

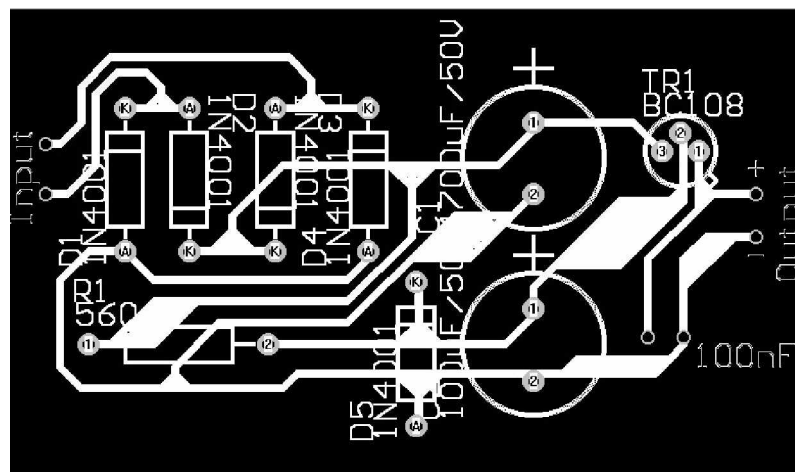
KODE MODUL

EI.008



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI

Pemrosesan PCB



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2003

KATA PENGANTAR

Modul **Pemrosesan PCB (*Printed Circuit Board*)** digunakan sebagai panduan kegiatan belajar untuk membentuk salah satu kompetensi, yaitu : Mengoperasikan Peralatan Industri Berbasis Peralatan Elektronik. Modul ini dapat digunakan untuk peserta diklat pada Program Keahlian Teknik Elektronika Industri.

Modul ini memberikan latihan untuk mempelajari Identifikasi dan prosedur pembuatan PCB, pelarutan (Etching), dan pengeboran PCB. Modul ini terdiri atas empat kegiatan belajar. Kegiatan Belajar 1 membahas tentang cara membuat papan rangkaian tercetak dengan metode gambar langsung. Kegiatan Belajar 2 membahas tentang proses penggambaran papan lapis tembaga dengan metode fotografis. Kegiatan Belajar 3 membahas tentang proses penggambaran papan lapis tembaga dengan metode sablon. Kegiatan Belajar 4 membahas tentang proses lanjutan dari pembuatan PCB, yaitu proses pelarutan (etching) dan pengeboran papan rangkaian tercetak.

Yogyakarta, Desember 2003

Penyusun.

Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DAFTAR ISI MODUL

	Halaman
HALAMAN DEPAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI MODUL	iii
PETA KEDUDUKAN MODUL	vi
PERISTILAHAN / GLOSSARY	ix
I. PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
1. Petunjuk Bagi Siswa	2
2. Peran Guru	2
D. Tujuan Akhir	3
E. Kompetensi	4
F. Cek Kemampuan	5
II. PEMBELAJARAN	6
A. Rencana Belajar	6
B. Kegiatan Belajar	7
1. Kegiatan Belajar 1 : Membuat Papan Rangkaian Tercetak (PCB) dengan Metode Gambar Langsung	7
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	7
b. Uraian Materi 1.....	7
c. Rangkuman 1.....	13
d. Tugas 1	13
e. Tes Formatif 1.....	13
f. Kunci Jawaban Formatif 1	14
g. Lembar Kerja 1.....	15

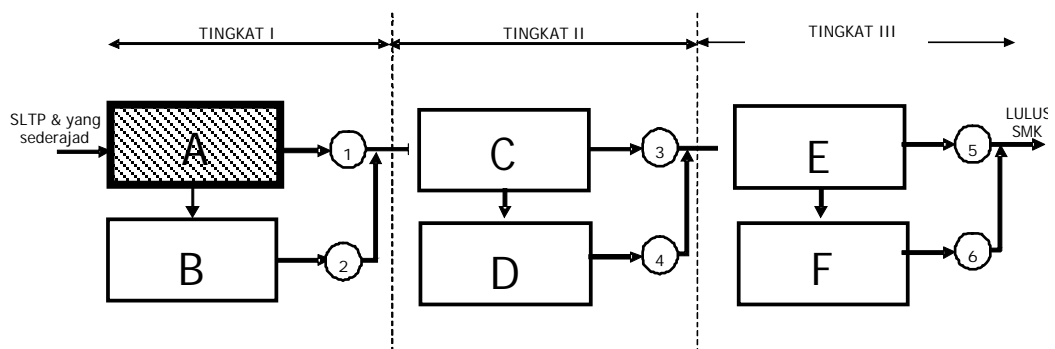
2. Kegiatan Belajar 2 : Penggambaran Papan Lapis Tembaga	
Metode Fotografi	17
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	17
b. Uraian Materi 2.....	17
c. Rangkuman 2.....	22
d. Tugas 2	22
e. Tes Formatif 2.....	22
f. Kunci Jawaban Formatif 2	23
g. Lembar Kerja 2.....	23
3. Kegiatan Belajar 3 : Penggambaran Papan Lapis Tembaga	
dengan Metode Sablon	25
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	25
b. Uraian Materi 3.....	25
c. Rangkuman 3.....	35
d. Tugas 3	35
e. Tes Formatif 3.....	35
f. Kunci Jawaban Formatif 3	35
g. Lembar Kerja 3.....	36
4. Kegiatan Belajar 4 : Pelarutan (Etching) dan Pengeboran	
PCB/PRT	39
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	39
b. Uraian Materi 4.....	39
c. Rangkuman 4.....	43
d. Tugas 4	44
e. Tes Formatif 4.....	44
f. Kunci Jawaban Formatif 4	45
g. Lembar Kerja 4.....	45
III. EVALUASI	48
A. Pertanyaan	48
B. Kunci Jawaban Evaluasi	49
C. Kriteria Penilaian	49

IV. PENUTUP	50
DAFTAR PUSTAKA	51

PETA KEDUDUKAN MODUL

A. Diagram Pencapaian Kompetensi

Diagram ini menunjukkan tahapan urutan pencapaian kompetensi yang dilatihkan pada peserta didik dalam kurun waktu tiga tahun. Modul Pemrosesan PCB (Printed Circuit Board - Papan Rangkaian Tercetak) merupakan salah satu dari 27 modul untuk membentuk kompetensi Mengoperasikan Peralatan Industri Berbasis Peralatan Elektronik (blok A).

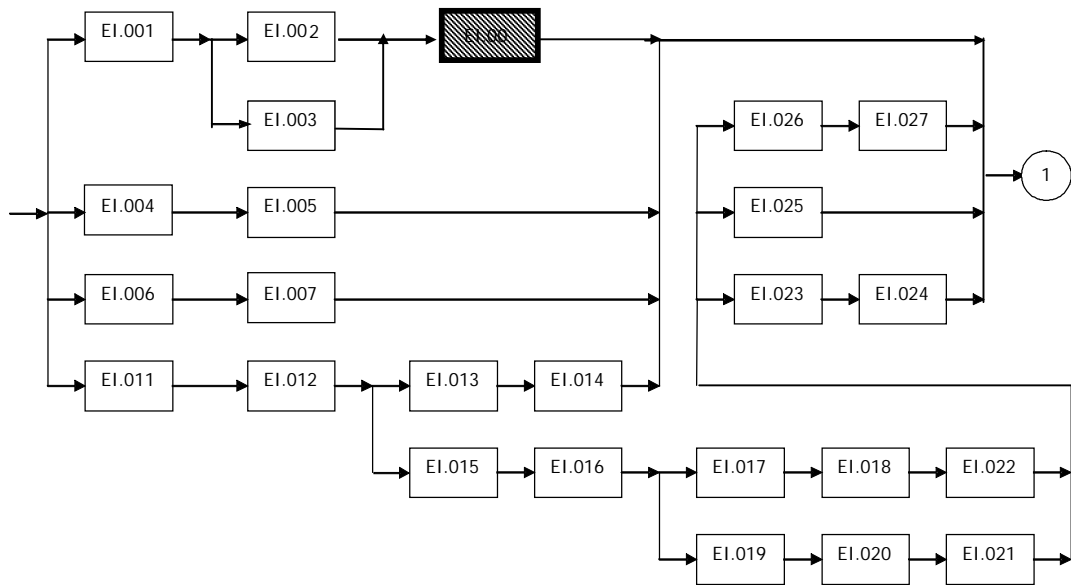


Keterangan :

- A. : Mengoperasikan peralatan industri berbasis peralatan elektronik
- B. : Merawat peralatan industri berbasis peralatan elektronik
- C. : Menginstalasi peralatan kontrol proses berbasis peralatan elektronik
- D. : Menerapkan peralatan kontrol proses berbasis peralatan elektronik
- E. : Trouble shooting peralatan kontrol proses berbasis peralatan elektronik
- F. : Memperbaiki peralatan kontrol proses berbasis peralatan elektronik

B. Kedudukan Modul

Modul EI.008 ini merupakan modul lanjutan setelah menyelesaikan modul EI.002 dan EI.003.



Keterangan :

- EI.001 Menggambar Teknik Elektronika dan Layout pada PCB
- EI.002 Menggambar Teknik Elektronika berbantuan komputer
- EI.003 Menggambar Layout PCB Berbantuan komputer
- EI.004 Menggambar Chasis Elektronika
- EI.005 Menggambar Chasis Elektronika Berbantuan komputer
- EI.006 Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- EI.007 Teknologi Bengkel Elektronika
- EI.008 Pemrosesan PCB
- EI.009 Pengawatan PCB
- EI.010 Perakitan Peralatan Elektronika
- EI.011 Elektrostatika
- EI.012 Elektrodinamika
- EI.013 Komponen Pasif
- EI.014 Komponen Aktif
- EI.015 Kemagnetan
- EI.016 Rangkaian Listrik DC
- EI.017 Rangkaian Listrik AC
- EI.018 Konsep Dasar Mesin Listrik
- EI.019 Pengoperasian Alat Ukur Listrik DC
- EI.020 Pengoperasian Alat Ukur Listrik AC
- EI.021 Pengoperasian Alat Ukur Frekuensi (CRO)

EI.022	Teknik Pengoperasian Motor DC
EI.023	Teknik Pengoperasian Motor AC
EI.024	Teknik Pengoperasian Peralatan Kendali Berbasis Elektronik
EI.025	Teknik Pengoperasian Peralatan Kendali Berbasis Pneumatik
EI.026	Teknik Pengoperasian Peralatan Kendali Berbasis Hidrolik
EI.027	Komponen Semi Konduktor

PERISTILAHAN/ GLOSSARY

- PRT/PCB* : Papan Rangkaian Tercetak atau *Printed Circuit Board* merupakan suatu papan berlapis tembaga yang digunakan untuk memasang komponen elektronika. Lapisan tembaga berfungsi sebagai penghantar yang menghubungkan komponen satu dengan lainnya.
- Artwork* : adalah suatu gambar yang merupakan terjemahan dari diagram skematik rangkaian kebentuk gambar wajah dengan ukuran yang tepat sama dengan obyek yang digambar.
- Etching* : merupakan proses pelarutan tembaga yang tidak tertutup bahan *resist* (pelindung) dengan menggunakan bahan kimia.
- Tata letak* : yaitu gambar susunan komponen-komponen elektronika dalam bentuk gambar wajah dengan ukuran yang tepat sama.
- Bahan resist* : merupakan bahan yang tidak larut dalam bahan pelarut tembaga.
- Screen* : merupakan selembur tabir/ jaring halus terbuat dari bahan sutera yang direntang ketat pada suatu rangka / frame.
- Film Positif* : merupakan media transparan (tembus cahaya : kalkir, plastic transparan OHP) dengan gambar jalur rangkaian dibuat hitam.
- Film Negatif* : merupakan media transparan (tembus cahaya : kalkir, plastic transparan OHP) dengan gambar jalur rangkaian dibuat bening dengan dasarnya yang dihitamkan.

BAB I

PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI JUDUL

Pemrosesan PCB (Printed Circuit Board - Papan Rangkaian Tercetak) merupakan modul teori dan atau praktikum yang membahas dasar-dasar pemrosesan pembuatan jalur pengawatan PCB dengan metode gambar langsung, metode fotografis, metode sablon dan teknik pelarutan (etching) serta pengeboran PCB.

Modul ini terdiri dari 4 (empat) kegiatan belajar, yaitu pembuatan papan rangkaian tercetak dengan metode gambar langsung, penggambaran papan lapis tembaga dengan metode fotografis, penggambaran papan lapis tembaga dengan metode sablon, serta pelarutan (etching) dan yang terakhir pengeboran papan rangkaian tercetak. Dengan menguasai modul ini diharapkan peserta diklat mampu membuat jalur pengawatan PCB dengan metode gambar langsung, metode fotografik dan metode sablon

B. PRASYARAT

Persyaratan mempelajari modul Pemrosesan PCB (Printed Circuit Board - Papan Rangkaian Tercetak), adalah:

- 1) Peserta diklat telah lulus modul / materi diklat Menggambar Teknik Elektronika dan Layout pada PCB
- 2) Peserta diklat telah lulus modul / materi Menggambar Teknik Elektronika Berbantuan Komputer
- 3) Peserta diklat telah lulus modul / materi Menggambar Layout PCB Berbantuan Komputer
- 4) Peserta diklat mampu membaca diagram skema rangkaian elektronika
- 5) Peserta diklat mampu menentukan komponen rangkaian elektronika

- 6) Peserta diklat mampu merencanakan tata letak dan jalur sambungan berdasarkan diagram skema

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Petunjuk Bagi Siswa

Siswa diharapkan mampu berperan aktif dan berinteraksi dengan sumber belajar yang mendukungnya, karena itu harus diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

a. Langkah – langkah Belajar

Beberapa hal yang perlu dicermati dalam pemrosesan PCB adalah sebagai berikut :

- 1) Apa yang harus diketahui tentang pemrosesan PCB ?
- 2) Apa yang harus dikerjakan dalam pemrosesan PCB ?
- 3) Bagaimana mengetahui bahwa kita telah berhasil atau belum dalam pemrosesan PCB ?
- 4) Apa yang harus dilakukan jika kita belum berhasil dalam pemrosesan PCB ?
- 5) Apa yang harus dilakukan jika kita telah berhasil dalam pemrosesan PCB ?

b. Perlengkapan yang Harus Dipersiapkan

Guna menunjang keselamatan dan kelancaran tugas/ pekerjaan yang harus dilakukan, maka persiapkanlah seluruh perlengkapan yang diperlukan

c. Hasil Pelatihan

Anda akan mampu melakukan tugas/pekerjaan proses pembuatan papan rangkaian tercetak (PCB) sesuai dengan jenis rangkaian elektronika yang dikehendaki.

2. Peran Guru

Guru yang akan mengajarkan modul ini hendaknya mempersiapkan diri sebaik-baiknya yaitu mencakup aspek strategi pembelajaran, penguasaan

materi, pemilihan metode, alat bantu media pembelajaran dan perangkat evaluasi.

Guru harus menyiapkan rancangan strategi pembelajaran yang mampu mewujudkan peserta diklat terlibat aktif dalam proses pencapaian/ penguasaan kompetensi yang telah diprogramkan. Penyusunan rancangan strategi pembelajaran mengacu pada kriteria unjuk kerja (KUK) pada setiap sub kompetensi yang ada dalam GBPP.

D. TUJUAN AKHIR

1. Peserta diklat mampu membuat jalur papan rangkaian tercetak dengan metode gambar langsung
2. Peserta diklat mampu menggambar papan lapis tembaga dengan metode fotografik
3. Peserta diklat mampu menggambar papan lapis tembaga dengan metode sablon
4. Peserta diklat mampu melakukan proses pelarutan (etching) dan pengeboran papan rangkaian tercetak

E. KOMPETENSI

Modul ini merupakan subkompetensi Menguasai gambar teknik elektronika yang menjadi salah satu unsur untuk membentuk kompetensi mengoperasikan peralatan industri berbasis peralatan elektronik. Uraian subkompetensi ini dijabarkan seperti ini.

Kompetensi/Sub Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
1	2	3	4	5	6
A.1 Menguasai gambar teknik elektronika	Identifikasi dan prosedur pembuatan PCB, pelarutan (Etching), dan pengeboran PCB	§ Pemrosesan PCB/PRT menggunakan metode : Gambar langsung Fotografik Sablon § Prosedur Etching dan pengeboran PCB	Cermat, teliti, tekun, dan kreatif dalam penggambaran layout PRT/PCB	Menggambar teknik elektronika dan layout pada PCB dan penggunaan perangkat lunak berbantuan komputer	Pembuatan PRT dengan metode gambar langsung
					Pembuatan PRT dengan metode fotografik
					Pembuatan PRT dengan metode sablon
					Pelarutan (etching) dan pengeboran PCB

F. CEK KEMAMPUAN

Sebelum mempelajari modul ini, isilah cek list (√) kemampuan yang telah anda miliki dengan sikap jujur dan dapat dipertanggung jawabkan:

Sub Kompetensi	Pernyataan	Jawaban		Bila Jawaban "Ya" Kerjakan
		Ya	Tidak	
Menguasai gambar teknik elektronika	1. Saya mampu menggambar layout PCB dan pembuatan PCB dengan metode langsung			Soal Tes Formatif 1
	2. Saya mampu menggambar layout PCB dan pembuatan PCB dengan metode fotografik			Soal Tes Formatif 2
	3. Saya mampu menggambar layout PCB dan pembuatan PCB dengan metode sablon			Soal Tes Formatif 3
	4. Saya mampu mengetahui teknik pelarutan PCB (etching) dan pengeboran PCB			Soal Tes Formatif 4

BAB II PEMBELAJARAN

A. RENCANA PEMBELAJARAN

Kompetensi : Mengoperasikan peralatan industri berbasis peralatan elektronik

Sub Kompetensi : Menguasai gambar teknik elektronika

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Membuat Papan Rangkaian Tercetak (PCB) dengan Metode Gambar Langsung					
Penggambaran Papan Lapis Tembaga Metode Fotografi					
Penggambaran Papan Lapis Tembaga dengan Metode Sablon					
Pelarutan (Etching) dan Pengeboran PCB/PRT					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1 : Membuat Papan Rangkaian Tercetak (PCB) dengan Metode Gambar Langsung

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

- 1) Peserta diklat mampu menggambar jalur rangkaian tercetak pada papan lapis tembaga dengan metode gambar langsung
- 2) Peserta diklat mampu menjelaskan urutan-urutan dan peralatan pada pembuatan PCB dengan metode gambar langsung
- 3) Peserta diklat mampu membuat jalur papan rangkaian tercetak

b. Uraian Materi 1

Papan Rangkaian Tercetak (PRT) atau sering juga disebut PCB (Printed Circuit Board) merupakan papan pemasangan komponen elektronika yang jalur hubungannya menggunakan papan berlapis tembaga. Pembentukan jalur PCB dilakukan dengan cara etching (pelarutan), dimana sebagian tembaga dilepaskan secara kimia dari suatu papan lapis tembaga kosong (blangko). Tembaga yang tersisa beserta alasnya itulah yang akan membentuk jalur pengawatan PCB.

Papan Berlapis Tembaga

Papan berlapis tembaga disebut juga Copper Clade Board. Pembuatan papan berlapis tembaga dilakukan dengan cara laminasi yaitu melekatkan lembaran tipis tembaga dengan ketebalan 0,0014 inchi sampai dengan 0,0042 inchi di atas substrat atau alas. Substrat terbuat dari bahan Phenolik atau bahan serat gelas (fibre glass). Papan rangkaian yang terbuat dari bahan Phenolik tidak boleh digunakan pada frekuensi di atas 10 MHZ, karena akan mengakibatkan kerugian signal. Papan Phenolik biasanya berwarna coklat. Papan rangkaian yang terbuat dari bahan serat gelas mampu menangani frekuensi sampai dengan 40 MHZ. Papan ini mempunyai warna kehijauan dan semi transparan.

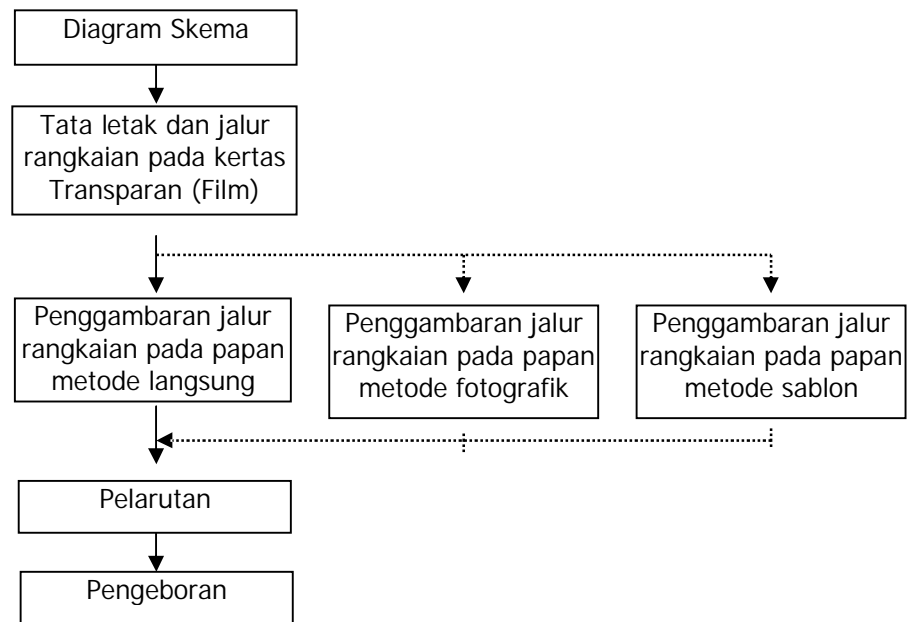
Langkah-langkah Membuat PCB

Pembuatan PCB diawali dengan merancang tata letak dan jalur rangkaian berdasarkan diagram skema. Untuk mempermudah dalam merancang tata letak digunakan kertas grid. Tata letak yang dihasilkan kemudian digunakan untuk merancang jalur rangkaian dengan menggunakan kertas trasparan. Caranya yaitu dengan meletakkan kertas transparan (tembus cahaya) di atas gambar tata letak kemudian gambar jalur rangkaian. Selain kertas transparan dapat digunakan kertas kalkir atau plastik transparansi untuk OHP. Gambar jalur rangkaian pada kertas transparan ini dapat disebut sebagai film. Disebut film positif jika gambar jalur rangkaian dibuat hitam . Disebut film negatif jika yang dihitamkan adalah dasarnya, sedang yang bening sebagai jalur rangkaian-nya.

Gambar jalur rangkaian pada kertas transparan (film) kemudian disalin ke atas papan lapis tembaga kosong. Penyalinan ini dapat dipilih salah satu diantara tiga metode, yaitu metode gambar langsung, metode fotografik atau metode sablon.

Metode gambar langsung, jalur rangkaian digambar langsung di atas bahan papan lapis tembaga kosong dengan menggunakan tinta / cat atau bahan tempel yang tahan (resist) terhadap cairan pelarut.

Langkah-langkah pembuatan papan rangkaian tercetak ditunjukkan dalam Gambar 1 di bawah.



Gambar 1. Blok Diagram Pembuatan PCB

Pada metode fotografik, gambar jalur rangkaian pada film (kertas tembus cahaya) diletakan di atas papan lapis tembaga kosong yang sudah dipekaahayakan (dilapisi bahan foto resist). Kemudian secara fotografi, papan beserta film disinari (ekspose) untuk memindahkan bayangan gambar jalur rangkaian ke atas papan lapis tembaga kosong.

Pada metode sablon, gambar jalur rangkaian pada film (kertas tembus cahaya) dipindahkan ke screen yang kemudian digunakan untuk membuat gambar jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong.

Gambar jalur rangkaian pada papan lapis tembaga difungsikan sebagai bahan pelindung (resist). Setelah pelarutan dengan cairan pelarut yang disebut etchant, semua lembaran tembaga kecuali yang tertutup atau tergambar oleh bahan resist akan dilarutkan. Hasilnya merupakan jalur rangkaian yang tertinggal pada bahan alas

Langkah selanjutnya adalah membersihkan PCB dari bahan pelarut tembaga maupun bahan gambar kemudian dikeringkan. Setelah PCB

kering, dilakukan pengeboran atau pembuatan lubang-lubang kaki komponen serta penyelesaian akhir pembuatan PCB.

Struktur Kerja / Materi

Struktur kerja pembuatan papan rangkaian tercetak adalah sebagai berikut :

1) Menyiapkan Gambar

Fotokopilah gambar tata letak dan jalur rangkaian yang telah dibuat. Gambar hasil fotokopi yang akan digunakan, sedang gambar aslinya disimpan sebagai master dan dapat digunakan lagi pada masa mendatang. Digunakan gambar fotokopi karena gambar akan rusak setelah digunakan untuk menandai titik-titik bantalan.

2) Menyiapkan Papan Lapis Tembaga Kosong

a) Potonglah papan lapis tembaga kosong sesuai dengan ukuran akhir, tapi beberapa orang lebih suka memotongnya lebih besar dan memotongnya lagi setelah pelarutan. Pinggiran yang kasar diratakan dengan kikir.

b) Bersihkan permukaan papan lapis tembaga.

c) Permukaan papan lapis tembaga kosong harus bersih dari segala bentuk minyak, gemuk dan semacamnya agar pelarutan dapat dilakukan dengan berhasil.

Cara pembersihannya adalah sebagai berikut:

(1) Basahi permukaan tembaga dengan air yang mengalir

(2) Bubuhkan bubuk gosok secukupnya diatas permukaan tembaga.

(3) