegangan 250 Vdc dan 400 Vdc.

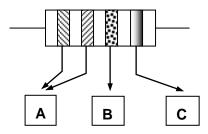
Contoh, sebuah kapasitor polyester mempunyai gelang warna merah-kuning-hijau-hitam-merah.





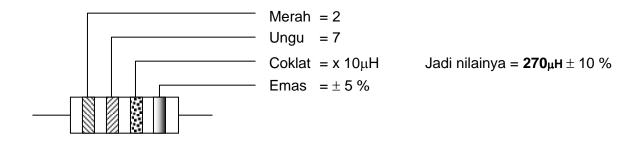
#### Sistem warna induktor

Kode warna pada induktor telah ditentukan oleh standar internasional, yakni kode warna dari IEC (International Electrotechnical Commision). Kode warna ini hanya untuk induktor jenis axial, yang mempunyai nilai antara  $1\mu H$  sampai 100mH. Penggunaannya sangat bagus untuk ukuran PCB yang kecil. Adapun penjelasan kode warna dapat kita lihat pada tabel dibawah ini.



	Harga ( A )	Faktor Pengali (B)	Toleransi (C)
Hitam	0	1μΗ	
Coklat	1	10μΗ	
Merah	2	100μΗ	
Jingga	3	1000μΗ	
Kuning	4		
Hijau	5		
Biru	6		
Ungu	7		
Abu-abu	8		
Putih	9		
Tak Berwarna			± 20 %
Perak			± 10 %
Emas		Koma desimal	± 5 %

Contoh, sebuah induktor axial mempunyai gelang warna merah-ungu-coklat-emas.

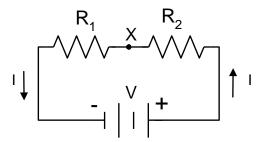




# 1.5 Arus, tegangan, tahanan dan daya

#### 1.5.1 Arus

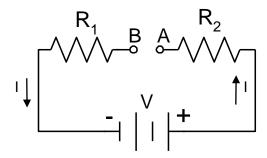
Arus listrik tidak dapat ada dengan sendirinya. Arus didefinisikan sebagai pergerakan muatan listrik. Sumber tegangan sendiri tidak dapat menghasilkan arus. Rangkaian listrik membutuhkan rangkaian yang lengkap. Arus dibatasi oleh rangkaian tertutup ini (gambar 35). Jumlah arus dalam rangkaian tergantung pada jumlah tegangan yang diberikan oleh sumber tegangan dan sifat dari konduktifitas rangkaian. Jika jalur memberikan sedikit perlawanan, arus akan besar dibanding rangkaian dengan jalur yang memberikan perlawanan besar. Perlawanan terhadap arus searah disebut resistansi (diukur dalam ohm). Dengan demikian arus dapat dikontrol oleh tahanan dalam rangkaian.



Gambar 35. Arus didalam rangkaian resistansi tertutup

Arus searah dalam rangkaian dapat diukur dengan pemakaian dc ampere meter. Dalam mengukur arus dirangkaian, rangkaian harus diputuskan atau dibuka dan meter dihubungkan secara seri dengan rangkaian. Misalnya membutuhkan pengukuran arus pada rangkaian gambar 36. Pertama rangkaian diputus pada X (gambar 35). Ampere meter dimasukan dengan posisi seri terhadap rangkaian pada terminal A dan B (gambar 36 dan 37).

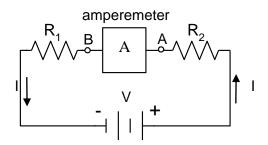
Ketika menggunakan meter analog polaritas terminal harus diperhatikan. Kabel negatif atau common harus dihubungkan ketitik yang memiliki tegangan terendah. Terminal positif harus dihubungkan ketitik yang memiliki tegangan tinggi. Ketika hubungan dilakukan dengan benar maka jarum meter akan bergerak pada busur searah jarum jam (kiri ke kanan). Jika polaritasnya salah maka jarum akan mengayun ke kiri keluar skala. Dalam hal lain jarum dapat bengkok atau patah dan meter rusak parah.



Gambar 36. Rangkaian terbuka antara titik A dan B



Terminal meter digital juga ditandai polaritasnya. Meskipun konsekuensinya tidak seserius polaritas yang benar pada analog meter. Banyak meter digital saat dihubungkan dengan polaritas terbalik akan menampilkan pembacaan yang benar dilengkapi tanda minus atau simbol lainnya. Membalikan kabel penghubung akan menghasilkan pembacaan yang sama tanpa tanda negatif.



Gambar 37. Amperemeter untuk mengukur arus didalam rangkaian

Sejumlah ampere meter dirancang untuk melakukan pengukuran dengan akurat. Pada arus yang rendah meter ini diberikan nama spesial untuk menandai batas ukur sesuai rancangan. Milliampere digunakan untuk mengukur arus pada 1/1000 ampere (milli artinya satu perseribu). Microampere digunakan untuk mengukur satu sepersejuta ampere.

Catatan: amperemeter tidak boleh terhubung paralel (langsung) terhadap komponen. Amperemeter harus dihubungkan seri dengan konduktor yang membawa arus kekomponen untuk mengukur arus komponen tersebut. Kesalahan mengikuti aturan ini akan mengakibatkan kerusakan alat.

#### 1.5.2 Tahanan

Kita tahu bahwa terdapat hubungan antara arus, tegangan dan tahanan pada rangkaian. Pada rangkaian tertutup yang terdiri dari tegangan (V) dan tahanan (R) maka terdapat arus (I), maka diperoleh:

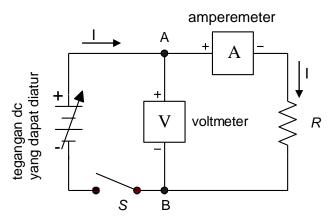
- 1. Jika pada tegangan stabil, arus akan turun jika tahanan naik, dan
- 2. Jika tahanan konstan, maka arus naik jika tegangan naik.

Saat bekerja dengan rangkaian sangat penting untuk memiliki pernyataan lebih pasti antara hubungan dalam bentuk rumus matematika. Rumus tidak hanya menunjukkan perubahan tetapi meyakinkan untuk menduga seberapa besar perubahan akan terjadi. Untuk mengerjakan ini sangat penting untuk melakukan pengukuran yang benar untuk V dan R di rangkaian.

Sebagai contoh rangkaian pada gambar 38, digunakan untuk mengamati hubungan antara I dan V untuk nilai R yang tetap. Voltmeter digunakan untuk mengukur tegangan dirangkaian dan amperemeter digunakan untuk mengukur arus. Tegangan akan bervariasi dari 10 sampai 50V dengan langkah 10V dan tahanan 10  $\Omega$  ada dirangkaian. Hasilnya pada tabel dibawah ini.

Indonesia Australia Partnership for Skills Development Batam Institutional Development Project Package for Electronic Components and Devices-FV.revision.doc





Gambar 38. Rangkaian untuk Hukum Ohm

Tabel untuk mengembangkan rumus untuk I saat R =  $10\Omega$ 

R (Ohm)			10Ω		
V ( Volt )	10	20	30	40	50
I (Ampere )	1	2	3	4	5

Pengujian dari data pada tabel diatas memperlihatkan hubungan yang pasti antar I dan V dimana perbandingan V / I untuk tiap langkah sama dengan 10. Dengan rumus, perbandingan dapat ditulis sebagai

$$\frac{V}{I} = 10.$$
 atau  $\frac{V}{10} = I.$ 

Sejak nilai R =  $10\Omega$  dapat disimpulkan bahwa perbandingan antara V / I selalu sama dengan R sehingga :

$$\frac{V}{I} = R$$
 atau  $\frac{V}{R} = I$ 

Sudah tentu memverifikasi hubungan ini untuk lebih banyak kasus umum percobaan berikut harus diperlukan pengulangan beberapa kali menggunakan tegangan dan resistor yang berbeda. Untuk tiap rumus V / R = I harus dikonfirmasi dengan pasti.

## **Hukum ohm**

Menggunakan asumsi yang diberikan diatas dan hasil aktual dari tabel 1, sangat mungkin untuk menyatakan hubungan antara V, I dan R.

Persamaan I = V / R menyatakan bahwa arus berhubungan langsung dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan tahanan. Pernyataan dengan cara lain bahwa jika R tetap sementara V naik maka I naik, dengan V tetap jika R naik I turun.



Persamaan dibawah dikenal dengan nama hukum ohm karena pertama dirumuskan **George Simon Ohm**. Hukum ini merupakan dasar dari rangkaian listrik dan elektronik.

Hukum ohm ditulis sebagai:

$$V = I \times R$$

### 1.5.4 Daya

## **Definisi Daya**

Daya adalah perubahan energi yang ditimbulkan oleh adanya arus yang mengalir dari sumber tegangan pada suatu resistansi atau beban tertentu. Energi ini bisa berubah wujud, seperti panas, cahaya dan gerak.

# Sifat Daya

Ketika arus mengalir melalui resistansi, panas akan dihasilkan, panas ini membuktikan bahwa kekuatan yang digunakan didalam proses, menekan arus melalui resistansi. Pada sejumlah rangkaian daya dikeluarkan dalam bentuk lain seperti cahaya atau gerakan. Sekarang banyak rangkaian menghasilkan panas sebagai tambahan dari output daya lainnya. Contohnya, tujuan utama dari bola lampu adalah untuk menghasilkan cahaya, tetapi juga menghasilkan panas. Motor-motor listrik dibuat untuk menghasilkan perputaran tapi juga menghasilkan panas. Sekering bekerja sebagai pemutus karena adanya panas dan elemen mencair ketika arus besar diatas kemampuannya melaluinya.

## Perhitungan daya

Karena panas dihasilkan dalam resistansi oleh tekanan tegangan terhadap arus yang melaluinya, daya dapat dihitung dengan rumus:

$$P = I \times V$$

Andaikan kita memiliki arus dan resistansi tapi tegangannya belum diketahui, maka dari hokum Ohm:

$$V = I \times R$$

Sehingga daya menjadi:

$$P = Ix(IxR)$$

$$P = l^2 \times R$$

Bila harga arus tidak diketahui, rumus dapat diubah menjadi:

$$P = V \times \frac{V}{R}$$

jika I = V/R, batas tersebut dapat diganti I karena V x V=  $V^2$  jadi rumus:

$$P = \frac{V^2}{R}$$



Besarnya daya dinyatakan dalam watt. Keseluruhan daya rangkaian dapat dihitung dengan menambahkan tiap komponen individual penghasil daya. Hal ini berlaku bagi rangkaian seri, pararel dan gabungan.



Gambar 39. Alat ukur Wattmeter

# Pengukuran daya

Daya dapat diukur langsung dengan *Watt Meter*, watt meter membutuhkan sambungan ke komponen yang akan diukur dan arusnya, wattmeter ditunjukkan oleh gambar 39.

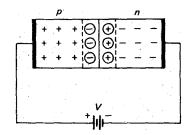
### 1.6 Dioda dan Transistor

#### 1.6.1 Dioda

Dioda mempunyai sifat yang unik dalam menyalurkan arus yaitu dalam satu arah saja. Bahan dasar dioda terbuat dari semikonduktor, yakni silikon dan germanium, yang mempunyai sifat bisa sebagai penghantar dan juga sebagai isolator. Kenapa demikian? Mari kita lihat gambar 40 yang menunjukkan daerah junction dioda.

Sebuah dioda terbentuk dari bahan N dan P yang digabung. Pertemuan bahan N dan P disebut daerah junction. Bahan N adalah semikonduktor yang mayoritas berpolaritas negatif (kelebihan elektron) dan bahan P adalah semikonduktor yang mayoritas berpolaritas positif (kekurangan elektron). Saat dioda kita beri tegangan dengan polaritas yang sama dengan polaritas dioda, kemudian kita sebut bias maju (forward), maka didaerah junction akan terjadi perpindahan sejumlah elektron dari bahan N menuju sebuah 'hole' (seperti sumber positif) yang ada pada bahan P. Ketika hole dan elektron bebas terbentuk saling mengisi, itu pertanda bahwa arus yang kita alirkan pada dioda tersebut mengalir terus menerus dari sumber. Saat ini dioda berfungsi sebagai penghantar.





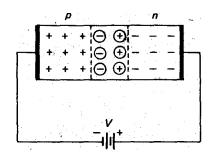
Gambar 40. Arus mengalir pada dioda dibias forward

Arus akan mengalir dalam dioda selama sumber tegangan membuat elektron dan hole terdorong bersama pada junction. Kurang lebih sebesar 0,7V diberikan untuk membuat dioda silikon terhubung dan sekitar 0,2V untuk membuat dioda dari bahan germanium (Ge) terhubung.

Nah, sekarang Anda mengerti apa itu bias forward. Sekarang kita melihat, bagaimana jika dioda kita bias mundur atau reverse.

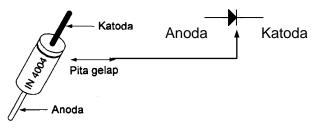
Jika polaritas sumber tegangan kita balik polaritasnya namun dioda tetap seperti konfigurasi sebelumnya, seperti pada gambar 41, dimana polaritas positif sumber tegangan kita hubungkan dengan bahan N dan polaritas negatif sumber kita hubungkan dengan bahan P. Apa yang terjadi ?

Bahan P yang kekurangan elektron namun mempunyai hole tidak terdorong oleh arus sumber menuju junction karena polaritas sumbernya negatif. Demikian juga pada bahan N yang kelebihan elektron, tidak terdorong menuju junction karena arus sumbernya positif. Akibat tidak bertemunya elektron dan hole pada junction, maka berarti tidak ada yang menghantarkan arus sumber atau dengan kata lain, tidak ada gabungan antara elektron—hole maka juga tidak ada arus yang mengalir. Fenomena ini, dioda bersifat sebagai isolator.



Gambar 41. Dioda pada bias reverse

Simbol rangkaian dioda yang kita lihat pada gambar 42, dimana anah panah merupakan anoda yang mewakili dari bahan P dan diikuti dengan katoda yang mewakili dari bahan N.



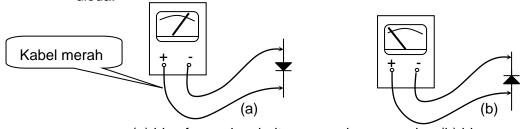
Gambar 42. Simbol skema dioda dan contoh kontruksi fisik



# Pengetesan Dioda

Peryataan bahwa dioda mempunyai hambatan yang tinggi pada arus yang mengalir disatu arah dan hambatan yang rendah pada arus yang mengalir di arah lain memberikan petunjuk pada sebuah metoda yang digunakan untuk mengeceknya. Ohmmeter mempunyai sumber daya dalam, biasanya sebuah baterai yang memaksa arus melalui hambatan yang terukur. Arus ini menyebabkan meter menunjukan bahwa ada arus yang mengalir. Kenaikan arus yang mengalir berbanding terbalik dengan harga hambatan yang telah di cek, dan meter diatur agar mengukur hambatan pengganti dari arus. Jika ohmmeter ditempatkan pada junction PN (dioda) dan terhubung pada polaritas yang tepat untuk bias maju, arus akan mengalir dan meter akan mengindikasikan hambatan rendah. Sekarang, jika probe meter pada keadaan reverse, dioda akan menjadi bias mundur dan meter menunjukkan hambatan tinggi.

Jika anda mengetahui ohmmeter anda, tidak hanya dapat untuk mengetes dioda, tetapi juga anda bisa menentukan polaritas dioda. Layaknya sebuah saklar, jika pada ohmmeter analog jarum bergeser kekanan (gambar 43-a) menunjukkan hambatan yang rendah maka dioda sedang dibias forward. Berarti polaritas dioda **kebalikan** dengan polaritas pada probe ohmmeter, biasanya kabel berwarna merah (positif) terhubung dengan kaki katoda (negatif) dioda. Sebaliknya, jika pada ohmmeter anda terlihat jarum bergeser ke arah kiri (gambar 43-b) yang berarti mempunyai hambatan besar maka dioda sedang dibias reverse. Kabel berwarna merah terhubung dengan kaki anoda (positif) dioda.



(a) bias forward, polaritas sama dengan probe. (b) bias reverse.

Gambar 43. Polaritas dioda dengan Ohmmeter

Pengetesan dioda menggunakan ohmmeter digital, untuk dioda dibias forward terukur jelas angka resistansinya dalam satuan Ohm dan terdisplay. Untuk probe berwarnah merah (positif) terhubung dengan kaki anoda dioda. Namun untuk dibias reverse, pada display digital ohmmeter tidak ada angka, hanya menunjukkan satuan resistansinya dalam MegaOhm. Hal ini menunjukkan bahwa dioda mempunyai nilai resistansi yang tak terhingga saat dibias reverse. Probe warna hitam (negatif) terhubung dengan kaki katoda dioda.

### Kontruksi dan Macam-macam Dioda

Kita mengenal banyak sekali jenis dioda, namun pada kesempatan kali ini kita akan memperkenalkan dioda yang sering kita jumpai pada rangkaian-rangkaian sederhana.

### 1. Dioda seri 1N4000

Seperti kita tahu bahwa dioda bekerja seperti sebuah saklar, bila kita beri bias forward maka dioda akan berfungsi. Atau dengan kata lain saklar tertutup. Namun bila kita beri bias reverse, maka seperti saklar terbuka, jadi tidak ada



arus yang mengalir. Dioda seri 1N4000 merupakan dioda umum yang sering kita gunakan. Contoh gambar kontruksi dioda seri 1N4000 dapat kita lihat pada gambar 42 diatas. Yang membedakan penggunaan dioda seri 1N4000 pada operasi tegangan. Daftar penggunaan dioda dan operasi tegangan dapat kita lihat pada tabel dibawah ini.

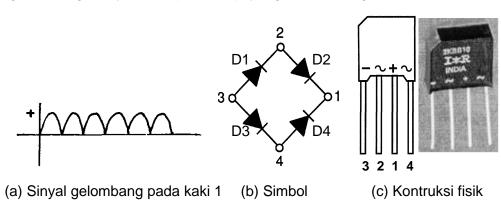
Seri 1N4000	Bahan	Operasi arus maksimum	Operasi tegangan maksimum	Penggunaan
1N4001	silikon	1 A	50 V	daya
1N4002	silikon	1 A	100 V	daya
1N4003	silikon	1 A	200 V	daya
1N4004	silikon	1 A	400 V	daya
1N4005	silikon	1 A	600 V	daya
1N4006	silikon	1 A	800 V	daya
1N4007	silikon	1 A	1000 V	daya

### 2. Dioda Penyearah Bridge

Sebuah dioda bisa berfungsi *menyearahkan* tegangan AC, yang berarti mengubah tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah atau dc. Contoh konfigurasi penyearah yang baik adalah penyearah bridge, seperti pada gambar 44.

Selama ½ siklus positif tegangan AC, dioda D2 dan D3 dibias forward; oleh sebab itu kaki nomer 1 merupakan polaritas positif. Selama ½ siklus negatif tegangan AC, dioda D1 dan D4 dibias forward; oleh sebab itu kaki nomer 3 merupakan polaritas negatif.

Bila kita hanya menggunakan satu dioda penyearah saja, maka gelombang positif saja yang diloloskan dan mempunyai ½ siklus yang terpotong. Namun bila kita menggunakan penyearah bridge, maka tidak ada siklus gelombang yang terpotong, hanya siklus positif saja yang diloloskan (gambar 44-a).



Gambar 44. Full wave bridge rectifier

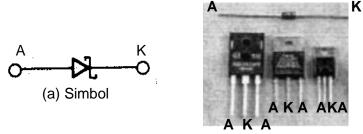


Lambang dari konfigurasi dioda penyerahan yang baik dengan menggunakan full-wave-bridge-rectifier serta kontruksi fisiknya dapat kita lihat pada gambar 44-b dan 44-c. Penyearah jembatan ini bisa kita bentuk dengan menggabungkan empat dioda yang mempunyai spesifikasi yang sama, atau kita dapatkan satu paket seperti IC atau bentuk lain tergantung dengan operasi arus dan tegangan yang diinginkan.

### 3. Dioda Schottky

Dioda Schottky menggunakan logam emas, perak atau platina pada salah satu sisi junction dan silikon dari bahan N pada sisi yang lain. Dioda semacam ini adalah piranti unipolar karena elektron bebas merupakan pembawa mayoritas pada kedua sisi junction. Lebih lanjut, dioda Schottky tidak mempunyai lapisan pengosongan atau penyimpan muatan. Sebagai akibatnya, ia dapat di-switch ON dan OFF lebih cepat daripada dioda junction biasa. Sebagai hasilnya, dioda Schottky dapat menyearahkan frekuensi diatas 300 MHz, jauh diatas kemampuan dioda junction dengan pembatasan waktu saat kondisi reverse-nya.

Simbol dan kontruksi fisik dari dioda Schottky, dapat kita lihat pada gambar 45.



(b) Kontruksi fisik

Gambar 45. Dioda Schottky

# 4. Light Emiting Dioda (LED)

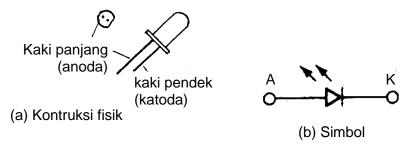
Pada saat dioda kita bias forward, elektron menuju ke daerah junction dan jatuh ke dalam hole, dan mereka memancarkan energi. Pada dioda penyearah, energi ini keluar sebagai panas. Tetapi pada LED, energi dipancarkan sebagai cahaya.

Dengan menggunakan unsur-unsur seperti gallium, arsen dan phosfor, kita dapat membuat LED yang memancarkan warna merah, kuning dan infra merah. LED yang menghasilkan pancaran yang kelihatan dapat berguna pada display peralatan, mesin hitung, jam digital, dan lain-lain. Keuntungan LED dengan lampu pijar yaitu umurnya yang panjang (lebih dari 20 tahun), tegangannya rendah (1 sampai 2V, dengan arus operasi hanya 10mA) dan saklar nyala-matinya cepat (nano detik).

Dalam pengoperasian LED kita harus gunakan tahanan untuk membatasi arus yang melewati LED. Setiap warna LED mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, sehingga dalam menentukan tahanan perlu kita perhatikan. Tabel dibawah ini menunjukkan perbedaan ketiga warna dasar LED.

НО	34
----	----

Parameter	LED Merah	LED Kuning	LED Hijau
Arus forward	5 – 25 mA	10 – 40 mA	10 – 40 mA
Arus tipikal	10 mA	10 mA	10 mA
Daya forward	100 mW	115 mW	115 mW
Nilai R ; V=5V	270 Ω	120 Ω	120 Ω
Nilai R ; V=12V	1kΩ	470 Ω	470 Ω

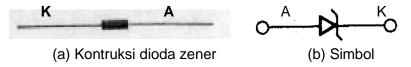


Gambar 46. Light Emiting Dioda

#### 5. Dioda Zener

Dioda zener dibuat untuk bekerja pada daerah jatuh, artinya dioda zener dioperasikan pada bias reverse. Kadang disebut dioda breakdown. Dengan mengatur tingkat doping, kita dapat menghasilkan dioda zener dengan tegangan breakdown mencapai mulai dari 2V hingga 200V. Dengan memberikan tegangan reverse melampaui tegangan breakdown zener, kita mempunyai piranti yang berlaku seperti sumber tegangan konstan. Dioda zener adalah tulang punggung regulator tegangan.

Bila kita membuat sumber tegangan yang ralatif konstan, dioda zener adalah pilihan yang tepat. Seperti tegangan 3,3 volt hingga 200 volt.



Gambar 47. Dioda zener

Contoh dioda zener seri 1N53 beroperasi pada 5 W, dengan tegangan output 3,3 volt dengan arus 380mA hingga mencapai 200 volt dengan arus 5mA. Tabel dibawah ini menunjukkan perbedaannya.

Tipe	Tegangan Zener (Vz)	Arus test (Iz)	Impedansi (Zzt)
1N5333B	3,3 Volt	380 mA	3 Ω
1N5336B	4,3 Volt	290 mA	2 Ω
1N5338B	5,1 Volt	240 mA	1,5 Ω
1N5341B	6,2 Volt	200 mA	1 Ω
1N5346B	9,1 Volt	150 mA	2 Ω



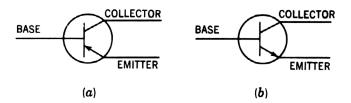
1N5352B	15 Volt	75 mA	2,5 Ω
1N5357B	20 Volt	65 mA	$3\Omega$
1N5364B	33 Volt	40 mA	10 Ω
1N5371B	60 Volt	20 mA	40 Ω
1N5378B	100 Volt	12 mA	90 Ω
1N5382B	140 Volt	8 mA	230 Ω
1N5388B	200 Volt	5 mA	480 Ω

#### 1.6.2 Transistor

Transistor adalah perluasan teknologi dioda. Ada dua junction yang menyusunnya dan ada dua jenis tipenya yaitu NPN dan PNP. Kedua tipe tersebut mempunyai bagian-bagian emitor, basis dan kolektor. Dalam transistor PNP hole merupakan pembawa mayoritas sedangkan elektron merupakan pembawa mayoritas transistor NPN.

Simbol untuk sebuah transistor PNP dan NPN ditunjukan dalam gambar 48. dimana unsur tanda panah adalah emitor dan bagian yang simetris berlawanan adalah kolektornya. Tansistor PNP digambarkan dengan arah panah emitor yang menuju kedalam, transistor jenis NPN anak panahnya keluar dari transistor.

Catatan: bahwa arah aliran arus dalam transistor tersebut merupakan kebalikan dari arah panah.

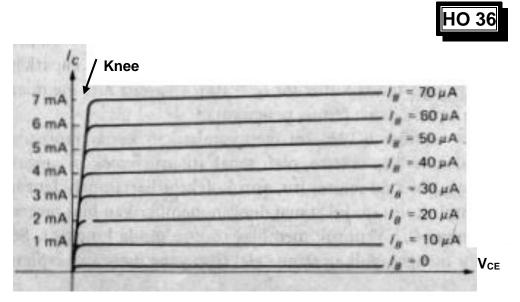


Gambar 48. Simbol transistor (a) PNP; (b) NPN

### Kurva Kolektor

Dalam gambar 49 menggambarkan kerja transistor. Jika  $V_{CE}$  nol, dioda kolektor tidak terbias reverse, oleh sebab itu arus kolektor sangatlah kecil. Untuk  $V_{CE}$  antara 0 dan 1 V atau sekitar itu, arus kolektor bertambah dengan cepat dan kemudian menjadi hampir konstan. Hal ini sesuai dengan memberikan bias reverse dioda kolektor. Kira-kira diperlukan 0,7 V untuk membias reverse dioda kolektor. Setelah mencapai level ini, kolektor mengumpulkan semua elektron yang mencapai lapisan pengosongan.

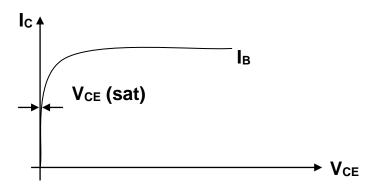
Karena kita menggunakan transistor dengan  $\beta$  dc kira-kira 100, arus kolektor kira-kira 100 kali lebih besar daripada arus basis untuk setiap titik di atas knee dari kurva tersebut. Oleh karena arus kolektor sedikit bertambah dengan bertambahnya  $V_{CE}$ ,  $\beta$  dc sedikit bertambah dengan bertambahnya  $V_{CE}$ .



Gambar 49. Kurva kolektor

### **Tegangan Saturasi Kolektor**

Pada kerja normal suatu transistor, dioda kolektor harus dibias reverse. Hal ini memerlukan  $V_{\text{CE}}$  yang lebih besar atau sama dengan suatu tegangan, tergantung pada besarnya arus kolektor yang mengalir. Sebagai patokan, banyak lembar data menuliskan  $V_{\text{CE}}$ (sat) transistor.

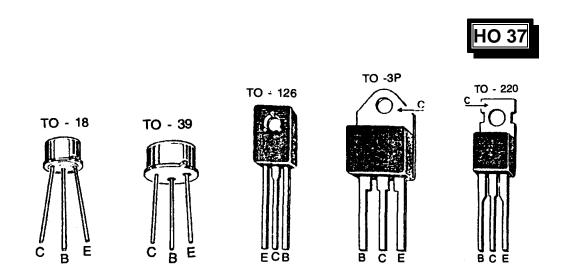


Gambar 50. Daerah saturasi

Gambar 50 menunjukkan apa yang kita maksudkan dengan  $V_{CE}(sat)$ . Ini adalah harga  $V_{CE}$  pada beberapa titik di bawah knee dengan posisi tepatnya ditentukan pada lembar data. Biasanya,  $V_{CE}(sat)$  hanya beberapa perpuluhan volt, walaupun pada arus kolektor yang sangat besar bisa melebihi 1 volt. Bagian dari kurva di bawah knee pada gambar 50 dikenal sebagai daerah saturasi.

#### **Macam-macam Transistor**

Transistor dirancang menurut kemampunannya untuk membuang/mengeluarkan daya. Oleh karena itu sebuah transistor yang digunakan sebagai penguat audio taraf-rendah bisa mempunyai tarif daya katakanlah 50 mW. Sebuah transistor yang digunakan sebagai penguat keluaran harus mempunyai tarif daya yang lebih tinggi. Kemasan dari transistor daya dirancang khusus untuk pendinginan langsung.

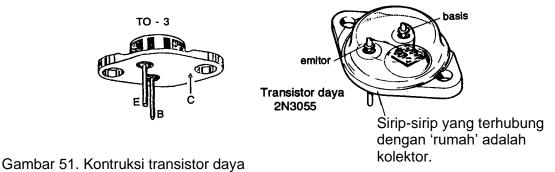


Gambar 50. Kontruksi transistor untuk beberapa kemasan

Daftar dibawah ini memberikan perbedaan macam-macam transistor dan kegunaannya serta jenis lain yang berfungsi sama.

Tipe	Packing	lc (Max)	V <sub>CEO</sub>	βdc	Frekunesi	Komplemen	Aplikasi
BC108	T018	100mA	20V	110-180	300MHz	BC178	Penggunaan umum
2SC3502	TO126	100mA	200V	40-320	150MHz	2SA1380	Output Video
BC547	T092	100mA	45V	110-800	300MHz	BC557	Amplifier
2N3904	T092	200mA	40V	100-300	300MHz	2N3906	Switching
2N3704	T092	800mA	30V	100-300	100MHz	2N3702	Penggunaan umum
BFY50	T039	1A	35V	30(Min)	60MHz	-	Penggunaan umum
BC637	TO92	1,5A	45V	40(Min)	130MHz	BC337	Penggunaan umum
ZTX851	E-Line	5A	60V	100-300	130MHz	ZTX951	Switching

Sebagai contoh, beberapa transistor daya, **2N3055**, menggunakan sirip-sirip melingkar untuk membuang panas kesekelilingnya (lihat gambar 51). Transistor yang lain menggunakan kemasan metal yang dipasang pada rangka metal dari peralatan dimana ia digunakan. Pada transistor ini kolektornya terhubung pada kemasan transistor. Rangka tersebut kemudian membuang panas ke sekelilingnya.





#### Huruf-huruf kode transistor

Pada kontruksi transistor selalu mempunyai kode-kode huruf yang telah disepakati dan digunakan oleh European Pro-electron Coding. Kode transistor buatan Eropa mempunyai dua digit huruf dan diikuti 3 digit angka untuk nomer seri. Penjelasan huruf-huruf tersebut adalah sebagai berikut:

Huruf pertama, menyatakan material semikonduktor:

- A germanium
- B silikon
- C arsenida galium
- D antimonida indium
- R sulfida cadmium

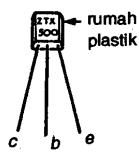
Huruf kedua, menyatakan penerapan peranti tersebut:

- A dioda detektor, dioda kecepatan tinggi, dioda mixer
- B dioda dengan kapasitas variabel (varikap)
- C transistor frekuensi rendah (bukan transistor daya)
- D transistor daya, frekuensi rendah
- E dioda terobosan (tunnel diode)
- F transistor frekuensi radio bukan daya
- G macam ragam keperluan
- L transistor daya, frekuensi radio
- N kopling-foto (photo-coupler)
- P detektor cahaya (dioda-foto, transistor-toto, dan lain sebagainya)
- Q generator cahaya (LED)
- R peranti kemudi dan sakelar (triac)
- S transistor sakelar, daya rendah
- peranti kemudi dan switching (triac)
- U transistor sakelar, daya tinggi
- X dioda pengganda atau multiplier (varactor)
- Y penyearah, dioda efisiensi atau booster
- Z acuan tegangan (zener), pengatur (regulator) atau transient suppressor diode

Sebagai contoh, transistor dengan kode **AC125**. Transistor tersebut terbuat dari germanium dan untuk penggunaan frekuensi rendah dan bukan transistor daya. Penerapan transistor tersebut untuk radio, TV, Hi-fi dan lain sebagainya.

Contoh lain untuk penerapan elektronik ringan dan hobbies seperti transistor **BD139** dan **BC548**, berarti transistor tersebut terbuat dari silikon dan untuk penggunaan frekuensi rendah.

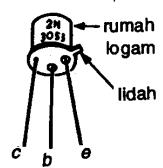




Gambar 52. Transistor dengan kode ZTX500

Pada contoh gambar 52. kode transistor **ZTX500**, menggunakan huruf sebanyak tiga digit. Transistor ini digunakan untuk kalangan industri dan dunia telekomunikasi. Biasanya digunakan huruf W, X, Y atau Z dan disusul dengan angka-angka sebagai nomor seri produksi.

Contoh transistor buatan Amerika yang menggunakan kode **2N3053**, dapat kita lihat pada gambar 53. Untuk penggunaannya bisa anda lihat pada data sheet yang dikeluarkan oleh perusahaan yang memproduksinya.

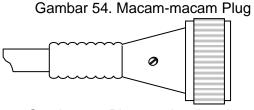


Gambar 53. Transistor kode 2N3053

### 1.7 Plug dan soket

Setiap perangkat elektronika, untuk cara penyambungan, bila menggunakan dua buah alat yang berbeda, kita selalu menggunakan kabel sebagai penghubung. Misalnya antara papan rangkaian dengan multimeter, selalu memerlukan kabel. Antara dua subsistem rangkaian bila kita ingin menggabungkan menjadi satu sistem selalu menggunakan kabel.





Gambar 55. Plug untuk mikrophone

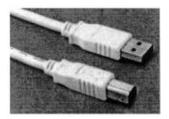
Indonesia Australia Partnership for Skills Development Batam Institutional Development Project Package for Electronic Components and Devices-FV.revision.doc



Pada ujung kabel penghubung kita gunakan sebuah konektor, yang kita kenal dengan plug. Jenis plug yang umum ialah bentuk yang berujung tajam dengan pelindung atau dilapisi tembaga beroksidasi untuk melindungi bergesernya ujung saat mengukur, sehingga tidak terjadi hubung singkat. Plug tersebut diberi pembungkus berupa plastik, sehingga antara plug dengan kulit kita tidak terjadi hubungan.

Macam-macam plug antara lain memakai capit buaya (*crocodile plug*, gambar 54-a), dimana banyak digunakan untuk kabel ground. Nama ini muncul karena bentuknya yang panjang serta bergerigi / rahang. Model plug yang lain adalah *plug banana* (Gambar 54-b), yang banyak digunakan untuk kebutuhan laboratorium karena penggunaan yang lebih mudah untuk penyambungan pada papan atau kit percobaan. Model plug yang khusus untuk peralatan tertentu seperti untuk mikrophone dapat kita lihat pada gambar 55.

Jenis plug yang menggunakan kabel 20AWG atau seri 28AWG untuk keperluan komunikasi data, berbentuk persegi panjang dan bujur sangkar, dapat kita lihat pada gambar 56. Plug seperti ini sering kita jumpai pada konektor USB (Universal Serial Bus) pada komputer, dan kita kenal dengan *cable plugs*.

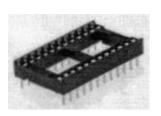


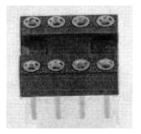
Gambar 56. Cable plugs

### **Soket**

Bila kita mengenal plug sebagai konektor jenis male, maka soket adalah konektor jenis female. Soket sangat berguna bagi kita untuk keamaan komponen serta untuk penyambung plug yang dibuat.

Soket yang sering kita jumpai adalah soket (gambar 57) untuk kaki IC, karena kita khawatir bila IC langsung terpasang pada PCB dan disolder dalam kondisi panas yang berlebihan bisa merusak IC tersebut. Soket tersebut mengikuti jumlah kaki atau pin dari IC yang dipasang. Kontak dari setiap kaki soket harus memberikan penyambungan maksimal. Kaki tersebut terbuat dari bahan fosfor-campuran tembaga timah yang dibentuk plat tipis serta mempunyai inisial resistansi maksimal  $10m\Omega$ . Suhu operasi antara -65°C sampai +150°C. Bodi tempat IC terbuat dari PBT 30% Glass (UL94V-0).





Gambar 57. Soket IC



Jenis soket untuk keperluan pengukuran seperti jenis Blade L.31.5 dan Stud L.38.8 mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Bahan konduktor : kuningan, plat emas

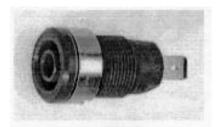
Bahan insulator : polymide

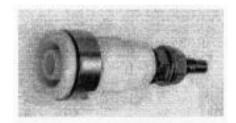
Arus maksimum : 32A (soket Blade hanya 24A)

Tegangan maksimum : 1000Vrms

Resistansi konduktor :  $0.3 \text{m}\Omega$ 

Range temperatur : -10°C sampai +80°C



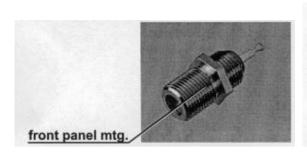


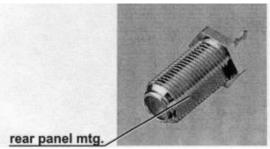
Soket Blade

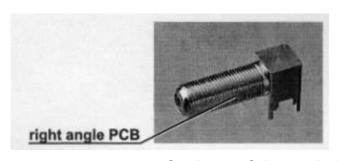
Soket Stud

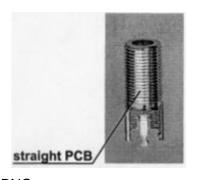
Gambar 58. Soket untuk keperluan pengukuran

Untuk soket dari plug jenis BNC kita gunakan konektor seri "F". Konektor ini biasa digunakan untuk antena dan alokasi frekuensi tinggi hingga mencapai 1 GHz. Terbuat dari plat nikel dan insulator Derlin. Kontruksi dari soket seri "F" dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.









Gambar 59. Soket untuk plug BNC



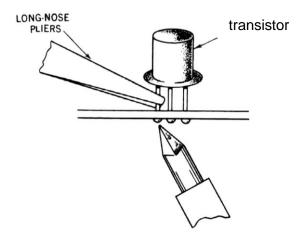
# 1.8 Penanganan komponen

Hal-hal yang harus diperhatikan untuk menghindari kerusakan transistor. Meskipun mereka adalah piranti yang kuat, transistor dapat mudah rusak jika tidak ditangani dengan benar. Maka anda harus berlatih untuk sangat berhati-hati jika bekerja dengan transistor berdaya-rendah yang mempunyai kaki-kaki lentur yang sangat mudah patah jika tidak ditangani dengan benar. Untuk mendapatkan umur maksimum transistor dan komponen-komponen yang digunakan seharusnya dipasang secara tetap pada PCB.

Transistor dapat rusak dalam sekejap saja, ini berlawanan dengan tabung hampa yang masih mempunyai cukup toleransi dalam menangani beban berlebih selama beberapa saat. Sebuah hubung singkat dari basis ke kolektor, dalam suatu rangkaian yang bekerja, hampir dipastikan akan merusak transistor.

Memasang transistor dalam sebuah rangkaian. Jangan memasang atau memindahkan sebuah transistor dari sebuah rangkaian dalam kondisi daya sedang menyala. Hal ini dapat merusak transistor secara permanen karena arus singkat yang besar dapat terbentuk. Pastikan daya dalam kondisi mati sebelum memasang atau memindahkan sebuah transistor atau komponen lain dari sebuah rangkaian.

**Kaki kolektor dan nilai tegangan.** Pastikan bahwa polaritas dari tegangan kaki pada kolektor sudah benar sebelum memberikan daya. Tegangan pada emitor dan kolektor tidak boleh melebihi nilai spesifikasi. Oleh karena itu, anda harus mengukur tegangan tersebut dan mengaturnya pada nilai yang tepat sebelum diberikan pada rangkaian.



Pencapit berfungsi sebagai penyerap panas pada waktu transistor disolder ke rangkaian

**Periksa hubungan dalam rangkaian.** Semua hubungan harus diperiksa kembali berdasarkan diagram rangkaian sebelum daya diberikan. Transistor tidak boleh dihubungkan pada sebuah sumber tegangan tanpa resistor pembatas dalam rangkaian.

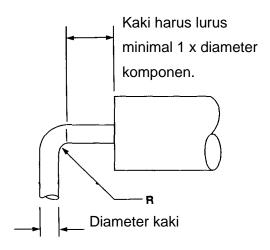
**Penyolderan transistor.** Penyolderan transistor dimana diperlukan harus dilaksanakan dengan cepat. Dianjurkan memakai solder berdaya rendah (25W). Kaki-kaki transistor harus dibuat sepanjang mungkin untuk mengurangi perpindahan panas.



Jenis penyerap yang sama sebaiknya digunakan waktu menyolder kaki transistor dalam rangkaian seperti pada waktu menyolder dioda germanium. Sebuah penyerap panas yang efektif dapat dibuat dengan sebuah pencapit ujung-lancip yang menjepit kaki transistor yang sedang disolder yaitu di antara badan transistor dan titik penyolderan seperti gambar diatas.

### Bending kaki komponen.

Untuk pemasangan komponen di papan rangkaian tercetak (PCB), kita harus memperhatikan cara bending komponen. Cara kita membending kaki komponen agar ketika proses penyolderan dan handling PCB, komponen tersebut tidak rusak. Pada kesempatan kali ini kita hanya menjelaskan cara bending untuk komponen jenis axial saja. Seperti pada gambar 60, yang selalu kita gunakan, kita harus memberi jarak antara mulai bending kaki dengan batas materi komponen sepanjang minimal satu kali diameter komponen tersebut. Jadi misalnya tahanan dengan diameter 4mm, maka kaki komponen minimal 4mm sebelum kita bending.



Gambar 60. Cara bending komponen

Perbandingan untuk macam-macam diameter kaki komponen serta berapa panjang minimum yang dibutuhkan untuk cara bending, dapat kita lihat pada tabel dibawah ini. Jika kaki komponen mempunyai diameter mulai 0,8mm sampai 1,2mm maka kaki tersebut harus kita bending dengan jarak minimum 2 kali diameternya setelah jarak kaki harus lurus minimal 1 kali diameter komponen.

Diameter Kaki Maksimum	Minimum Radius (R) Bend	
Kurang dari 0,8 mm	1 x diameter	
Dari 0,8 – 1,2 mm	1,5 x diameter	
Lebih dari 1,2 mm	2 x diameter	



# 2. Peralatan Pelindung

# 2.1 Peralatan pelindung

Keselamatan menjadi faktor yang semakin penting pada lingkungan kita sehari-hari. Untuk sebuah industri, menempatkan keselamatan sebagai prioritas yang tidak dapat ditawar. Keamanan pelaksanaan kerja sangat tergantung pada semua personalnya dan sikap berhati-hati terhadap setiap potensi bahaya.

Listrik bisa membuat kita celaka, bahkan faktor kematian bisa menimpa kita. Seperti terlihat pada gambar dibawah ini, tubuh kita mengandung konduktor yang bisa mengghantarkan arus listrik. Arus yang tinggi bisa mengalir dari tangan hingga kaki, atau antara dua tangan kita serta dari kepala hingga kekaki.



Tujuan dari pentanahan adalah untuk melindungi makhluk hidup dari bahaya sengatan listrik dan harta benda dari kerusakan. Agar pentanahan menjadi efektif, pentanahan bumi dan peralatan pentanahan diperlukan. Pentanahan bumi membuat tegangan nol dilihat dari sistem distribusi listrik. Ini juga melindungi sistem dan peralatan listrik dari tegangan berlipat akibat petir dan hubungan dengan sistem tegangan tinggi. Lebih dari itu, pentanahan bumi mencegah penambahan muatan listrik statis yang mempunyai potensi bahaya terhadap bangunan. Peralatan pentanahan membuat interkoneksi semua permukaan konduktif yang tidak mengalirkan arus, seperti peralatan pemagaran, raceway dan saluran pentanahan.

Penangkal petir (juga berhubungan dengan penangkal sentakan) efektif saat ada bahaya sambaran petir atau sentakan tegangan. Penangkal petir bekerja dengan prinsip celah loncatan bunga api, seperti busi pada mobil. Satu sisi dari penangkal itu dihubungkan ke tanah, sisi yang lain dihubungkan ke kawat yang dilindungi. Pada kondisi tegangan rangkaian normal dua titik tersebut diisolasi oleh celah udara diantaranya. Apabila petir menyambar jalur, tegangan tinggi yang timbul mengionisasikan udara dan menghasilkan lintasan pengosongan muatan ke tanah dengan impedansi rendah. Penangkal yang dirancang khusus digunakan pada saluran daya di udara juga pada rangkaian sinyal seperti rangkaian telepon.

Kelebihan arus adalah arus beban lebih atau arus hubung singkat. Arus beban lebih ialah arus yang berlebih dibanding arus operasi (kerja) normal, karena arus yang dibatasi pada lintasan konduktif normal dikerjakan oleh penghantar juga komponen yang lain dan beban dari sistem distribusi. Seperti namanya menunjukkan, arus hubung singkat adalah arus yang mengalir di luar lintasan penghantaran normal.



Beban lebih paling sering adalah antara satu sampai dengan enam kali tingkatan arus normal. Beban lebih biasanya disebabkan oleh arus sentakan singkat (yang tidak berbahaya) ketika motor listrik distart atau tranformator diberi tegangan. Arus beban lebih atau transien seperti itu adalah umum. Sebab selang waktu arus tersebut singkat, kenaikan suhu sangat kecil dan tidak ada efek yang merusakkan pada komponen rangkaian. Beban lebih yang terus menerus dapat diakibatkan oleh motor rusak, peralatan dibebani lebih atau terlalu banyak beban pada suatu rangkaian. Beban lebih terus menerus seperti itu merusakkan dan itu harus dihentikan oleh alat pelindung sebelum merusakkan jaringan distribusi atau beban sistem. Meskipun arus itu relatif rendah magnitudenya dibanding dengan arus hubung singkat, menghilangkan arus beban lebih dalam beberapa detik umumnya akan mencegah kerusakan alat. Arus beban lebih yang terus menerus mengakibatkan pemanasan lebih pada penghantar dan komponen yang lain serta mengakibatkan kemerosotan isolasi yang lambat laun dapat mengakibatkan kerusakan yang serius dan terjadi hubung singkat jika tidak dihentikan.

Meskipun arus beban lebih terjadi pada level waktu agak sedang, arus hubung singkat atau arus kesalahan dapat menjadi beberapa ratus kali lebih besar dibanding dengan arus kerja normal. Kesalahan level tinggi mencapai 50.000 A (atau lebih besar lagi). Jika tidak diputus dalam kira-kira seper beberapa ribu detik, kerusakan dan kehancuran dapat menjadi semakin luas.

Akan ada kerusakan isolasi yang parah, pelelehan (melting) penghantar, penguapan logam, ionisasi gas, pancaran bunga api dan kebakaran. Arus hubung singkat level tinggi yang serentak dapat menimbulkan kekuatan medan magnet yang luar biasa. Gaya magnet antara rel-kumpul dan penghantar-penghantar yang lain menjadi beberapa ratus pound per fit linear, bahkan penahan yang kuat tidak akan dapat menahan mereka dari pembengkokan atau rusak tanpa dapat diperbaiki.

Pelindung arus lebih adalah hal penting untuk operasi yang aman semua sistem distribusi medium dan tegangan tinggi yang digunakan pada pabrik atau industri.

# 2.2 Sekering dan breaker (pemutus)

Sekering adalah pelindung arus lebih yang dapat dipercaya. Penghubung yang dapat meleleh atau penghubung yang dimasukkan dalam tabung dan dihubungkan dengan terminal kontak merupakan elemen pokok sekering sederhana. Tahanan listrik sambungan tersebut demikian rendah sehingga bertindak sebagai penghantar dengan mudah. Meskipun demikian, ketika terjadi arus yang dapat menghancurkan, sambungan akan meleleh dengan sangat cepat dan membuka rangkaian untuk melindungi penghantar dan komponen rangkaian yang lain serta beban. Gambar 61 dibawah menunjukkan sekering tegangan tinggi yang umum digunakan pada sistem distribusi daya. Sekering diberi engsel (hinged) untuk mempermudah pemutusan, meskipun mempunyai sifat istimewa seperti itu, sekering tidak dimungkinkan untuk digunakan sebagai alat pemutus rangkaian.

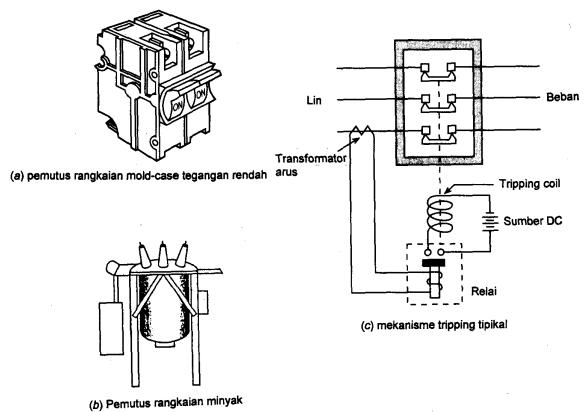
Pemilihan sekering untruk instalasi khusus harus memenuhi persyaratan frekuensi, tegangan dan arus yang sudah ditetapkan sebelumnya. Tersedia sekering baik untuk untuk sistem frekuensi 25 maupun 60 Hz. Batas tegangan kerja (rating) untuk sekering adalah tegangan tertinggi dimana sekering dirancang untuk memutuskan arus dengan aman (sekering dapat digunakan pada setiap tegangan sama atau lebih rendah dari tegangan kerja tanpa mempengaruhi karakteristik kerjanya.



Batas arus kerja terus menerus juga disebut sebagai ukuran ampere kerja sekering yang menunjukkan batas maksimum sekering mengalirkan arus (sebelum putus). Ketika dikenai arus diatas ukuran amperenya sekering akan membuka rangkaian sesudah periode waktu yang ditentukan sebelumnya.

Rating arus interupsi juga disebut rating hubung singkat adalah arus maksimum sekering yang memutus dengan aman pada tegangan kerja ( tanpa ledakan atau pecah body).

Pemutus rangkaian adalah saklar yang secara otomatis membuka rangkaian listrik ketika terjadi kondisi beban lebih. Seperti pada peralatan yang lain, pemutus rangkaian dibagi menjadi ukuran kerja yang lebih rendah dari 1000 V (tegangan rendah) dan pemutus rangkaian untuk lebih dari 1000 V (medium dan tegangan tinggi).



Gambar 61. Pemutus rangkaian

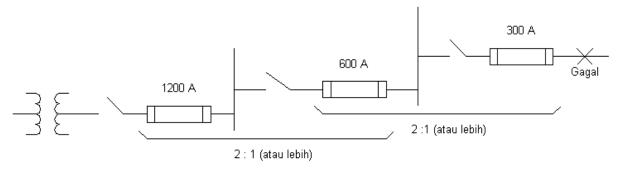
Pemutus tegangan rendah secara universal dioperasikan di udara sehingga tidak perlu memberi nama dengan pemutus rangkaian udara. Sebaliknya, pemutus tegangan medium dan tegangan tinggi menggunakan medium bukan udara dalam membuka rangkaian, karena itu harus diberi nama minyak, gas atau vakum.

Pada pemutus rangkaian minyak, kontak-kontak dicelupkan didalam minyak yang ditempatkan pada tangki logam. Sebagai pengganti pemadaman di dalam minyak, pancaran bunga api dari pemutus rangkaian udara dipadamkan pada udara yang ditiup. Pemutus dapat dibuka dan ditutup dengan pembangkit yang dioperasikan dengan tangan atau secara otomatis. Beberapa metode triping (kaitan) digunakan untuk proteksi arus lebih.



Keandalan dan keamanan distribusi daya listrik tergantung pada penggunaan alat pelindung untuk membuka atau menutup rangkaian, mendeteksi adanya arus salah dan mengisolasi rangkaian yang salah dengan sistem yang mendapat gangguan. Penyelarasan (coordination) adalah proses pemilihan alat pelindung sehingga daya pemutusan minimum dalam hal kesalahan atau beban lebih. Untuk situasi khusus, nilai sekering tegangan tinggi harus dipilih sehingga meyakinkan bahwa alat pelindung yang lain antara sekering dengan beban dapat memberi reaksi terhadap kondisi tertentu dalam waktu yang singkat.

Perbandingan yang benar harus dipertahankan untuk mendapatkan koordinasi pemilihan, antara rating ampere dari sekering utama dan sekering rel-pengisi, dan antara sekering pengisi dengan sekering rangkaian cabang. Jika perbandingan itu benar dan terjadi kesalahan atau gangguan, hanya sekering yang terdekat dengan kesalahan akan membuka dan mengisolasi rangkaian yang salah tersebut. Cabangcabang yang lain dari sistem distribusi tidak akan terpengaruh, kesalahan itu tidak menyebabkan lebih dari saat sekering membuka. Contoh perbandingan rating ampere sekering yang melengkapi koordinasi selektif diperlihatkan pada gambar 62 di bawah ini.



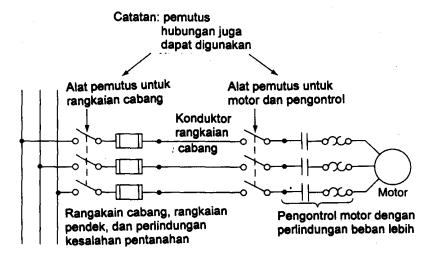
Gambar 62. Perbandingan ukuran ampere sekering

## 2.3 Rangkaian sekering dan breaker (pemutus)

Perlindungan hubung-singkat (termasuk perlindungan kesalahan pentanahan) dimaksudkan untuk melindungi komponen rangkaian, misalnya penghantar, saklar, pengendali, relai beban lebih motor, dan sebagainya, terhadap arus hubung-singkat atau hubungan tanah. Contoh perlindungan pada gambar 63. ini menggunakan sekering atau pemutus rangkaian. Alat perlindungan hubung-singkat diberi ukuran berdasarkan persentase ampere beban-penuh. Pemilihan sekering atau pemutus rangkaian yang tidak hati-hati dapat megakibatkan kerusakan pada sistem pengawatan dan kemungkinan melukai manusia.

Catatan: bahwa tidak perlu mengukur penghantar untuk mencocokkan ukuran kerja yang diijinkan untuk alat perlindungan rangkaian cabang, yang bisa sebesar 600% dari arus beban-penuh motor. Penghantar cukup dilindungi dengan perlindungan beban-lebih motor.





Gambar 63. Dua-level perlindungan (beban-lebih dan huhung-singkat)

Perlindungan beban lebih internal biasanya adalah detektor suhu pada lilitan motor. Alat perlindungan internal yang umum termasuk:

- Alat thermostatis. Alat tersebut biasanya ditambahkan pada lilitan dan dihubungkan langsung pada rangkaian pengendali.
- Detektor suhu tahanan. RTD digunakan untuk menunjukkan suhu pada lilitan secana cermat.
- Termokopel. Alat ini adalah pasangan dua penghantar yang tidak
  - sama disambungkan pada ujung.
- *Thermistor.* Alat ini adalah semi-konduktor yang berubah tahanannya apabila ada perubahan suhu.

Perlindungan beban-lebih eksternal, seperti yang disediakan oleh relai beban-lebih pada pengasut motor, hanya merasakan arus motor dalam usaha menentukan panas pada lilitan motor. Metode perlindungan dapat kurang efektif jika motor tertutup oleh kotoran atau debu. Perlindungan beban lebih eksternal juga tidak peka terhadap perubahan pada suhu kamar sekitar motor. Jadi, motor dapat mengalami panas-lebih dan pelindung beban-lebih eksternal tidak akan memutus. Pelindung internal dianjurkan untuk aplikasi di mana suhu kamar sekitar dapat berubah secara drastis atau kebersihan motor tidak dapat dijamin. Relai beban-lebih ekstemal juga kurang efektif jika motor sering diasut dan dihentikan, atau jika diasut lagi terlalu cepat setelah pemutusan atau beban lebih. Perlindungan termal internal adalah yang terbaik untuk aplikasi pengasutan yang sering.

Jenis lain rangkaian perlindungan motor termasuk:

*Perlindungan tegangan-rendah.* Jenis perlindungan ini bekerja apabila tegangan suplai turun di bawah nilai yang ditentukan untuk menyediakan perlindungan operator mesin. Motor harus *diasut lagi* pada permulaan dari tegangan suplai normal.

Perlindungan melepas tegangan-rendah. Metode ini menghentikan rangkaian apabila tegangan suplai turun di bawah nilai yang ditentukan, dan membuat rangkaian lagi ketika tegangan suplai kembali normal.



Perlindungan kegagalan-fase. Perlindungan ini membentuk perlindungan yang menghentikan daya pada semua fase dari rangkaian fase banyak apabila terjadi kegagalan dan salah satu-fase. Pemberian sekering yang normal dan perlindungan beban-lebih tidak cukup untuk melindungi motor fase banyak dari kerusakan operasi satu-fase.

Perlindungan kesalahan-pentanahan. Metode perlindungan ini bekerja apabila satu fase dari motor terhubung ke tanah, mencegah arus yang besar dan kerusakan lilitan stator dan inti besi.

#### 2.4 Saklar

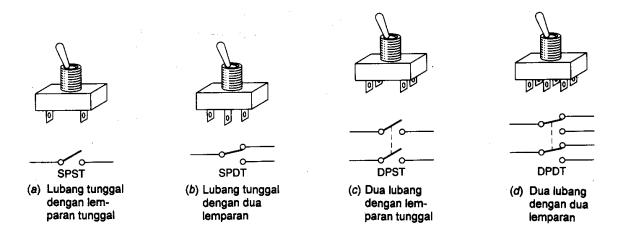
Saklar, sering kita mendengar istilah saklar dalam keseharian kita, tapi apa maksud saklar itu? Saklar adalah salah satu komponen listrik atau elektronika yang berfungsi untuk memutus atau menghubungkan arus listrik.

Saklar juga mempunyai spesifikasi tertentu, untuk batas kerja listriknya dinyatakan dengan tegangan dan arus interupsi maksimum, dan harga tersebut tidak boleh dilampaui. Sebagai contoh, saklar dirancang untuk bekerja dengan arus maksimum 5 Ampere, apabila kita paksa saklar tersebut bekerja pada arus 10 Ampere maka umur pemakaian saklar tersebut tidak akan lama.

Ukuran kerja untuk AC dan DC juga tidak sama untuk suatu saklar, untuk kerja arus DC saklar harus mempunyai magnitude lebih rendah dibandingkan dengan ukuran kerja AC.

Adapun jenis dari saklar ada bermacam-macam diantaranya:

#### Saklar togel



Gambar 64. Bentuk fisik saklar togel

#### Saklar geser

Saklar ini menggunakan aksi penggeseran sederhana untuk menghasilkan hubungan, hampir sama dengan saklar togel. Saklar geser banyak digunakan sebagai saklar mode untuk memilih mode operasi yang akan dilakukan seperti HIGH atau LOW atau ON dan OFF.





Gambar 65. Saklar geser

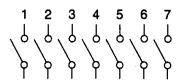
## • Saklar DIP (Dual In-Line Package)

Saklar DIP (Dual In-line Package) adalah saklar kecil yang dirancang untuk dirakit pada tempat hubungan dengan PCB atau printed circuits boards. Terminal atau paku pada bagian bawah sakiar DIP ukuran dan spasinya sama dengan Chip Integrated Circuits (IC).

Contoh saklar DIP bisa kita lihat pada gambar 66.



(a) Jenis rocker



(b) Susunan pensaklaran

Gambar 66. Saklar DIP.

#### Saklar pemilih

Saklar pemilih adalah saklar yang dioperasikan secara manual yang banyak dijumpai di industri. Posisi saklar dibuat dengan memutar kenop operator ke kanan atau ke kiri. Saklar pemilih dapat mempunyai posisi selektor dua atau lebih, dengan posisi kontak bertahan atau kembali dengan pegas untuk memberikan operasi kontak sesaat.

Contoh saklar pemilih kita lihat pada gambar 67.

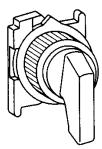
#### Saklar tombol tekan

Saklar tombol tekan adalah bentuk yang paling umum dari pengendali manual yang dijumpai di industri. Tombol tekan NO (Normally Open) menyambung rangkaian atau menghubungkan rangkaian ketika tombol ditekan dan kembali pada posisi terbuka ketika tombol dilepas. Tombol tekan NC (Normally Closed) akan membuka rangkaian apabila tombol ditekan dan kembali pada posisi menutup ketika tombol dilepaskan.

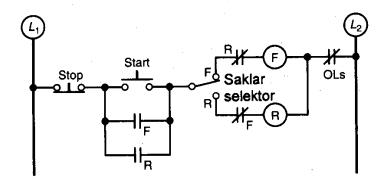


Tombol tekan yang membuat lepas digunakan untuk pengendali interlocking. Pada bagian ini bagian atas adalah NC sedangkan bagian bawah adalah NO. Ketika tombol ditekan kontak bagian bawah tertutup sesudah kontak bagian atas membuka. Apabila anda mempunyai lebih dari satu tombol tekan pada enklasur bersama, maka enklasur itu disebut station tombol tekan. Tombol tekan terdiri dari satu atau lebih blok kontak, alat operator dan plat keterangan.

Contoh kontruksi saklar tombol tekan kita lihat pada gambar 68.



#### (a) Operator saklar selektor



(b) Rangkaian kontrol untuk saklar selektor digunakan untuk membalik arah putaran motor

Gambar 67. Saklar pemilih

HO 51

Tombol tekan terbuka normal (NO);

مله

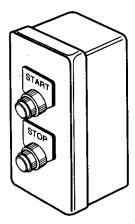
Tombol tekan tertutup normal (NC)

ملو

Tombol tekan pemutus

Catatan: Singkatan NO dan NC menunjukkan keadaan listrik dari kontak saklar ketika saklar tidak dijalankan;

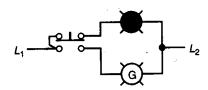
(a) Simbol tombol tekan.

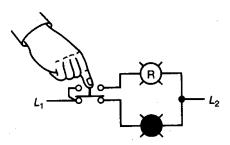


(c) Station tombol tekan terdiri dari satu atau lebih tombol tekan pada satu tempat.

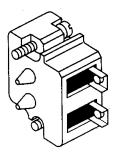


(e) Operator tombol bilas (beberapa jenis operator dapat ditempelkan pada blok kontak sesuai pemakaian).





(b) Rangkaian pengendali yang menggunakan kombinasi tombol tekan yang membuat putus.



(d) Blok kontak dari plastik tempat penghubungan kontak-kontak tombol tekan.



(f) Plat keterangan menunjukkan fungsi.

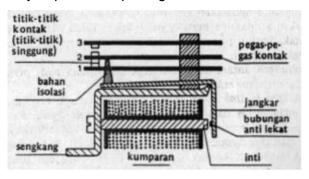
Gambar 68. Jenis saklar tombol tekan



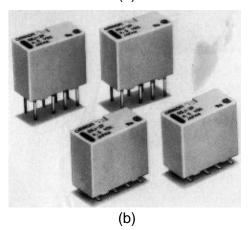
## 2.5 Relay

Sebuah relay terdiri dari kumparan dengan sebuah inti, yang bila dialiri arus menjadi magnetis yang bisa menggerakkan sebuah kontak. Kontak tersebut bisa menghubungkan dua buah kontak sehingga berfungsi sebagai kontak penutup atau memutuskan dua kontak (sebagai kontak pemutus). Relay sering digunakan untuk arus DC (arus searah) atau untuk arus AC yang cukup besar.

Kontruksi sebuah relay dapat dilihat pada gambar 69.







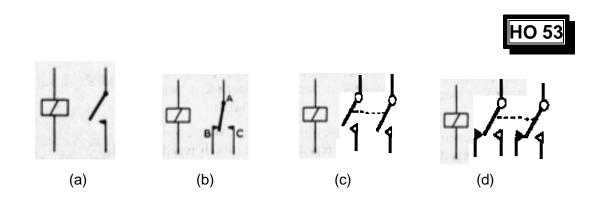
Gambar 69. Relay (a) Kontruksi dalam, dan (b) Konstruksi fisik

Pada sebuah sengkang dipasang sebuah inti. Pada inti ini dililitkan sebuah kumparan. Pada pengaliran arus, inti ini menjadi magnetis dan jangkarnya tertarik. Pada jangkar itu dipasang apa yang disebut bubungan anti lekat terbuat dari tembaga. Dengan ini kita mencegah supaya jangkarnya tidak tetap melekat bila arusnya diputuskan.

Bila jangkarnya ditarik, hubungan antara 1 dan 2 diputuskan dan antara 2 dan 3 diselenggarakan. Kontak-kontaknya dipasang pada pegas-pegas kontak yang dipasang didalam bahan isolasi. Relai yang tertera pada gambar ialah yang disebut relai jangkar sudut, karena jangkarnya berada di atas sudut sengkang.

#### **Macam-macam Relay**

Kemungkinan-kemungkinan relay yang terjadi adalah seperti pada gambar 70:



Gambar 70. Konfigurasi kontak relay

a. Relay Single Pole Single Throw-SPST (single pole on-off)

Relay SPST terdiri dari hanya satu pole (lubang) dan hanya satu throw (lemparan), dan sering kita sebut sebagai relay single pole on-off. Artinya bahwa relay tersebut hanya melakukan bentuk kontak sambung-buka. Bila relay terbuka, maka jalur rangkaian akan terputus (OFF) dan bila relay tertutup atau tersambung maka arus rangkaian akan mengalir (ON).

b. Relay Single Pole Double Throw-SPDT (single pole changeover)

Relay SPDT terdiri dari hanya satu pole dan dua throw atau sering kita sebut sebagai relay single pole changeover. Artinya bahwa kita mempunyai satu penyambung yang menjadi input (tergantung penggunaan) dan mempunyai dua sambungan yang bisa kita kombinasi untuk keperluan dua sekaligus. Misalnya, pada pole (A) kita hubungkan dengan sumber arus listrik, dan pada throw (B) kita hubungkan dengan lampu yang ada ditaman serta throw (C) kita hubungkan dengan lampu di ruang depan. Jika kita menghidupkan lampu ruang depan maka lampu pada taman akan padam. Sebaliknya jika kita akan menghidupkan lampu taman, maka otomatis lampu ruang depan akan padam.

c. Relay Double Pole Single Throw-DPST (double pole on-off)

Relay DPST terdiri dari dua pole dan hanya mempunyai satu throw, atau yang sering kita sebut dengan double pole on-off. Artinya kita hanya mempunyai dua kontaktor yang berfungsi untuk sambung-buka secara bersama-sama pada satu waktu.

d. Relay Double Pole Double Throw-DPDT (double pole changover)

Relay DPDT sering kita sebut sebagai double pole changeover mempunyai dua pole dan dua throw. Artinya kita bisa membuat dua kondisi sambungan dan dua penyambung secara bersamaan. Aplikasi dari relay DPDT ini sering digunakan pada peralatan telepon, yang menggunakan dua kabel untuk jalur komunikasinya. Seperti PABX, modem dan lain sebagainya. Jadi kita membutuhkan dua kondisi yang bisa kita atur sesuai dengan kebutuhan.



## Sifat-sifat Relay

Dipandang dari segi elektris, sifat-sifat berikut adalah penting:

#### a. Hambatan

Hambatan sebuah kumparan relai tergantung dari banyaknya lilitan dan tebalnya lilitan ini. Besarnya hambatan itu dapat terletak antara 1 dan 50.000 Ohm.

#### b. Arus tarik

Arusnya harus mempunyai nilai tertentu, supaya jangkarnya menarik. Arus yang dicantumkan oleh pabrik adalah cukup besar. Pada relai yang ohmnya rendah diperlukan arus tarik yang lebih tinggi dari pada relai yang ohmnya tinggi.

## c. Tegangan tarik

Tegangan yang diperlukan sepanjang kumparan adalah hasilkali dari arus tarik dan hambatan.

$$V = I_{(tarik)} X R_{(kumparan)}$$

#### d. Daya tarik

Daya tarik adalah hasilkali tegangan tarik dan arus tarik.



## 3 Electrostatic Discharge (ESD)

## 3.1 Arti dan Penyebab ESD

ESD adalah singkatan dari ElectroStatic Discharge yakni perpindahan muatan antara dua benda yang berbeda potensial. Misalnya antara komponen dengan tubuh kita, komponen dengan jaket kita, komponen dengan pakaian kita atau alat ukur kita dengan komponen yang diukur.

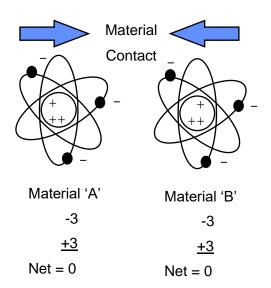
Potensi ESD ini telah dijadikan standar internasional dalam dunia industri, karena pengaruhnya yang begitu besar baik berupa kerugian material sampai kematian.

Kenapa listrik statis begitu penting diperhatikan? Kita lihat proses terjadinya listrik statis dalam suatu rangkaian.

Listrik Statis adalah muatan listrik yang dibangkitkan oleh ketidak seimbangan jumlah elektron pada permukaan suatu benda. Besarnya muatan dapat diukur dan dapat mempengaruhi benda-benda lain disekitarnya. Misalnya antara IC dan meja. Kertas dan penggaris.

Triboelectric Charge adalah muatan elektrostatis yang terbentuk melalui gesekan antara dua benda. Besarnya muatan tergantung pada sifat fisik benda dan kelembaban dari lingkungannya.

Hal ini terjadi ketika terjadi kontak atau bersentuhan antara dua benda yang meskipun mempunyai susunan elektron sama. Kita lihat pada gambar 71. yakni ada material A yang mengandung –3 elektron dan +3 proton sehingga material tersebut dalam kondisi yang seimbang. Material B juga mengandung –3 elektron dan +3 proton. Lalu kedua material tersebut bersentuhan sama lain. Akibat triboelectric charge, kita lihat pada gambar 72.

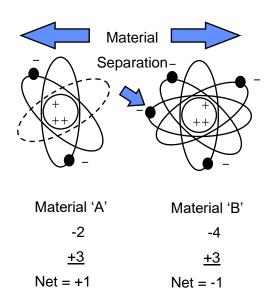


Gambar 71. Triboelectric Charge saat besentuhan

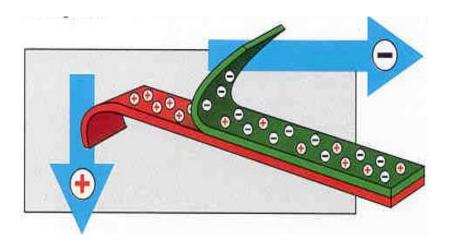
Material A kehilangan satu elektronnya sehingga material tersebut bersifat kekurangan elektron, yang bisa menyebabkan kurang sempurnanya dalam mengalirkan arus listrik. Sedangkan material B berubah menjadi kelebihan elektron.



Kedua material A dan B sama-sama dalam kondisi tak seimbang, salah satu kelebihan elektron -1 dan yang lain kelebihan proton +1. Maka material akan mengalami perubahan bila dialiri arus, seperti pada gambar 73. dimana sumber tegangan positif akan menarik semua proton yang terkandung dalam material dan sumber negatif akan menarik semua elektron. Kondisi seperti ini dikenal dengan pembangkit muatan.



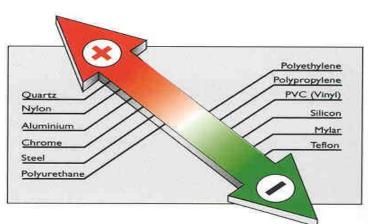
Gambar 72. Triboelectric Charge saat pelepasan



Gambar 73. Charge Generation

Pembangkit muatan ini timbul bisa condong ke negatif, bila kelebihan elektron serta bisa condong ke positif bila kelebihan proton, tergantung dari bahan yang bersentuhan. Setelah diadakan beberapa penelitian dari bahan-bahan yang sering digunakan dalam dunia industri elektronik, dapat kita lihat dari gambar 74 tersebut dibawah ini.

HO 57



Gambar 74. Bahan pembangkit muatan

Kita memiliki bahan dasar sebanyak 12 bahan yang ada disekitar kita. Dari bahan tersebut dapat kita buat ranking mana tingkat polarisasi bila terjadi triboelectric charge. Antara lain:

Dengan tingkat polarisasi positif, yakni:

- 1. Batu kwarsa, tingkat polarisasi positif tertinggi
- 2. Nilon
- 3. Aluminium
- 4. Krom
- 5. Baja
- 6. Polyurethane

Dengan tingkat polarisasi negatif, yakni :

- 1. Polyethylene
- 2. Polypropylene
- 3. PVC
- 4. Silikon
- 5. Mylar
- 6. Teflon, tingkat polarisasi negatif tertinggi

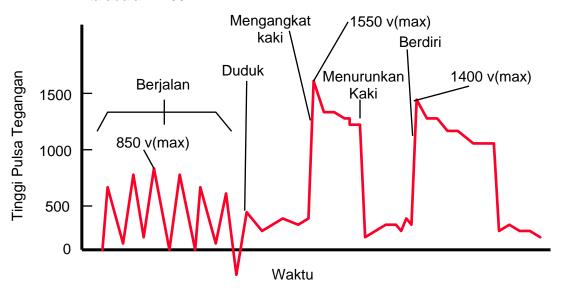
Sedangkan beberapa bahan potensial yang ada/atau melekat pada tubuh kita untuk menghasilkan polarisasi charge statis adalah :

- 1. Permukaan Daerah Kerja
- 2. Lantai
- 3. Kursi
- 4. Pakaian
- 5. Holder Work Order
- 6. Packaging Material, dan
- 7. Tubuh kita sendiri



Mengapa tubuh kita memiliki potensi untuk menimbulkan ESD ? Mari kita lihat diagram variasi tegangan yang ditimbulkan oleh tubuh kita saat beraktifitas kerja.(Gambar 75).

- Bila kita berjalan, pulsa tegangan maksimal yang ditimbulkan oleh tubuh kita adalah 850V.
- Bila kita duduk, maksimal adalah 400V.
- Bila kita mengangkat kaki kita, pulsa tegangan maksimal adalah 1550 V. Bila menurunkan kaki, sekitar 1250 V.
- Bila kita berdiri namun diam, pulsa tegangan maksimal yang timbul pada diri kita adalah 1400 V.



Gambar 75. Diagram tegangan aktifitas kita

#### 3.2 Efek-efek ESD

## **Akibat Dari Electrostatic Discharge**

- 1. Dapat mengubah karakteristik komponen dari mulai menurunkan mutu sampai bahkan merusak komponen tersebut.
- 2. Dapat mengacaukan fungsi normal dari sistem elektronik, menyebabkan kegagalan atau kerusakan peralatan.
- 3. Permukaan yang bermuatan dapat menarik partikel dan menyebabkan kontaminasi sehingga menyulitkan proses pembersihan.

## Kerusakan-Kerusakan Akibat ESD

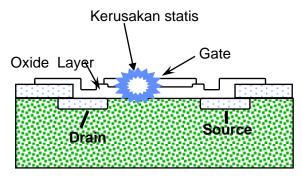
#### I. Catastrophic Failure

- 1. Device tidak berfungsi.
- Terjadi sebanyak 10 % dari ESD failures.
- 3. Ditemukan pada proses testing.



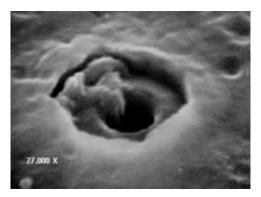
#### II. Latent Failure (Intermittent / Terluka tapi Jalan)

- 1. Device berfungsi, tapi sering error dan memerlukan servis.
- 2. Terjadi sebanyak 90 % dari ESD failures.
- 3. Perlu penanganan ESD serius.
- 4. Kerusakan statis pada komponen.

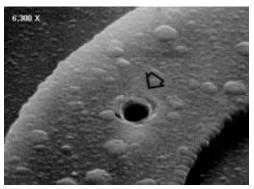


Gambar 76. Static Damaged MOS Transistor

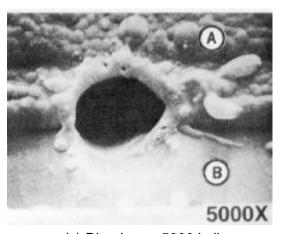
Kerusakan seperti pada gambar 76, memperlihatkan pada kita salah satu latent failure yang terjadi pada transistor MOS. Kerusakan ini berakibat system tidak berfungsi dengan baik dan selalu terjadi error.



(a) Diperbesar 27000 kali



(b) Diperbesar 6300 kali



(c) Diperbesar 5000 kali

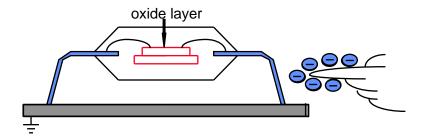
Gambar 77. Foto-foto efek ESD

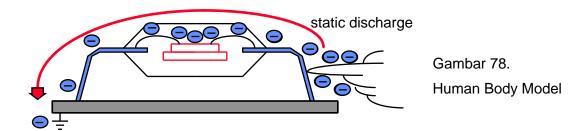


Gambar 77. menunjukkan kondisi fisik dari transistor MOS yang terkena dampak ESD. Foto tersebut menjelaskan kepada kita bahwa terjadi lubang disalah satu lapisan semikonduktor. Foto-foto tersebut diambil dan diperbesar sampai 27000 kali untuk gambar 77-a. Sedangkan gambar 77-b diperbesar sampai 6300 kali dan gambar 77-c diperbesar sampai 5000 kali.

Pada gambar 77-c, kerusakan terjadi pada diantara lapisan bahan semikonduktor A dan lapisan semikonduktor B.

Sering kita bertanya, rangkaian kita sudah benar, jumlah arus dan tegangan sudah kita hitung, semuanya berjalan sesuai dengan kaedah hukum-hukum arus dan tegangan. Namun komponen elektronika kita selalu gagal ? Dibawah ini dijelaskan tentang beberapa contoh peristiwa-peristiwa ESD yang sering terjadi didunia industri yang perlu kita perhatikan terhadap penanganan komponen, terutama komponen yang peka terhadap bahaya ESD. Sehingga kita yang baru belajar tentang elektronika harus tahu serta penting untuk dipraktekkan.





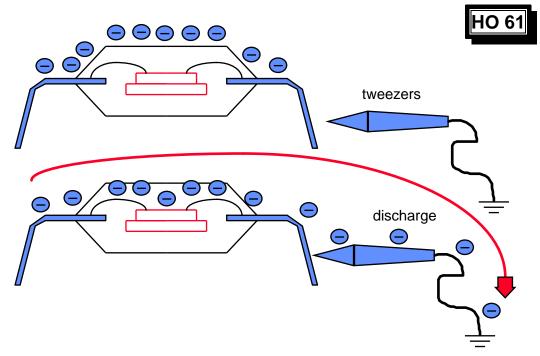
Apa yang menyebabkan peralatan elektronik gagal?

Discharge to the device (human body model - HBM) - Peristiwa ESD yang terjadi saat konduktor yang bermuatan termasuk tubuh manusia, melepaskan muatannya pada ESDS / ESD sensitive device (peralatan peka esd).

Peristiwa ini kita bisa lihat pada gambar 78.

Discharge from the device (charged device model - CDM) - Komponen ESDS sendiri menjadi bermuatan akibat gesekan saat dipacking ataupun saat transportasi. Komponen dapat menjadi rusak saat muatan di lepaskan lewat kaki (pin) nya.

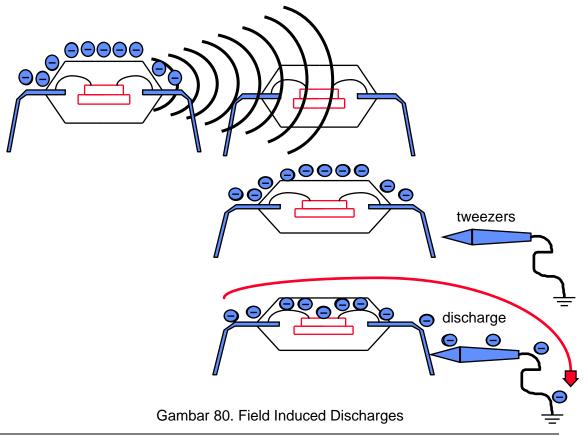
Peristiwa ini kita bisa lihat pada gambar 79 dibawah ini.



Gambar 79. Charged Device Model

Field induced discharges (field induced model - FID) - Setiap obyek yang bermuatan listrik statis akan menyebabkan terjadinya medan electrostatis disekitarnya. Setiap benda yang berada di daerah tersebut akan terpengaruh dan menjadi bermuatan listrik statis juga.

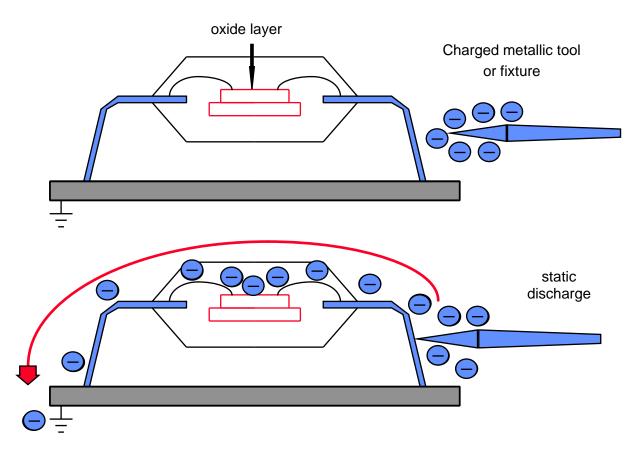
Peristiwa ini kita bisa lihat pada gambar 80.





Machine model (MM) - Serupa dengan HBM dan CDM tapi dengan kapasitansi lebih rendah menciptakan tegangan lebih tinggi. Kejadian terjadi dengan obyek konduktif bermuatan seperti peralatan metal atau fixture.

Peristiwa ini kita bisa lihat pada gambar 81.



Gambar 81. Machine Model

## 3.3 Cara mengurangi terjadinya ESD

Disini kita berikan daftar beberapa komponen yang mempunyai batas maksimum daya tahan terhadap ESD atau yang disebut sebagai sensitifitas komponen.

Jenis komponen	Daya tahan
	terhadap ESD (Volts)
VMOS	30 - 1800
MosFET	100 - 200
GaAsFET	100 - 300
EPROM	100 - 2500
JFET	140 - 7000
SAW	150 - 500



OP-AMP	190 - 2500
CMOS	250 - 3000
Dioda Schottky	300 - 2500
Resistor Film	300 - 7000
Transistor Bipolar	380 - 7000

Ada lima (5) prinsip dasar untuk mengontrol terjadinya ESD atau yang disebut sebagai kontrol statik yaitu:

## 1. Merancang kekebalan

Merancang / mendesign produk dan perakitan yang kebal terhadap efek ESD. Seperti mengurangi penggunaan device yang sensitive terhadap ESD atau bahan yang bersesuaian untuk pencegahan pada device tersebut, papan, perakitan dan peralatan.

## 2. Penggantian dan pengurangan

Menjaga proses dan material pada level elektrostatik yang sama dan menyediakan sarana grounding yang bersesuaian untuk mengurangi muatan dan pengumpulan muatan.

## 3. Penghamburan dan penetralan

Melalui grounding, ionisasi dan penggunaan alat penghantar dan penghamburan material kontrol statik.

#### 4. Perlindungan produk

Dengan grounding atau pembuangan yang selayaknya dan penggunaan kontrol statis pada pembungkusan / packing dan dalam menangani atau menghandling produk.

## 5. Pendidikan

Mengetahui dan memahami pentingnya pencegahan atau pengontrolan ESD sehingga tidak menimbulkan kerusakan device.

#### Kebutuhan dan Aturan Spesifik Kontrol ESD

Ada lima kelas spesifikasi **EPA** - **E**SD **P**rotected **A**rea yang merupakan pembagian device sensitifity atau komponen yang peka terhadap ESD dalam ukuran volt, yakni:

Kelas I : 0 – 199 Volt Kelas II : 200 – 499 Volt Kelas III : 500 – 1999 Volt Kelas IV : 2000 – 16000 Volt

Kelas V: Non-EPA



Kelima kelas diatas memerlukan beberapa perangkat untuk kebutuhan spesifikasi kontrol ESD, antara lain:

- 1. Program Training
- 2. Sertifikasi Personel
- 3. Audit
- Sertifikasi Peralatan
- 5. Grounding Personel
- 6. Pakaian ESD
- 7. Pelapisan Lantai Penghantar
- 8. ESD untuk keamanan Packing
- 9. ESD untuk keamanan Tube
- 10. ESD untuk keamanan Kantong
- 11. ESD untuk keamanan Box
- 12. ESD untuk keamanan Selubung jari (Finger Cot)
- 13. Kontrol untuk material statis

## **Empat Aturan Dasar Kontrol Statik**

Aturan 1: Handling semua Component Static-Sensitive pada statissafeguarded workstation. Grounding semua personel dan tempat Kerja (Workstation). Gunakan udara terionisasi untuk menetralkan insulators.

#### 1. Floor Mats.

Metode tambahan dalam pengontrolan muatan elektrostatis pada personel, memerlukan ESD footstraps agar dapat berfungsi secara efektif. (Gambar 82)

## 2. Wrist Straps.

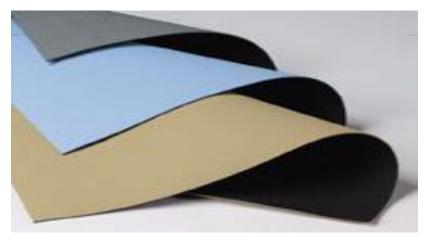
Sarana utama dalam mengontrol muatan pada personel yang bertujuan untuk menghilangkan muatan elektrostatis pada tubuh melalui kontak dari wrist strap dengan kulit dan melalui kabel yang terhubungkan ke ground. (Gambar 83)

## 3. Sepatu dan Footstraps.

Bersama dengan ESD floor mats akan menjadi sarana untuk menghubungkan personel atau obyek dengan ground (gambar 84) yang bertujuan yakni:

- memberi jalan ke ground bagi muatan ysng timbul pada saat tubuh bergerak (beraktifitas).
- sebagai sarana pencegahan terjadinya akumulasi debu didalam EPA.





Gambar 82. Floor mats injakkan personel

wrist strap (cuff)

ground cord



Gambar 83. Wrist strap untuk kulit personel





Gambar 84. Footstraps untuk kaki personel

Aturan 2 : Angkut semua komponen static-sensitive dalam Static-Shielding Containers. Bungkus pakcing menggunakan Static-Bag atau Container untuk transport atau penyimpanan.

## Packaging dan Material Handling.

1. Dipakai untuk membatasi kemungkinan efek dari ESD akibat triboelectric charge yang disebabkan oleh pergesekan antara komponen dan tempat packingnya.



2. Bagian dalam material dilapisi bahan anti statis guna mencegah triboelectric charge dan bagian luar dilapisi bahan yang bersifat disipative untuk mencegah electrostatic discharge secara langsung dan juga sebagai perlindungan terhadap medan elektrostatis.







(b) Static-bag

Gambar 85. Bahan anti statis

Aturan 3: Monitor dan Test semua produk static protection dan material untuk meyakinkan bahwa semuanya bekerja dengan baik.

Test permukaan workstation ke ground, wrist straps, dll, untuk meyakinkan bahwa semuanya bekerja baik.

## Grounding

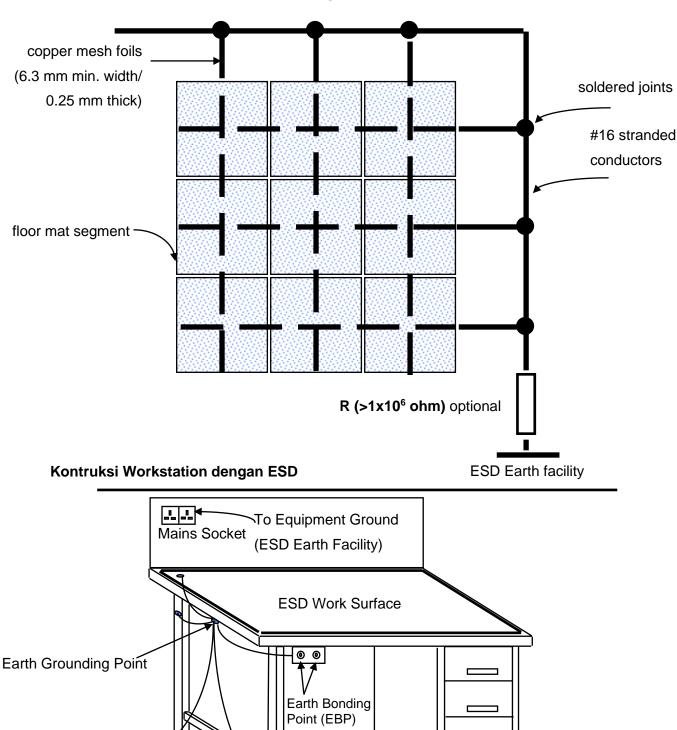
Sebagai sarana untuk menghubungkan semua potensi pembangkit muatan elektrostatis ground.

Dua langkah dalam meng-Ground-kan ESD Protective Equipment

- 1. Groundkan semua komponen pada area kerja (meja kerja, peralatan, operator, dsb) ke satu titik electrical ground yang disebut Ground Bonding Point atau Common Point Ground.
- 2. Hubungkan Common Point Ground ke ground peralatan atau kabel ke 3 dari koneksi listrik.



## Konstruksi Grounding Lantai ESD





ESD Floor Mat (Temporary)

To Equipment Ground

(ESD Earth Facility)

Aturan 4 : Meyakinkan bahwa supplier juga memahami dan mempraktekkan aturan diatas.

#### Identifikasi

Pemakaian simbol-simbol yang sesuai untuk mengidentifikasi produk dan perlengkapan dengan tujuan sebagai kontrol terhadap ESD.

Simbol-simbol dari ESD Association Standard:

## 1. ESD Susceptibility Symbol

Terdiri dari sebuah segitiga, sebuah tangan dan garis melintang pada tangan. Segitiga berarti *peringatan* dan garis melintang pada tangan berarti *Jangan sentuh*. Arti secara keseluruhannya adalah *ESD Sensitif Material, Jangan Sentuh*. Simbol ini dipakai pada integrated circuits (IC), PCB dan produk yang sensitif terhadap listrik statis. Jika diinginkan, tingkat sensitifitas dari material dapat juga dicantumkan pada label.



## 2. ESD Protective Symbol

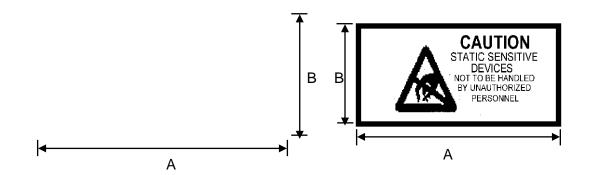
Terdiri dari sebuah tangan dalam segitiga dan sebuah lengkungan diatasnya. Lengkungan serupa payung ini berarti perlindungan. Simbol ini menandakan ESD protective material. Simbol ini dipakai pada grounding mat, kursi, wrist straps, pakaian, packaging dan benda lain yang memberikan perlindungan terhadap ESD.





Label Identifikasi ESD

**OBSERVE PRECAUTIONS** 



Ukuran	Dimensi	Penggunaan
	AxB	
Small	100 x 50 mm	workstation
Medium	300 x 150 mm	workstation
Large	600 x 300 mm	dinding, pintu masuk

Ukuran	Dimensi	Penggunaan
	AxB	
Small	38 x 16 mm	Tube
Medium	50 x 25 mm	Tube
Large	76 x 38 mm	Tray, kotak, package



# 4 Kontruksi Printed Circuit Board (PCB)

#### 4.1 Material PCB

Printed Circuit adalah metalfoil conducting patterns, biasanya tembaga, yang dikaitkan dengan substrate (bahan dasar yang diisolasi) sebagai penunjang. Dasar metal berfungsi sebagai media penghubung untuk komponen listrik yang dirakit pada bagian terbalik dari board. Komponen inti (lead) dimasukkan dalam lobang yang telah dibor atau dilubangi melalui bahan dasar dan foil. Lead ini disolder pada bahan penghubung untuk membentuk printed circuit yang lengkap.

Keuntungan dari printed circuits melalui metode wiring (pengkabelan) biasanya adalah karena:

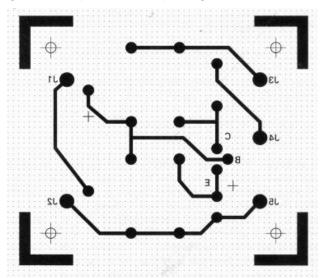
- a. mudah beradaptasi pada desain mini dan desain modular
- b. memberikan keseragaman dalam produksi
- c. mengurangi kesalahan pengkabelan
- d. memerlukan sedikit biaya
- e. memperkecil perakitan dan waktu pemeriksaan

Tehnologi PCB yang telah ada diperuntukkan untuk jenis komponen yang akan kita gunakan. Serta PCB didesain secara kaku ataupun fleksibel. Macam-macam PCB dapat kita digolongkan menjadi:

#### 1. Single-sided (satu sisi)

PCB jenis single-sided terdiri dari satu sisi konduktor yang kita kenal sebagai solder side dan untuk menempatkan komponen yang terdiri dari komponen axial dan radial, kita kenal sebagai component side.

Contoh PCB single side dapat kita lihat pada gambar 86.



Gambar 86. PCB Single side

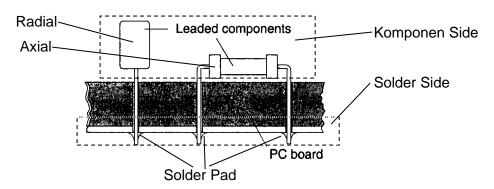
Keuntungan dari PCB single side antara lain:

- a. Biaya pembuatan sangat murah dan ekonomis.
- b. Banyak ditemukan di pasaran (non-industri).



c. Mudah penggunaan untuk kalangan pendidikan dan pemula.

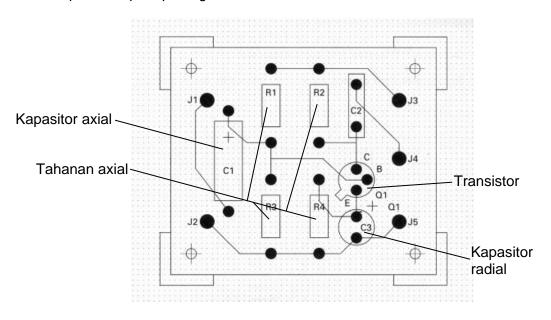
Konstruksi secara rinci untuk PCB single side dapat kita perhatikan pada gambar 87 dibawah ini.



Gambar 87. Peletakan komponen pada PCB Single-side

Semua komponen yang terletak pada komponen side terlebih dahulu kita harus bending yang sesuai dengan jenis dan macam komponen. Lalu komponen tersebut kita masukkan kedalam solder pad, yakni penempatan solder untuk menghubungkan kaki komponen dengan track (jalur tembaga). Komponen yang terdiri dari tahanan, kapasitor dan induktor bisa berupa radial (berdiri) atau axial (tidur). Namun untuk komponen seperti IC, tranformator, variabel resistor atau komponen yang berbentuk khusus, harus ditempatkan sesuai dengan kontruksi komponen itu sendiri.

Sehingga pada contoh PCB single-side pada gambar 86 dapat kita tempatkan komponen seperti pada gambar 88 dibawah ini.



Gambar 88. Komponen side untuk PCB gambar 86.



## 2. Double-sided (dua sisi)

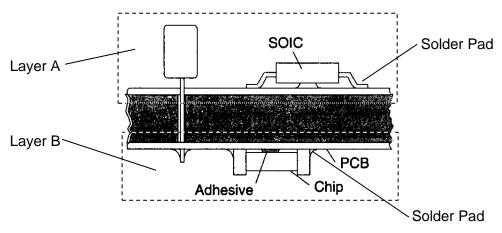
PCB kaku tipe dua sisi dari foil dilekatkan pada sisi-sisi dasar yang telah diisolasi. Jenis board ini dipakai ketika kekomplekan rangkaian membuatnya sulit atau mustahil untuk mengembangkan layout pengkabelan pada satu-sisi saja. Board dua sisi juga mengurangi ukuran keseluruhan dari rangkaian yang dibangun pada board satu sisi, sejak komponen ditempelkan pada kedua sisi.

Melihat jenis komponen yang digunakan, PCB double-side terbagi menjadi dua yakni:

PCB double-side menggunakan teknologi Hybrid

Teknologi hybrid menggunakan komponen jenis axial atau radial bercampur dengan jenis komponen chip, SOIC (Small Outline Integrated Circuit), PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier) serta jenis komponen semikonduktor yang berfisik kecil lainnya.

Konstruksi fisik dari PCB double-side yang menggunakan teknologi hybrid dapat kita lihat pada gambar 89.

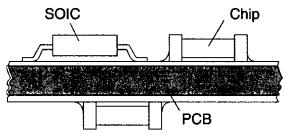


Gambar 89. Teknologi Hybrid

PCB double-side menggunakan Surface mounting

Teknologi surface mounting hanya menggunakan komponen jenis chip, SOIC (Small Outline Integrated Circuit), PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier) serta jenis komponen semikonduktor yang berfisik kecil lainnya.

Konstruksi fisik dari PCB double-side yang menggunakan teknologi surface mounting dapat kita lihat pada gambar 90.



Gambar 90. Teknologi surface mounting

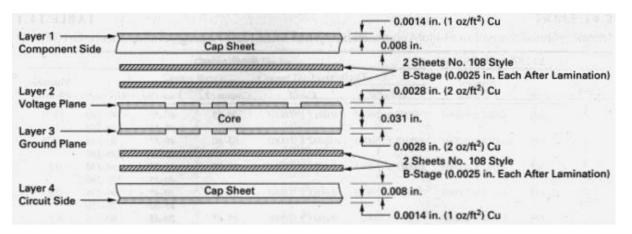


## 3. Multilayer (banyak sisi)

Multilayer board terdiri dari dua layer outer rangkaian dan dua atau lebih layer inner. Layer outer berisi jalur konduktor dan pad-pad terminal dan diidentfikasikan sama dengan dua jalur board. Sedangkan pada layer iner terdiri dari beberapa lapisan yang berisi jalur dan terminal.

Tiap-tiap layer board dipisahkan dari yang lain dengan lembaran atau bahan yang telah diisolasi. Layer-layer tersebut ditempelkan bersamaan dan ditaruh pada proses pemanasan dan tekanan untuk membentuk board dengan fungsi tunggal.

Pada gambar 91 merupakan contoh PCB 4 layer.

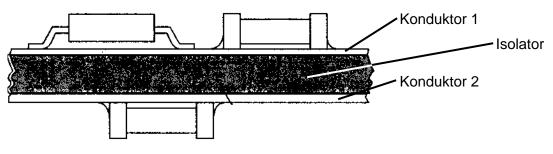


Gambar 91. PCB 4 layer

Material PCB multilayer dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan dari teknologi terkini, yang jelas memerlukan layout pengkabelan yang kompleks dalam jarak yang dekat.

#### 4.2 Konduktor dan Isolator

Setiap PCB selalu terdiri dari konduktor untuk menghubungkan antar komponen dan isolator untuk memisahkan agar konduktor tidak terjadi hubung singkat. Bahan dari konduktor adalah tembaga yang pada proses akhir pembuatan PCB dilapisi dengan larutan timah agar tembaga tidak teroksidasi dengan udara. Bahan isolator terbuat dari fibre glass, phenolic dan keramik. Namun untuk PCB lunak yang tipis, kita gunakan Teflon, Polymide, Polyester, Polyvinyls, Polypropylene dan polyethylene. Tabel 1 menunjukkan perbandingan dari sifat-sifat untuk pengisolasian umum.



Gambar 92. Konduktor dan Isolator

Bab 4 Strategi Penyajian Lembar Informasi



Insulation Characteristics for Flexible Printed Cables (*Courtesy of Insulfab Plastics, Inc.*)

	TFE Fluorocarbon	TFE Glass Cloth	FEP Fluorocarbon	FEP Glass Cloth	Polyimide	Polyester	Polychlorotri- fluoroethylene	Polyvinyl Fluoride	Polypro- pylene	Polyvinyl Chloride	Poly- ethylene
	Fluorocuroon	Cioin	Praorocuroon	Cloin	1 Oryumuc				10		
Specific Gravity	2.15	2.2	2.15	2.2	1.42	1.395	2.10	1.38	0.905	1.25	.93
Square inches of 1 mil film per pound	12,800	13,000	12,900	13,000	19,450	21,500	12,000	20,000	31,000	22,000	30,100
Service Temp. Deg. C (Minimum)	-70	-70	-225	-70	-250	-60	-70	-70	-55	-40	-20
(Maximum)	250	250	200	250	+250	150	150	105	125	85	60
Flammability	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Yes	Nil	Yes	Yes	Slight	Yes
Appearance	Translucent	Tan	Clearbluish	Tan	Amber	Clear	Clear	Clear	Clear	Translucent	Clear
Thermal Expansion $\times$ 10 inches/inch/deg. $F$	70	Low	50	Low	11	15	45	28	. 61	_	_
Bondability with Adhesives	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Poor	Good	Poor
Bondability to itself	Good	Poor	Good	Good	Poor	Poor	Good	Good	Good	Good	Good
Tensile strength PSI @77°F	3,000	20,000	3,000	20,000	20,000	20,000	4,500	8,000	5,700	3,000	2,000
Modulus of Elasticity PSI	80,000	3	70,000	3	430,000	550,000	200,000	280,000	170,000	_	50,000
Volume Resistivity ohms-cm	2×10	10	10	10	10	1×10	1×10	3×10	10	$1 \times 10$	1 × 10
Dielectric Constant 10-10 cycles	2.2	2.5/5	2.1	2.5/5	3.5	2.8–3.7	2.5	7.0	2.0	3–4	2.2
Dissipation factor 10-10 cycles	.0002	.0007/.001	.0002	.0001/.001	.002/.014	.002016	.015	.009041	.0002/.0003	.14	.0006
Dielectric strength (5 mils thickness) volt/mil	800	650/1600	3,000	650/1600	3,500	3,500	2,000	2,000	.125 in thk	800	1,500
									750v/mil		
Chemical Resistance	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Good	Excellent	Good	Excellent
Water Absorption, %	0	.10/68	0	.18/30	3	0.5	0	15	.01	.10	0
Sunlight Resistance	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Fair	Excellent	Excellent	Low	Fair	Low

Tabel 1. Perbandingan sifat-sifat pengisolasian umum



## **Konduktor PCB**

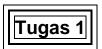
Untuk melakukan interkoneksi antar komponen dengan menggunakan jalur pada PCB perlu diperhatikan beberapa teknik penyambungan seperti pada tabel dibawah ini:

Dianjurl	kan	Tidak Dia	anjurkan
Pola Desain	Keterangan	Pola Desain	Keterangan
0	Distribusi seragam solder pada sekitar lubang yang digunakan.	•	Lubang tidak simetris terhadap pad sehingga hasilnya solder tidak seragam/merata pada pad.
	Potongan double simetri dengan potongan solder		Tidak seragam pada daerah pad sehingga potongan solder tidak simetris.
•••	Gabungan potongan solder yang simetris	68.80	Keseragaman aliran solder yang berada diluar area pad
L	Gabungan pola pada potongan solder yang simetris		Tidak seragamnya aliran solder yang terlalu lebar dari daerah pola
<b>O</b>	Masukkan pad yang sesuai	O	Jalur dengan kemiringan akan mengurangi penampilan dan merintangi aliran solder
	Tekukan 45° memperbaiki ikatan lembaran tembaga		Lemahnya ikatan lembaran tembaga selama sudut bengkokan terlalu tajam sehingga menimbulkan kesulitan didalam proses etching.



	Untuk penyolderan simetris dibutuhkan lubang tersendiri tiap-tiap komponen		Daerah pad yang berlebihan untuk mengganti komponen
90° F	Sependek mungkin panjang jalur	<b>1</b> <90°	Terlalu panjang pad dan sudut terlalu tajam
8888	Rendahnya tegangan jatuh pada tiap jalur	0000	Tegangan jatuh lebih tinggi sepanjang jalur konduktor
	Jalur tidak menyentuh jalur lainnya sehingga tidak terjadi salah hubungan		Jalu lain menyentuh jalur lainnya sehingga terjadi salah hubungan

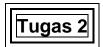
# **Tugas**



## **Fungsi Komponen**

Diskusi tentang macam-macam fungsi komponen.

- 1. Jelaskan fungsi a. sumber tegangan
  - b. tahanan
  - c. kapasitor
  - d. induktor
  - e. saklar
  - f. sekering
  - g. LDR
  - h. LED
  - i. dioda
  - j. transistor
- 2. Gambar simbol rangkaian dari komponen-komponen yang ada pada soal no. 1.



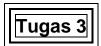
## Kontruksi fisik komponen

1. Isi tabel dibawah ini untuk mengenal kontruksi fisik komponen.

Nama Komponen	Kontruksi Fisik	Simbol	Fungsi
	ENERGIZER.  THE LAWRING ANTIQUE THE CAN IN LAW COMMAND ANTIQUE THE CAN IN LAW COMMAND THE CAN IN LAW COMM		
	- th		

# Tugas 2 (Lanjutan)

Nama Komponen	Kontruksi Fisik	Simbol	Fungsi
	100		
	102		
	90		

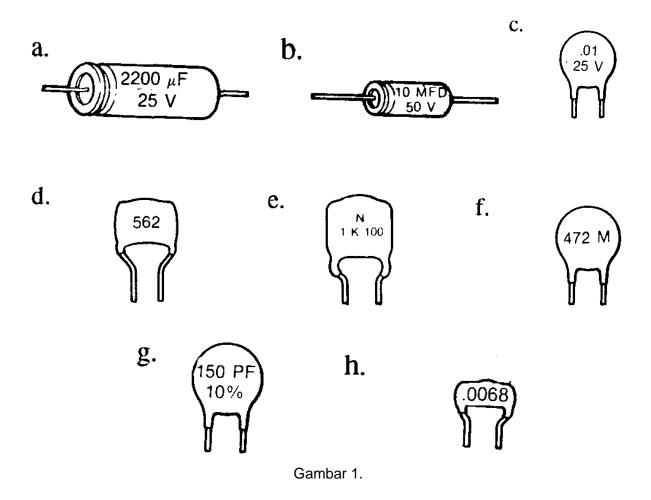


## Nilai pada kontruksi fisik komponen

1. Isilah tabel 1. untuk mengubah nilai-nilai antar kapasitor  $\mu F$ , nF dan pF.

μF	nF	pF
	1 nF	
0,00082 μF		
		39 pF
		820 pF
	2,2 nF	
	12 nF	
2,2 μF		
		160 pF

2. Ada delapan macam kapasitor pada gambar 1. Berapakah nilai-nilai dari kapasitor tersebut.



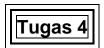
# Tugas 3 (Lanjutan)

3. Tentukan nilai resistor film dibawah ini.



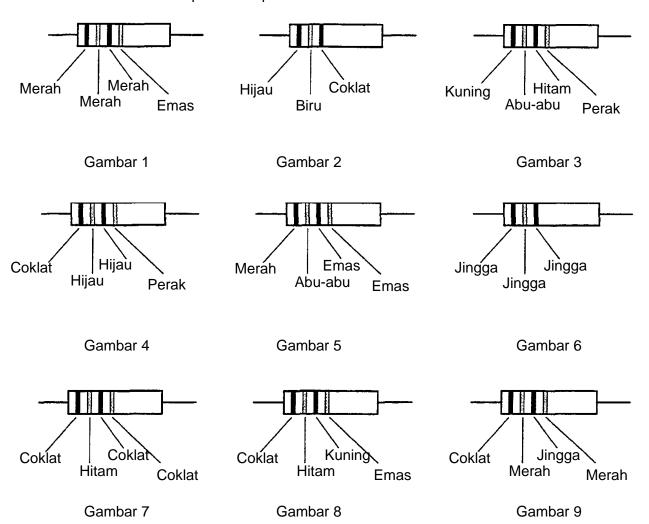






## Sistem warna resistor

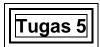
- 1. Tentukan nilai-nilai dari resistor dibawah ini.
- 2. Isi tabel 1 untuk mempermudah penentuan nilai tahanan.



Tabe	el 1.				
Gambar	Warna 1 <sup>ST</sup>	Warna 2 <sup>ND</sup>	Warna 3 <sup>RD</sup>	Warna 4 <sup>TH</sup>	Nilai
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

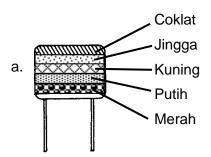
# Tugas 4 (Lanjutan)

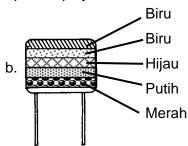
- 3. Tentukan warna dari nilai-nilai resistor dibawah ini!
  - a.  $18 \Omega$  5%
  - b.  $270 \Omega 10 \%$
  - c. 8,2 k $\Omega$  10 %
  - d.  $8,2 k\Omega 1 \%$
  - e.  $470 \text{ k}\Omega1\%$

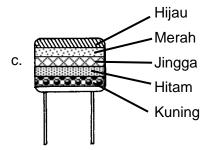


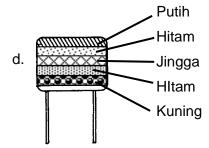
### Sistem Warna Kapasitor

- 1. Tentukan nilai-nilai dari kapasitor polyester dibawah ini.
- 2. Isi tabel 1 untuk mempermudah penentuan nilai kapasitor polyester.





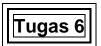




Tabel 1.

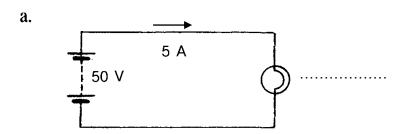
Gambar	Warna 1 <sup>ST</sup>	Warna 2 <sup>ND</sup>	Warna 3 <sup>RD</sup>	Warna 4 <sup>™</sup>	Warna 5 <sup>™</sup>	Nilai
a.						
b.						
C.						
d.						

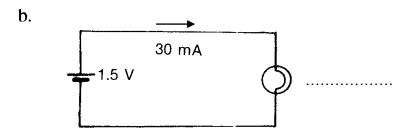
- 3. Tentukan warna dari nilai-nilai kapasitor polyester dibawah ini!
  - a.  $10nF \pm 10\% 250 Vdc$
  - b.  $220nF \pm 10 \% 250 Vdc$
  - c.  $330pF \pm 20 \% 400 Vdc$
  - d.  $470pF \pm 20 \% 400 Vdc$
  - e.  $0.01 \mu F \pm 10 \%$  250 Vdc

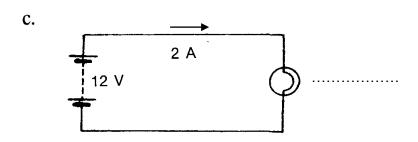


### Arus, tegangan, tahanan dan daya

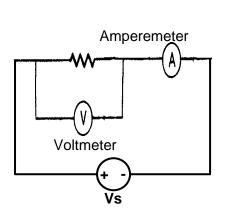
1. Hitung tahanan ditiap-tiap lampu dari rangkaian gambar 1 dibawah ini.







2. Lakukan pengujian hukum Ohm dengan membuat rangkaian sederhana seperti pada gambar 2. Isi tabel 1 ! Bandingkan antara hasil pengukuran dengan perhitungan !



Vs	Tahanan	Arus		
VS	Tananan	Perhitungan	Pengukuran	
5 V	4 Ω	A	A	
9 V	90 Ω	A	A	
1,5 V	33 Ω	A	A	
4,5 V	9 Ω	A	A	
8 V	2,2 kΩ	A	A	
9 V	9 kΩ	A	A	
12 V	3,3 kΩ	A	A	
1,5 V	4 kΩ	A	A	

Tabel 1.

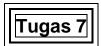
### Tugas 6 (Lanjutan)

3. Hitung daya untuk setiap perhitungan diatas. Isi tabel 2!

Vs	Tahanan	Perhitungan		
VS	Tananan	Arus	Daya	
5 V	4 Ω	A	W	
9 V	90 Ω	A	W	
1,5 V	33 Ω	A	W	
4,5 V	9 Ω	A	W	
8 V	2,2 kΩ	A	W	
9 V	9 kΩ	A	W	
12 V	3,3 kΩ	A	W	
1,5 V	4 kΩ	A	W	

Tabel 2.

4. Simpulkan dari hasil percobaan!



#### Pengenalan Dioda

Bahan-Bahan yang Diperlukan

1. Catu Daya : Catu daya bertegangan rendah yang teregulasi dan mempunyai

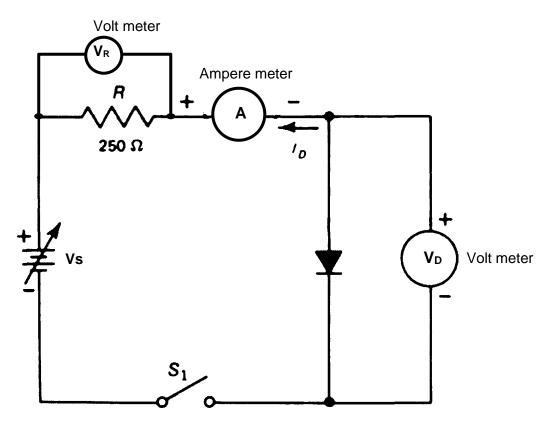
sumber arus DC yang besar

2. Alat-alat : Multimeter digital; VOM, 20.000  $\Omega$ /V.

3. Resistor :  $250 \Omega$ , 2 W

4. Dioda silikon : 1N4154 (pilihan lainnya : 1N914 atau dioda sejenisnya)

5. Lain-lain : saklar SPST ("Single pole single throw")



Gambar 1. Rangkaian Percobaan

#### A. Pemberian Bias pada Dioda

- A1. Kenalilah ujung-ujung anoda dan katoda pada sebuah dioda silikon 1N4154 dan buatlah rangkaian seperti yang ditunjukan pada gambar 1 dengan dioda yang mendapat bias maju.
- A2. Aturlah tegangan keluaran dari catu daya DC agar tegangan pada dioda (Volt meter) terukur sesuai dengan tabel 1-1. Ukurlah arus dioda (I<sub>D</sub>) dan lengkapilah tabel 1-1.

Tabel 1–1. Pengukuran Dioda Bias Forward

Vs	V <sub>D</sub>	<b>V</b> <sub>R</sub>	$I_R = I_D$	Resistansi Dioda (V <sub>D</sub> /I <sub>D</sub> )
0,5 V				Ω
0,7 V				Ω
1 V				Ω
2 V				Ω
3 V				Ω
5 V				Ω

A3. Baliklah dioda tersebut. Aturlah tegangan keluaran dari catu daya DC agar tegangan pada dioda (Volt meter) terukur sesuai dengan tabel 1-2. Ukurlah arus dioda (I<sub>D</sub>) dan lengkapilah tabel 1-2.

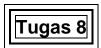
 $I_D$  yang terukur sangat kecil, dalam satuan  $\mu A$ , jadi bisa dihitung dengan persamaan  $V_D/R_D$ .

Tabel 1-2. Pengukuran Dioda Bias Reverse

Vs	<b>V</b> <sub>D</sub>	<b>V</b> <sub>R</sub>	$I_R = I_D$	Resistansi Dioda (V <sub>D</sub> /I <sub>D</sub> )
0,5 V				Ω
0,7 V				Ω
1 V				Ω
2 V				Ω
3 V				Ω
5 V				Ω

A4. Gambar juga hasil kurva pada kertas grafik!

A5. Simpulkan dari hasil percobaan!

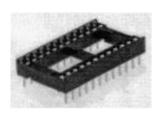


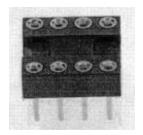
### **Tipe Plug dan Soket**

1. Sebutkan jenis plug dibawah ini. Jelaskan kegunaannya yang ada disekitar Anda.

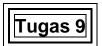


- 2. Apa fungsi cable plug.
- 3. Jelaskan 5 perbedaan antara plug dan soket.
- 4. Jelaskan fungsi soket dibawah ini.



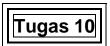


a.



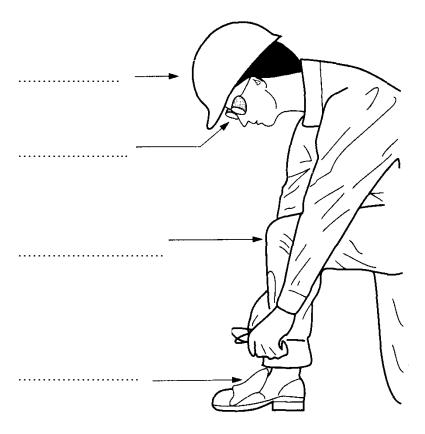
### **Lead Bending**

- 1. Jelaskan standart bend.
- 2. Berapakah nilai maksimal diameter kaki yang dibending.
- 3. Diskusikan cara bending yang baik untuk komponen resistor, kapasitor dan transistor. Serahkan hasil diskusi kepada instruktur.

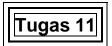


### **Peralatan Pelindung**

1. Sebutkan beberapa pakaian pelindungan dibawah ini yang ada disekitar Anda. Diskusikan dengan sesama perserta dan serahkan hasilnya pada instruktur.

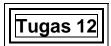


2. Diskusikan fungsi sekering ketika terjadi hubung-singkat pada rangkaian ! Buat kesimpulan dan serahkan hasilnya pada instruktur.



### Sekering dan Breaker

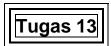
- 1. Jelaskan Perlindungan hubung-singkat.
- 2. Jelaskan Perlindungan beban lebih internal.
- 3. Jelaskan Perlindungan beban lebih eksternal.



### Mekanisme Saklar

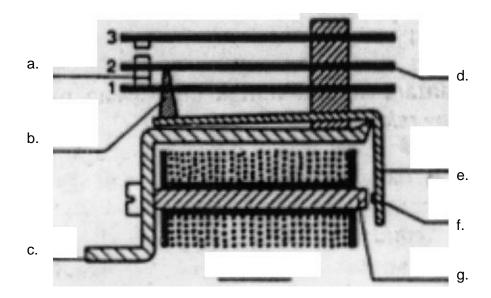
1. Isi tabel dibawah ini untuk membedakan jenis-jenis saklar.

Jenis		Simbol	Contoh Kegunaan
	SPST		1 2
Saklar togel	SPDT		1 2
	DPST		1 2
	DPDT		1 2
Saklar geser			1 2
Saklar DIP			1 2
Saklar pemili	h		1 2
NO			1 2
Saklar tombol tekan	NC		1 2
	Pemutus		1 2

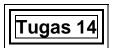


### Relay

1. Sebutkan bagian-bagian dari relay gambar dibawah ini.

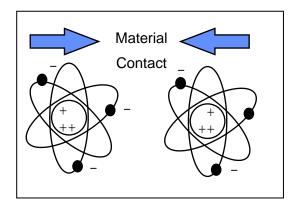


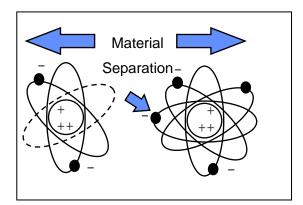
- 2. Jelaskan cara kerja jenis konfigurasi kontak relay dibawah ini. Beri contoh!
  - a. Relay SPST
  - b. Relay SPDT
  - c. Relay DPST
  - d. Relay DPDT



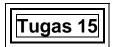
### Penyebab ESD

1. Jelaskan proses perubahan elektron bila dua bahan bersentuhan.



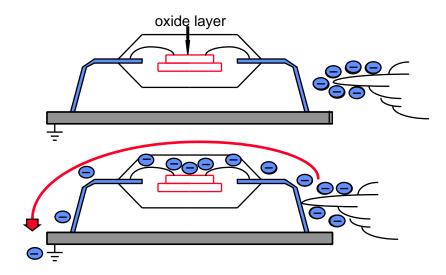


- 2. Sebutkan bahan-bahan dengan tingkat polarisasi positif.
- 3. Sebutkan bahan-bahan dengan tingkat polarisasi negatif.

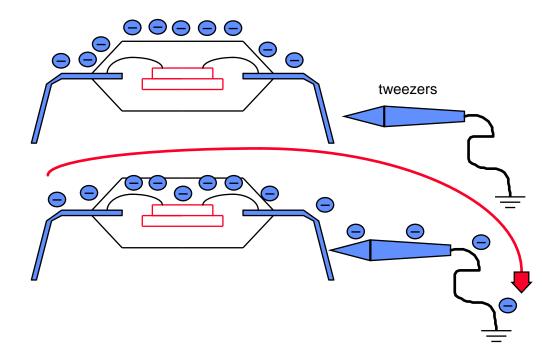


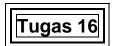
### Efek-efek ESD

1. Jelaskan efek dari Human Body Model!



2. Jelaskan efek dari Charged Device Model!





### Cara Mengurangi ESD

- 1. Sebutkan dan jelaskan lima (5) prinsip dasar untuk mengontrol terjadinya ESD.
- 2. Sebutkan dan jelaskan empat (4) aturan dasar kontrol statik.
- 3. Gambar konstruksi grounding lantai ESD.
- 4. Jelaskan perbedaan kedua simbol standart dibawah ini.



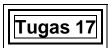




b.

- 5. Jelaskan perbedaan kegunaan EPA Warning Sign dan ESDS Warning Label.
- 6. Diskusikan dengan teman-teman Anda tentang beberapa kontrol ESD yang ada ditempat atau dilingkungan Anda.

Buat kesimpulan dan serahkan hasilnya pada instruktur.



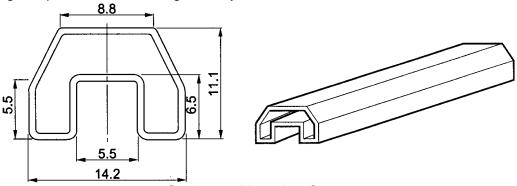
### Penanganan Komponen

1. Gambar 1 dibawah ini contoh penanganan PCB dalam Static-Bag untuk packing PCB. Jelaskan kegunaannya.



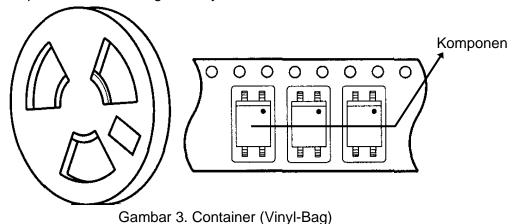
Gambar 1. Static-Bag

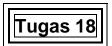
2. Gambar 2 dibawah ini contoh penanganan komponen dalam Magazine-Case untuk packing komponen. Jelaskan kegunaannya.



Gambar 2. Magazine-Case

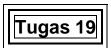
2. Gambar 3 dibawah ini contoh penanganan komponen dalam Container (Vinyl-Bag) untuk packing komponen. Jelaskan kegunaannya.





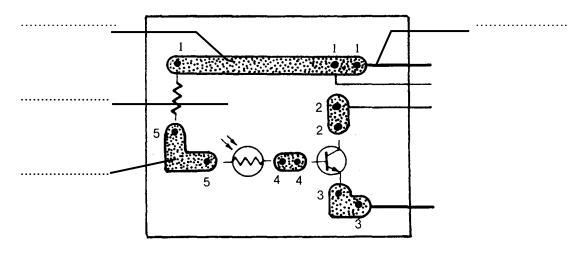
#### **Printed Circuit Board**

- 1. Sebutkan 5 keuntungan dari PCB.
- 2. Jelaskan perbedaan tehnologi PCB dibawah ini:
  - a. Double layer hybrid.
  - b. Double layer surface mounting.
- 3. Apa perbedaan inner layer dan outer layer pada PCB multi-layer.
- 4. Apa perbedaan komponen axial dan radial pada PCB single-side.
- 5. Apa kepanjangan dari jenis komponen surface mounting dibawah ini:
  - a. SO
  - a. SOT
  - b. SOIC
  - b. PLCC



#### Konduktor dan Isolator

1. PCB sederhana pada gambar 1 dibawah ini, tentukan bagian mana yang konduktor dan isolator.



Gambar 1. PCB

- 2. Apa fungsi isolator pada PCB.
- 3. Sebutkan 3 bahan isolator yang sering digunakan untuk PCB kaku.
- 4. Sebutkan kelebihan bila kita rancang konduktor pada PCB seperti gambar dibawah ini.



5. Sebutkan kekurangan bila kita rancang konduktor pada PCB seperti gambar dibawah ini.

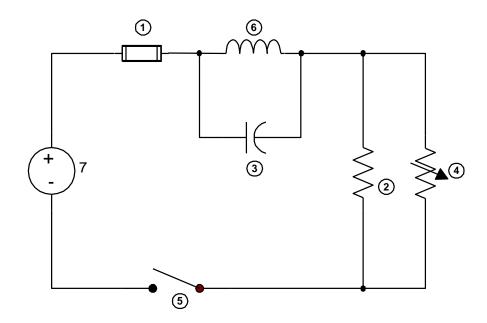


### **Transparansi**



### Fungsi Skema dan Komponen

- 1. Skema merupakan bentuk bahasa yang membantu kita berkomunikasi mengenai informasi hubungan listrik dalam rangkaian.
- 2. Simbol yang digunakan pada skema menggambarkan komponen dan penghubung pada rangkaian, tetapi sekali lagi bahwa simbol tidak memperlihatkan bentuk fisik atau ukuran nyata dari komponen.



Gambar diatas ada 6 macam komponen yang digunakan, yakni:

1. FUSE atau SEKERING : berfungsi sebagai komponen

pengaman rangkaian.

2. RESISTOR atau TAHANAN : berfungsi membatasi arus yang

mengalir pada rangkaian.

3. KAPASITOR : berfungsi penyimpan muatan listrik

sementara.

4. VARIABEL RESISTOR : tahanan yang mempunyai nilai

berubah-ubah dari harga minimum

sampai maksimum.

5. SAKLAR : berfungsi pemutus dan penyambung

rangkaian.

6. INDUKTOR : berfungsi sebagai pembangkit medan

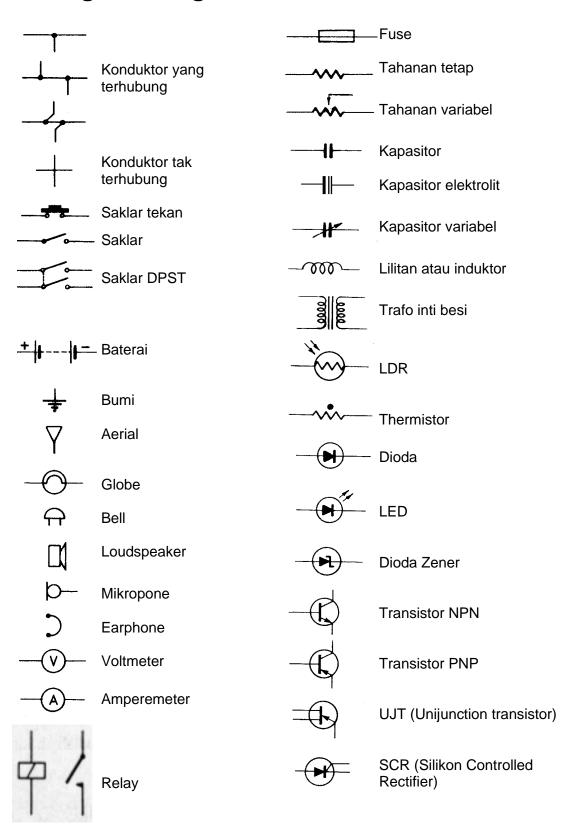
magnet bila ada arus.

7. SUMBER TEGANGAN : berfungsi pembangkit arus dan

tegangan pada rangkaian.



## **Diagram Rangkaian Serta Simbol-Simbol**





# Kontruksi Komponen

Kontruksi fisik sebuah komponen selalu mewakili dari simbol yang sudah ditetapkan secara internasional, dalam hal ini jumlah kaki. Bila pada simbol ada dua terminal, maka pada kontruksinya harus berjumlah dua.

Jenis Komponen	Kontruksi fisik
TAHANAN TETAP	5WIOOQJ NEC CGS
TAHANAN VARIABEL	
KAPASITOR	104Z 25 V Keramik Polyester Trimmer
KAPASITOR ELEKTROLITIK	220uF 25v

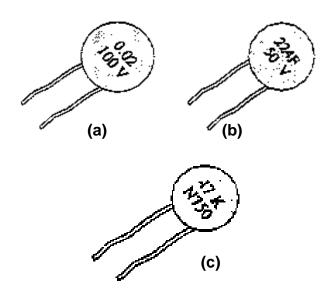


Jenis Komponen	Kontruksi fisik
INDUKTOR	Axial Induktor variabel
SEKERING atau FUSE	Sekering cartridge sekrup  Sekering cartridge mata pisau  Sekering cartridge mata pisau  Sekering cartridge kaca
DIODA	Katoda Anoda
INTEGRATED CIRCUIT	
CATU DAYA	



# Nilai Komponen Kapasitor

Cara membaca nilai suatu komponen, kita harus mengikuti cara pembacaan yang sudah distandartkan secara internasional



a. Pembacaan pertama:

satuan yang kita gunakan bila kita temukan angka **0,02** pada kapasitor (ada bilangan 0 dibelakang koma), adalah bernilai mikro Farad. Untuk itu kita gunakan pembacaan dalam orde **0,02** µF atau sama dengan **20** nF. Angka yang lain yang terlihat pada bodi tersebut adalah 100V, maka kapasitor tersebut bisa beroperasi pada tegangan maksimum 100 V.

b. Pembacaan kedua

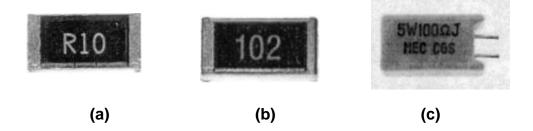
kita melihat angka **224F** tanpa ada penambahan yang lain, maka kita tahu bahwa dua digit angka awal berarti nilai pokok dan digit ketiga adalah pengali. Berarti nilai kapasitor tersebut adalah **22 x 10<sup>4</sup> pF** dengan batas operasi tegangan maksimum 50 V.

c. Pembacaan ketiga

: angka **47** adalah nilai dalam orde piko, sehingga nilai kapasitor tersebut adalah **47pF**.



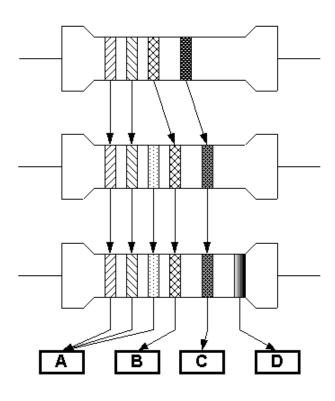
## Nilai Komponen Tahanan



- a. Terlihat tulisan **R10**. Tahanan tersebut mempunyai nilai  $0,1\Omega$  dengan nilai toleransi sebesar  $\pm 5\%$  serta daya operasi sebesar 1W.
- b. Terlihat tulisan 3 digit yakni **102**, yang berarti nilai tahanannya sebesar  $10x10^2$  atau sama dengan  $1k\Omega$  dengan operasi daya sebesar 1W dan tegangan maksimal sebesar 250V.
- c. Cara membaca untuk tahanan berdaya besar seperti terlihat pada (c), adalah sebesar  $100\Omega$  dengan operasi daya sebesar 5W, dan huruf J merupakan toleransi sebesar 5%.



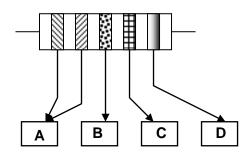
## Sistem Warna Tahanan



	Harga (A)	Faktor Pengali ( B )	Toleransi (C)	Koef. Suhu ( D )
Hitam	0	1	1 %	
Coklat	1	10	2 %	100
Merah	2	10E2		50
Jingga	3	10E3		15
Kuning	4	10E4		25
Hijau	5	10E5	0,5 %	
Biru	6	10E6	0,25 %	10
Ungu	7	10E7	0,10 %	5
Abu-abu	8	10E8	0,05	
Putih	9	10E9		1
Emas		10E-1	5 %	
Perak		10E-2	10 %	
Tak berwarna			20 %	



# **Sistem Warna Kapasitor**

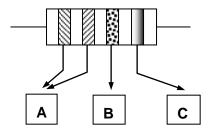


	Harga ( A )	Faktor Pengali ( B )	Toleransi (C)	Tegangan operasi ( D )
Hitam	0		± 10 %	
Coklat	1			
Merah	2			250 Vdc
Jingga	3	X 0,001μF		
Kuning	4	X 0,01μF		400 Vdc
Hijau	5	X 0,1μF		
Biru	6			
Ungu	7			
Abu-abu	8			
Putih	9		± 20 %	



## Sistem Warna Induktor

Kode warna pada induktor telah ditentukan oleh standar internasional, yakni kode warna dari IEC (International Electrotechnical Commision). Kode warna ini hanya untuk induktor jenis axial, yang mempunyai nilai antara 1µH sampai 100mH.



	Harga ( A )	Faktor Pengali (B)	Toleransi (C)
Hitam	0	1μΗ	
Coklat	1	10μΗ	
Merah	2	100μΗ	
Jingga	3	1000μΗ	
Kuning	4		
Hijau	5		
Biru	6		
Ungu	7		
Abu-abu	8		
Putih	9		
Tak Berwarna			± 20 %
Perak			± 10 %
Emas		Koma desimal	± 5 %



# Arus, Tegangan, Tahanan dan Daya

ARUS didefinisikan sebagai pergerakan muatan listrik.

TEGANGAN didefinisikan sebagai perbedaan potensial diantara dua buah titik dan mengalir dari potensial tinggi menuju ke rendah.

Pada rangkaian tertutup yang terdiri dari tegangan (V) dan tahanan (R) maka terdapat arus (I), maka diperoleh:

- a. Jika pada tegangan stabil, arus akan turun jika tahanan naik, dan
- b. Jika tahanan konstan, maka arus naik jika tegangan naik.

R (Ohm)			10		
V (Volt)	10 20 30 40 50				
I (Ampere )	1	2	3	4	5

$$V = I \times R$$

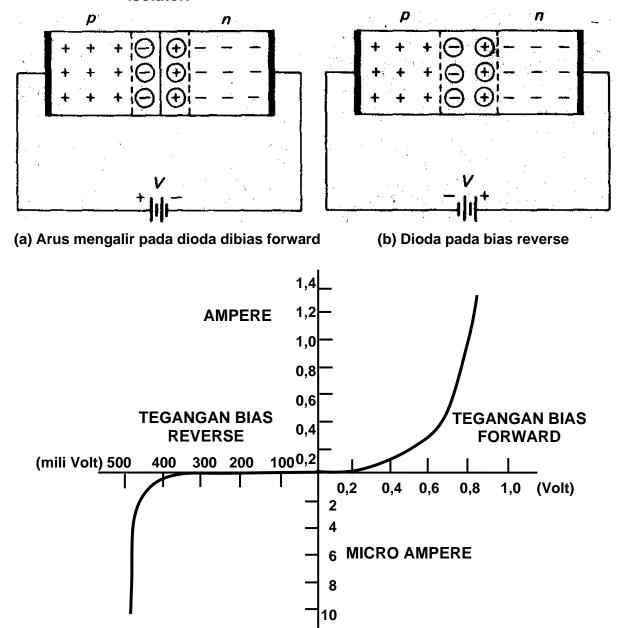
DAYA didefinisikan sebagai perubahan energi yang ditimbulkan oleh adanya arus yang mengalir dari sumber tegangan pada suatu resistansi atau beban tertentu. Energi ini bisa berubah wujud, seperti panas, cahaya dan gerak.

$$P = I \times V$$



## Dioda

Dioda mempunyai sifat yang unik dalam menyalurkan arus yaitu dalam satu arah saja. Bahan dasar dioda terbuat dari semikonduktor, yakni silikon dan germanium, yang mempunyai sifat bisa sebagai penghantar dan juga sebagai isolator.



Karakteristik Tegangan Arus Dioda Silikon

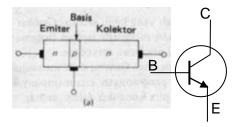


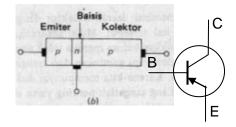
## **Transistor**

Transistor merupakan gabungan (junction) dari dua buah dioda yang salah satu lapisannya digabung menjadi satu.

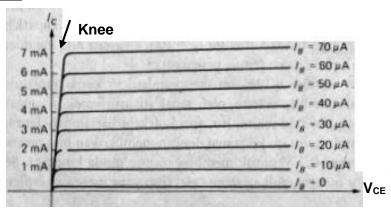
Ada dua jenis model transistor, yaitu:

- Transistor pnp
- Transistor npn





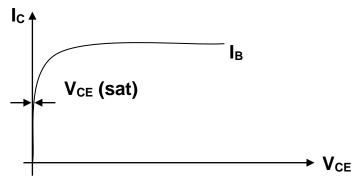
### **Kurva Kolektor**



Jika  $V_{\text{CE}}$  nol, dioda kolektor tidak terbias reverse, oleh sebab  $\kappa u$  arus kolektor sangatlah kecil.

Untuk  $V_{CE}$  antara 0 dan 1 V atau sekitar itu, arus kolektor bertambah dengan cepat dan kemudian menjadi hampir konstan.

Hal ini sesuai dengan memberikan bias reverse dioda kolektor. Kira-kira diperlukan 0,7 V untuk membias reverse dioda kolektor.



Bagian dari kurva di bawah knee dikenal sebagai daerah saturasi.



## **PLUG**

perangkat elektronika, Setiap untuk cara penyambungan, bila menggunakan dua buah alat yang berbeda, kita selalu menggunakan kabel sebagai penghubung. Misalnya antara papan rangkaian dengan multimeter, selalu memerlukan kabel. Antara sub-system rangkaian bila kita ingin menggabungkan menjadi satu system selalu menggunakan kabel. Pada ujung kabel penghubung kita gunakan sebuah konektor, yang kita kenal dengan plug.

Jenis Plug	Kontruksi	Kegunaan
capit buaya (crocodile plug)		- Power plug - Multimeter
plug banana		<ul><li>Kit percobaan</li><li>Multimeter</li></ul>
plug mikrophone		- Mikrophone
cable plugs		- Konektor USB



## **SOKET**

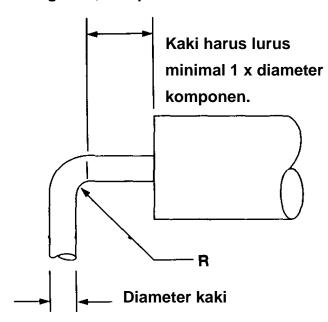
Bila kita mengenal plug sebagai konektor jenis male, maka soket adalah konektor jenis female. Soket sangat berguna bagi kita untuk keamaan komponen serta untuk penyambung plug yang dibuat.

Jenis Soket	Kontruksi	Kegunaan
IC double side (PDIP)		- IC DIP 24 pin
IC double side (PDIP)	0000	- IC DIP 8 pin
Soket Blade		- Pengukuran
Soket Stud	0) 2-	- Pengukuran
Soket seri "F"	rear panel mtg.	<ul><li>BNC plug</li><li>Antena</li><li>Aplikasi High Frequensi</li></ul>



# **Lead Bending**

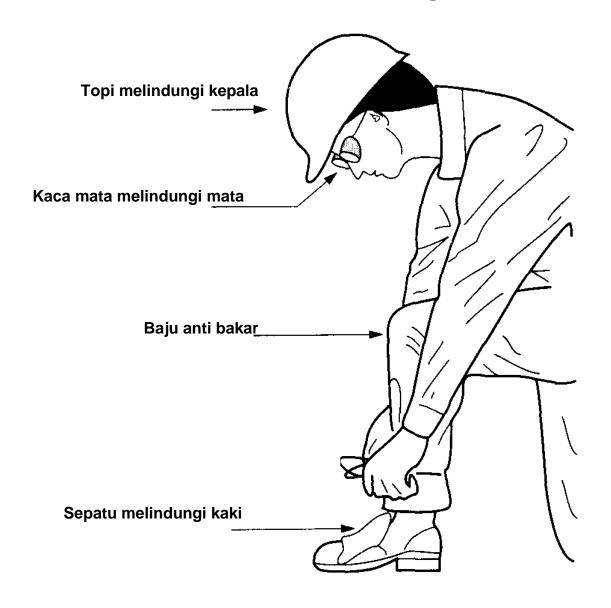
Untuk pemasangan komponen di papan rangkaian tercetak (PCB), kita harus memperhatikan cara bending komponen. Cara kita membending kaki komponen agar ketika proses penyolderan dan handling PCB, komponen tersebut tidak rusak.



Diameter Kaki Maksimum	Minimum Radius (R) Bend
Kurang dari 0,8 mm	1 x diameter
Dari 0,8 – 1,2 mm	1,5 x diameter
Lebih dari 1,2 mm	2 x diameter



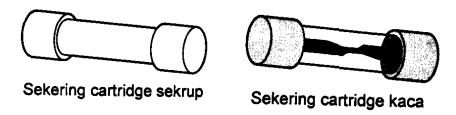
# Peralatan Pelindung



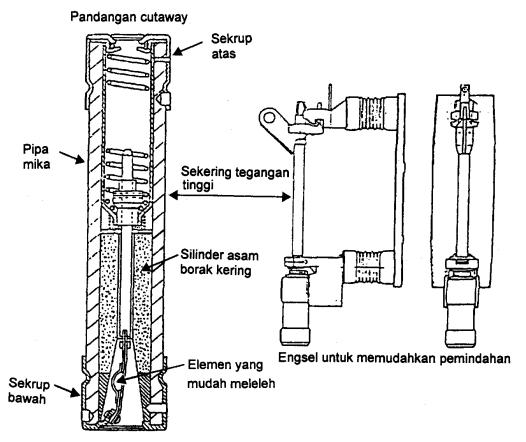


## **Sekering**

Sekering adalah pelindung arus lebih yang dapat dipercaya. Penghubung yang dapat meleleh atau penghubung yang dimasukkan dalam tabung dan dihubungkan dengan terminal kontak merupakan elemen pokok sekering sederhana. Tahanan listrik sambungan tersebut demikian rendah sehingga bertindak sebagai penghantar dengan mudah.



### (a) Sekering tegangan rendah

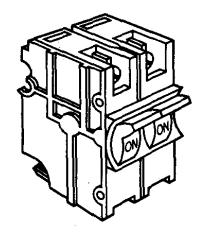


(b) Sekering tegangan tinggi

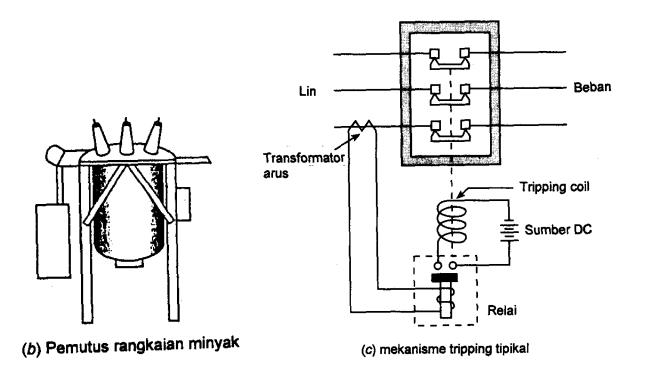


### **Breaker**

Pemutus rangkaian adalah saklar yang secara otomatis membuka rangkaian listrik ketika terjadi kondisi beban lebih. Seperti pada peralatan yang lain, pemutus rangkaian dibagi menjadi ukuran kerja yang lebih rendah dari 1000 V (tegangan rendah) dan pemutus rangkaian untuk lebih dari 1000 V (medium dan tegangan tinggi).



(a) pemutus rangkaian mold-case tegangan rendah





# Rangkaian Sekering dan Pemutus

Perlindungan hubung-singkat (termasuk perlindungan kesalahan pentanahan) dimaksudkan untuk melindungi komponen rangkaian, misalnya penghantar, saklar, pengendali, relai beban lebih motor, dan sebagainya, terhadap arus hubung-singkat atau hubungan tanah.

Perlindungan beban lebih internal biasanya adalah detektor suhu pada lilitan motor. Alat perlindungan internal yang umum termasuk:

Alat thermostatis. Alat tersebut biasanya

ditambahkan pada lilitan dan dihubungkan langsung pada

rangkaian pengendali.

• Detektor suhu tahanan. RTD digunakan untuk

menunjukkan suhu pada lilitan

secana cermat.

Termokopel.
 Alat ini adalah pasangan dua

penghantar yang tidak sama disambungkan pada ujung.

Thermistor.
 Alat ini adalah semi-konduktor.

yang berubah tahanannya apabila ada perubahan suhu.

Perlindungan beban-lebih eksternal, seperti yang disediakan oleh relai beban-lebih pada pengasut motor, hanya merasakan arus motor dalam usaha menentukan panas pada lilitan motor



### **SAKLAR**

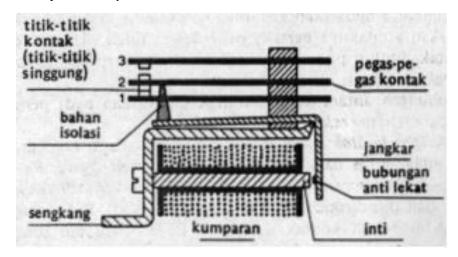
SAKLAR adalah salah satu komponen listrik atau elektronika yang berfungsi untuk memutus atau menghubungkan arus listrik.

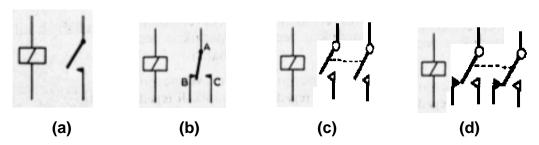
Jenis Saklar	Kontruksi dan Simbol				
Saklar togel	SPST SPDT  (a) Lubang tunggal dengan lem- paran tunggal lemparan  (b) Lubang tunggal DPST DPDT paran tunggal lemparan  (c) Dua lubang dengan lem- dengan lemparan tunggal lemparan				
Saklar geser					
Saklar DIP	1 2 3 4 5 6 7				
(Dual In-Line Package)	Terbuka Terbuka				
Saklar pemilih	(a) Operator saklar selektor				
Saklar tombol tekan	Tombol tekan pemutus  O O Tombol tekan terbuka normal (NO);				
	O O Tombol tekan tertutup normal (NC)				



#### **RELAY**

Relay terdiri dari kumparan dengan sebuah inti, yang bila dialiri arus menjadi magnetis yang bisa menggerakkan sebuah kontak. Kontak tersebut bisa menghubungkan dua buah kontak sehingga berfungsi sebagai kontak penutup atau memutuskan dua kontak (sebagai kontak pemutus).





- a. Relay Single Pole Single Throw-SPST (single pole on-off)

  Relay SPST terdiri dari hanya satu pole (lubang) dan hanya satu throw (lemparan), dan sering kita sebut sebagai relay single pole
- b. Relay Single Pole Double Throw-SPDT ( single pole changeover)

  Relay SPDT terdiri dari hanya satu pole dan dua throw atau sering
- c. Relay Double Pole Single Throw-DPST (double pole on-off)

  Relay DPST terdiri dari dua pole dan hanya mempunyai satu throw, atau yang sering kita sebut dengan double pole on-off.

kita sebut sebagai relay single pole changeover.

d. Relay Double Pole Double Throw-DPDT (double pole changover)

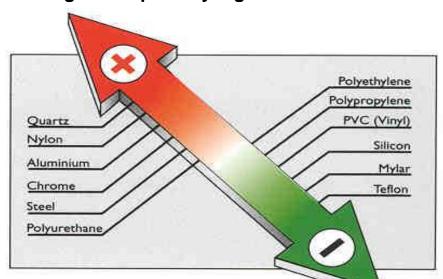
Relay DPDT sering kita sebut sebagai double pole changeover mempunyai dua pole dan dua throw.

on-off.





ESD adalah singkatan dari ElectroStatic Discharge yakni perpindahan muatan antara dua benda yang berbeda potensial. Misalnya antara komponen dengan tubuh kita, komponen dengan jaket kita, komponen dengan pakaian kita atau alat ukur kita dengan komponen yang diukur.

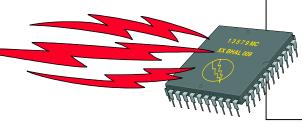


Dengan tingkat polarisasi positif, yakni :

- 1. Batu kwarsa, tingkat polarisasi positif tertinggi
- 2. Nilon
- 3. Aluminium
- 4. Krom
- 5. Baja
- 6. Polyurethane

### Dengan tingkat polarisasi negatif, yakni :

- 1. Polyethylene
- 2. Polypropylene
- 3. PVC
- 4. Silikon
- 5. Mylar
- 6. Teflon, tingkat polarisasi negatif tertinggi







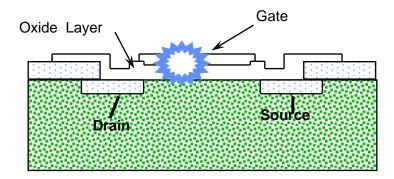
#### **Akibat Dari Electrostatic Discharge**

- 1. Dapat mengubah karakteristik komponen dari mulai menurunkan mutu sampai bahkan merusak komponen tersebut.
- 2. Dapat mengacaukan fungsi normal dari sistem elektronik, menyebabkan kegagalan atau kerusakan peralatan.
- 3. Permukaan yang bermuatan dapat menarik partikel dan menyebabkan kontaminasi sehingga menyulitkan proses pembersihan.

#### Kerusakan-Kerusakan Akibat ESD

- I. Catastrophic Failure
  - 1. Device tidak berfungsi.
  - 2. Terjadi sebanyak 10 % dari ESD failures.
  - 3. Ditemukan pada proses testing.
- II. Latent Failure (Intermittent / Terluka tapi Jalan)
  - 1. Device berfungsi, tapi sering error dan memerlukan servis.
  - 2. Terjadi sebanyak 90 % dari ESD failures.
  - 3. Perlu penanganan ESD serius.
  - 4. Kerusakan statis pada komponen.

#### **Static Damaged MOS Transistor**







Ada lima (5) prinsip dasar untuk mengontrol terjadinya ESD atau yang disebut sebagai kontrol statik yaitu:

#### 1. Merancang kekebalan

Merancang / mendesign produk dan perakitan yang kebal terhadap efek ESD. Seperti mengurangi penggunaan device yang sensitive terhadap ESD atau bahan yang bersesuaian untuk pencegahan pada device tersebut, papan, perakitan dan peralatan.

#### 2. Penggantian dan pengurangan

Menjaga proses dan material pada level elektrostatik yang sama dan menyediakan sarana grounding yang bersesuaian untuk mengurangi muatan dan pengumpulan muatan.

#### 3. Penghamburan dan penetralan

Melalui grounding, ionisasi dan penggunaan alat penghantar dan penghamburan material kontrol statik.

#### 4. Perlindungan produk

Dengan grounding atau pembuangan yang selayaknya dan penggunaan kontrol statis pada pembungkusan / packing dan dalam menangani atau menghandling produk.

#### 5. Pendidikan

Mengetahui dan memahami pentingnya pencegahan atau pengontrolan ESD sehingga tidak menimbulkan kerusakan device.

#### **EMPAT ATURAN DASAR KONTROL STATIK**

Aturan 1: Handling semua Component Static-Sensitive pada statissafeguarded workstation. Grounding semua personel dan tempat Kerja (Workstation). Gunakan udara terionisasi untuk menetralkan insulators.

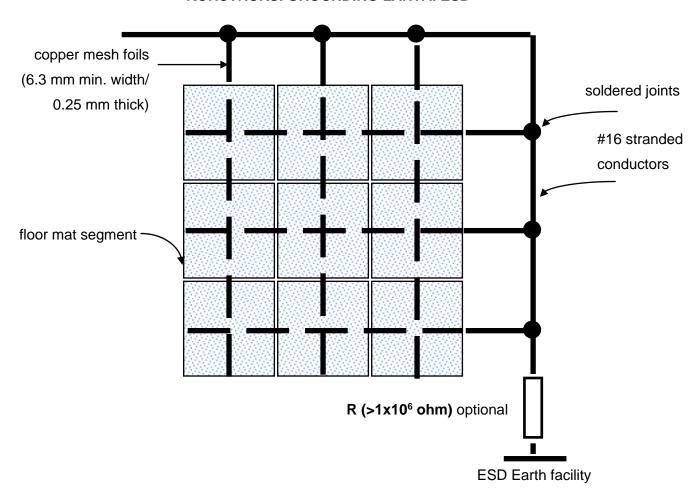
- 1. Floor Mats.
- 2. Wrist Straps.
- 3. Sepatu dan Footstraps.

Aturan 2: Angkut semua komponen static-sensitive dalam Static-Shielding Containers. Bungkus pakcing menggunakan Static-Bag atau Container untuk transport atau penyimpanan.



<u>Aturan 3</u>: Monitor dan Test semua produk static protection dan material untuk meyakinkan bahwa semuanya bekerja dengan baik.

**KONSTRUKSI GROUNDING LANTAI ESD** 



<u>Aturan 4</u>: Meyakinkan bahwa supplier juga memahami dan mempraktekkan aturan diatas.

#### 1. ESD Susceptibility Symbol



#### 2. ESD Protective Symbol





# Penanganan Komponen agar Terhindar dari

#### Packaging dan Material Handling

- 1. Dipakai untuk membatasi kemungkinan efek dari ESD akibat triboelectric charge yang disebabkan oleh pergesekan antara komponen dan tempat packingnya.
- 2. Bagian dalam material dilapisi bahan anti statis guna mencegah triboelectric charge dan bagian luar dilapisi bahan yang bersifat disipative untuk mencegah electrostatic discharge secara langsung dan juga sebagai perlindungan terhadap medan elektrostatis.

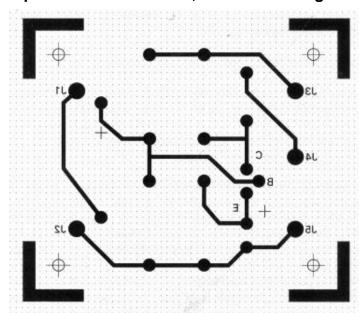




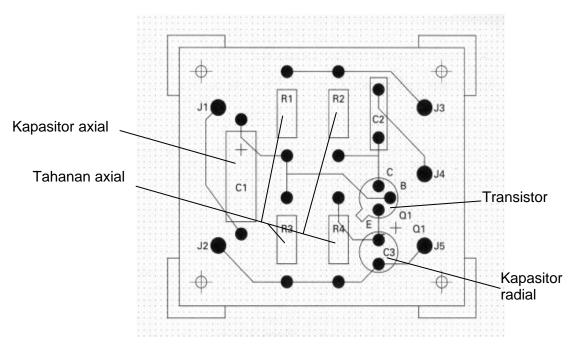
## **Printed Circuit Board (PCB)**

#### 1. Single-sided (satu sisi)

PCB jenis single-sided terdiri dari satu sisi konduktor yang kita kenal sebagai solder side dan untuk menempatkan komponen yang terdiri dari komponen axial dan radial, kita kenal sebagai component side.



Solder Side



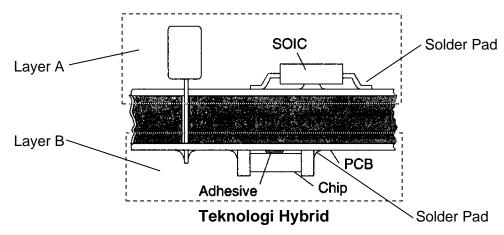
Komponen side



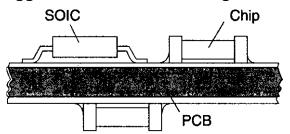
#### 2. <u>Double-sided (dua sisi)</u>

Melihat jenis komponen yang digunakan, PCB double-side terbagi menjadi dua yakni:

#### 1. PCB double-side menggunakan teknologi Hybrid



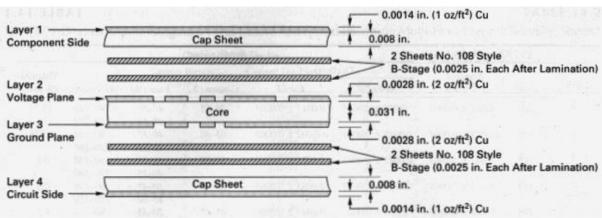
#### 2. PCB double-side menggunakan Surface mounting



Teknologi surface mounting

#### 3. Multilayer (banyak sisi)

Multilayer board terdiri dari dua layer outer rangkaian dan dua atau lebih layer inner. Layer outer berisi jalur konduktor dan pad-pad terminal dan diidentfikasikan sama dengan dua jalur board. Sedangkan pada layer iner terdiri dari beberapa lapisan yang berisi jalur dan terminal.



PCB 4 layer

Bab 4 Strategi Penyajian Transparansi



### **Isolator**

Bahan isolator terbuat dari fibre glass, phenolic dan keramik. Namun untuk PCB lunak yang tipis, kita gunakan Teflon, Polymide, Polyester, Polyvinyls, Polypropylene dan polyethylene. Tabel dibawah ini menunjukkan perbandingan dari sifat-sifat untuk pengisolasian umum.

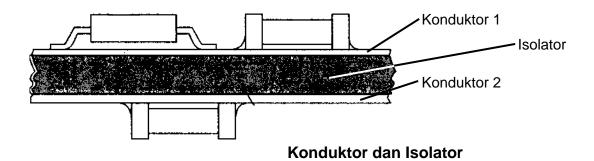
Insulation Characteristics for Flexible Printed Cables (Courtesy of Insulfab Plastics, Inc.)

	TFE Fluorocarbon	TFE Glass Cloth	FEP Fluorocarbon	FEP Glass Cloth	Polyimide	Polyester	Polychlorotri- fluoroethylene	Polyvinyl Fluoride	Polypro- pylene	Polyvinyl Chloride	Poly- ethylene
Specific Gravity	2.15	2.2	2.15	2.2	1.42	1.395	2.10	1.38	0.905	1.25	.93
Square inches of 1 mil film per pound	12,800	13,000	12,900	13,000	19,450	21,500	12,000	20,000	31,000	22,000	30,100
Service Temp. Deg. C (Minimum)	-70	-70	-225	-70	-250	-60	-70	-70	-55	-40	-20
(Maximum)	250	250	200	250	+250	150	150	105	125	85	60
Flammability	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Yes	Nil	Yes	Yes	Slight	Yes
Appearance	Translucent	Tan	Clearbluish	Tan	Amber	Clear	Clear	Clear	Clear	Translucent	Clear
Thermal Expansion $\times$ 10 inches/inch/deg. F	70	Low	50	Low	11	15	45	28	. 61	_	_
Bondability with Adhesives	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Poor	Good	Poor
Bondability to itself	Good	Poor	Good	Good	Poor	Poor	Good	Good	Good	Good	Good
Tensile strength PSI @77°F	3,000	20,000	3,000	20,000	20,000	20,000	4,500	8,000	5,700	3,000	2,000
Modulus of Elasticity PSI	80,000	3	70,000	3	430,000	550,000	200,000	280,000	170,000	_	50,000
Volume Resistivity ohms-cm	2×10	10	10	10	10	1×10	1×10	3×10	10	1×10	1×10
Dielectric Constant 10-10 cycles	2.2	2.5/5	2.1	2.5/5	3.5	2.8–3.7	2.5	7.0	2.0	3–4	2.2
Dissipation factor 10-10 cycles	.0002	.0007/.001	.0002	.0001/.001	.002/.014	.002016	.015	.009041	.0002/.0003	.14	.0006
Dielectric strength (5 mils thickness) volt/mil.	800	650/1600	3,000	650/1600	3,500	3,500	2,000	2,000	.125 in thk	800	1,500
O (									750v/mil		
Chemical Resistance	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Good	Excellent	Good	Excellent
Water Absorption, %	0	.10/68	0	.18/30	3	0.5	0	15	.01	.10	0
Sunlight Resistance	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Fair	Excellent	Excellent	Low	Fair	Low



### Konduktor

Setiap PCB selalu terdiri dari konduktor untuk menghubungkan antar komponen dan isolator untuk memisahkan agar konduktor tidak terjadi hubung singkat. Bahan dari konduktor adalah tembaga yang pada proses akhir pembuatan PCB dilapisi dengan larutan timah agar tembaga tidak teroksidasi dengan udara.



Untuk melakukan interkoneksi antar komponen dengan menggunakan jalur pada PCB perlu diperhatikan beberapa teknik penyambungan seperti pada tabel dibawah ini:

Dianj	urkan	Tidak Dia	anjurkan
0	0		
	Quantum .		O-0000
•••			1
8888		0-0-0	

#### **BAB 5 CARA MENILAI UNIT INI**

#### Apa yang dimaksud dengan penilaian?

Penilaian adalah proses pengumpulan petunjuk dan pembuatan penilaian atas kemajuan kearah ketercapaian kriteria unjuk kerja yang dimaksud dalam Standar Kompetensi. Pada poin yang tepat, penilaian dilakukan dengan mengetahui apakah kompetensi sudah dicapai atau belum. Penilaian cenderung mengindentifikasi prestasi-prestasi peserta pelatihan dibanding menampilkan unjuk kerja relatif anatara peserta dengan peserta lain.

#### Apakah yang kita maksud dengan kompeten?

Tanyakan pada diri anda, "Apa yang benar-benar dibutuhkan oleh karyawan untuk melakukan sesuatu?". Jawaban terhadap pertanyaan kepada anda yaitu apa yang kita maksudkan dengan sebauah kata "kompeten". Untuk menjadi kompeten dalam suatu pekerjaan yang berkaitan dengan ketrampilan berati bahwa orang tersebut harus mampu untuk:

- Unjuk kerja pada tingkat ketrampilan yang dapat diterima.
- Mengorganisir tugas-tugas yang dibutuhkan.
- Merespon dan mereaksi secara layak bila sesuatu salah.
- Menjalankan suatu peranan dalam skema sesuatu pada pekerjaan.
- Mentransfer ketrampiian dan pengetahuan pada situasi baru.

Bila anda menilai kompetensi ini anda harus mempertimbangkan seluruh issue-issue diatas untuk mencerminkan kerja sebenarnya dan alami.

#### Pengakuan kemampuan yang dimiliki

Prinsip penilaian nasional terpadu memberikan pengakuan terhadap kompetensi yang ada tanpa memandang dimana kompetensi tersebut diperoleh. Penilaian mengakui bahwa individu-individu dapat mencapai kompetensi dalam berbagai cara:

- Kualifikasi terdahulu.
- Belajar secara informal.

Pengakuan terhadap Kompetensi yang ada dengan mengumpulkan petunjuk untuk menilai setiap individu terhadap standar kompetensi agar dapat menentukan apakah mereka telah memenuhi standar kompetensi, baik memenuhi standar kompetensi untuk suatu pekerjaan maupun untuk kualifikasi formal..

#### Kualifikasi penilai

Dalam kondisi lingkungan kerja, yaitu seorang penilai industri yang diakui dapat menentukan apakah seorang pekerja mampu melakukan tugas yang terdapat dalam unit kompetensi ini. Jika anda diakui untuk menilai unit ini kemungkinan anda dapat memilih metode yang ditawarkan dalam pedoman ini, atau mengembangkan metode anda sendiri untuk melakukan penilaian. Para penilai harus memperhatikan petunjuk bukti dalam standar kompetensi sebelum memutuskan metode penilaian yang akan dipakai.

#### Ujian yang disarankan

#### **Umum**

Unit Kompetensi ini, secara umum mengikuti format berikut:

- (a) Menampilkan ketrampilan dan pengetahuan penunjang untuk setiap elemen kompetensi/kriteria unjuk kerja, dan
- (b) Berhubungan dengan sesi praktek atau tugas untuk memperkuat teori atau layanan praktek dalam suatu ketrampilan.

Ini penting sekali bahwa peserta dinilai (penilaian formatif) pada setiap elemen kompetensi. Mereka tidak dapat mengikuti progress unit berikutnya sampai mereka benar-benar berkemampuan pada materi yang melingkupi sesi pelatihan.

Sebagai patokan keharusan disini adalah paling sedikit satu penilaian tugas untuk pengetahuan pendukung pada setiap elemen kompetensi. Setiap sesi praktek atau tugas disaratkan dinilai secara individu untuk sub kompetensi. Sesi praktek diharuskan untuk diulang sampai tingkat yang disyaratkan dari sub kompetansi dapat dicapai.

Tes pengetahuan penunjang biasanya digunakan tes obyektif. Sebagai contoh, pilihan ganda, komparasi, mengisi/melengkapi kalimat. Penggunaan Tes Essay berupa pertanyaan biasanya tidak cocok untuk tipe unit ini.

Penilaian untuk unit ini, berdasar pada dua hal yaitu:

- Pengetahuan dan ketrampilan pendukung.
- Hubungan dengan ketrampilan praktek.

Untuk unit Penggunaan Pelatihan Berdasar Kompetensi pada tempat kerja penilaian berikut disarankan untuk digunakan:

### Penilaian Pengetahuan Pokok

### Penilaian Teori

Bagian	Penilaian
Bagian Satu	Penilaian Satu
Bagian Dua	Penilaian Dua
Bagian Tiga	Penilaian Tiga
Bagian Empat	Penilaian Empat

### Penilaian Satu

1. Sebutk	an 8 komponen elektronik yang Anda ketahui	a	b
		C	d
		e	f
		g	h
2. Definis	i S <i>atu Ohm</i> adalah		
3. Fungsi	Sekering:		
	Tahanan:		
	Kapasitor:		
	Induktor :		
	Saklar :		
4. Apa ke	gunaan Voltmeter		
5. Apa ke	gunaan Amperemeter		
6. Apa pe	rbedaan meter digital dan analog		
7. Apa fur	ngsi osiloskop		
8. Siapa p	penemu hukum OHM		
9. Gelang	pertama dan kedua pada kapasitor berarti		
10. Tolera	ansi tahanan "Tak Berwarna" =		
11. Nilai t	ahanan dengan warna coklat-coklat-hitam-perak	=	
12. Nilai k	apasitor dengan warna biru-merah-hijau-hitam-m	nerah =	
13. Nilai ii	nduktor dengan warna biru-emas-abu-abu-perak	=	
14. Daya	adalah		
15. Rumu	s daya adalah		
16. Jelasł	kan apa yang disebut Daerah Junction?		
17. Ара а	rti bias reverse		
18. Apa k	epanjangan LED		
19. Apa m	naksud huruf <b>BD</b> dan <b>BC</b> pada kedua transistor E	BD139 dan BC5	548 tersebut?
20. Plug a	adalahSoket adalah		
Penila	ian Dua		
1. Pentan	ahan adalah		
2. Sekerir	ng adalah		
3. Apa pe	rbedaan antara sekering dan pemutus?		
4. Perlind	ungan tegangan-rendah adalah		
5. Jelaska	an definisi saklar?		
6. Jelaska	an keempat saklar dibawah ini :		

- a. Saklar togel
- b. Saklar togel
- c. Saklar geser
- d. Saklar DIP (Dual In-Line Package)
- e. Saklar pemilih
- 7. Jelaskan jenis relay dibawah ini:
  - a. SPST
  - b. SPDT
  - c. DPST
  - d. DPDT

### Penilaian Tiga

1. ESD adalah	
2. Listrik Statis adalah	
3. Triboelectric Charge adalah	
4. Jelaskan makna Charge Generation?	
5. Pembangkit charge negatif positif bila kelebihan	, bila kelebihan serta
6. Buatlah daftar ranking mana tingkat po	olarisasi bila terjadi triboelectric charge?
7. Mengapa tubuh kita memiliki potensi u	ıntuk menimbulkan ESD ?
8. Akibat Dari Electrostatic Discharge ad	alah (3)
9. Kerusakan akibat Catastrophic Failure	(3)
10. Kerusakan akibat Latent Failure (4)	
11. Jelaskan kerusakan akibat Human B	ody Model?

13. Ada lima (5) prinsip dasar untuk mengontrol terjadinya ESD atau yang disebut sebagai

14. Sebutkan lima kelas spesifikasi EPA - ESD Protected Area?15. Jelaskan fungsi dari perlengkapan kontrol ESD dibawah ini :

12. Jelaskan kerusakan akibat Machine model?

kontrol statik. Sebutkan dan jelskan?

Floor Mats
 Wrist Straps

3. Sepatu dan Footstraps
16. Apa fungsi Static-Shielding Containers?
17. Segitiga berarti dan garis melintang pada tangan berarti
Arti secara keseluruhannya adalah
,
Penilaian Empat
1. Papan isolasi dari bahan plastic dengan rangkaian yang tercetak disebut
2. Dasar metal pada PCB berfungsi sebagai
3. Keuntungan dari printed circuit :
a
b
c
d
e
4. Jenis bahan isolasi yang digunakan pada kabel printed fleksibel adalah
a
b
C
d
e
f
5. Macam-macam Type PCB :
a
b
C
d
e
6. Jenis bahan dasar foil yang digunakan dalam pembuatan PCB adalah
7. Multilayer board terdiri dari

#### Penilaian Praktik

Kerjakan dengan baik tugas-tugas berikut ini.

Bagian	Penilaian Praktik		
Bagian Satu	Tugas 6 – 9		

### Ringkasan Penilaian Ketrampilan dan Pengetahuan penunjang

Gunakan tugas berikut untuk menentukan bahwa peserta telah memiliki Ketrampilan dan Pengetahuan penunjang.

Pengetahuan dan Ketrampilan penunjang				Ya	Tidak	Pelatihan lanjutan
2.0	Mengidentifikasi fungsi	2.1	Dijelaskan kepentingan peralatan pelindung.			
	dasar dari peralatan pelindung rangkaian,	2.2	Digambarkan operasi dasar sekering dan rangkaian breaker.			
	saklar, dan relay.	2.3	Digambarkan metode yang benar dalam memakai sekering / rangkaian breaker bagi pemasangan.			
		2.4	Dijelaskan operasi mekanisme saklar.			
		2.5	Dijelaskan operasi relay solenoida.			
		2.6	Dijelaskan term-term single pole, double pole, single dan double throw dan changeover.			
3.0	mendemonstrasikan prosedur penanganan anti-statik yang aman dan teknik-teknik saat menangani komponen elektronika solid state.	3.1	Digambarkan penyebab-penyebab ESD (Electrostatic Discharge) termasuk gesekan dengan alas kaki, pakaian, produk yang terbuat dari plastik.			
		3.2	Efek-efek ESD pada peralatan solid state, khususnya dalam efek jangka panjang dari kecelakaan tidak fatal ESD pada daya tahan peralatan			
		3.3	Digambarkan penyebab-penyebab potensial ESD dan bagaimana mengurangi kemungkinan terjadinya			
		3.4	Didemonstrasikan teknik-teknik penanganan komponen yang benar, termasuk kegunaan dari peralatan pelindung statik dan metoda pencegahan kontaminasi sekresi pada tubuh manusia.			
4.0	Menggambarkan	4.1	Diidentifikasikan PCB single, double-sided dan multi-layer.			
	konstruksi fisik dari PCB single sided, double sided dan multi layered.	4.2	Digambarkan karakteristik elektrik dari konduktor dan insulator.			

Checklist yang disarankan bagi penilai:						
Mengidentifikasi Komponen dan Peralatan	Elektronika					
Nama peserta: Nama Penilai:						
Apakah peserta dapat menunjukan bukti yang cukup tentang:	Catatan					
Menerapkan ketrampilan dan pengetahuan tertentu berhubungan dengan unit lainya.						
Unit menunjang secara efektif unjuk kerja dalam penggunaan dasar komponen dan piranti.						
Mendemonstrasikan pengetahuan:						
Menjelaskan, menggunakan perhitungan, menggunakan komponen, fungsi dan konstruksi.						
Menjelaskan, menggunakan diagram atau rumus, operasi rangkaian DC						
Unjuk kerja ketrampilan teknik/ prosedur sesuai standar yang disyaratkan oleh industri termasuk penggunaan peralatan.						
Penggunaan alat multimeter untuk mengidentifikasi tegangan, arus dan tahanan pada rangkaian DC.						
interpretasi pembacaan diagram dan rangkaian yang digunakan dalam rangkaian DC.						
Perencanaan dan organisasi kegiatan yang efektif:						
Perencanaan sesi praktek sebelum koneksi peralatan dan komponen lain yang diperlukan.						
Menghubungkan peralatan dan mengujinya sebelum listrik disambungkan (power on).						
Alokasi tugas jika lebih dari satu orang dalam team.						
Bekerjasama dan komunikasi dengan teman:						
Klarifikasi hal yang tak jelas atau kemungkinan permasalahan dengan teman.						
Bertanya untuk klarifikasi pada pelatih untuk hal yang belum jelas.						
Tanggapan pada permasalahan yang kemungkinan muncul pada kegiatan kerja:						
Penempatan penulisan diagram berhubungan dengan permasalahan peralatan dalam kegiatan.						
Integrasi prosedur kesehatan, kenyamanan dan keamanan :						
Menggunakan pakaian kerja yang sesuai						
Observasi suara keselamatan ketika bekerja dengan arus listrik.						

# **Lembar Penilaian** Mengidentifikasi Komponen dan Peralatan **Unit: BSDC - 0103** Elektronika Nama Perserta Pelatihan: ..... Nama Penilai: ..... Peserta dinilai: Kompeten Kompetensi yang Dicapai **Umpan balik untuk Peserta:** Tanda tangan Peserta sudah diberitahu tentang hasil Tanda tangan Penilai: penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan Tanggal: Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian **Tanda tangan Peserta Pelatihan:** dan alasan mengambil keputusan tersebut.

Tanggal: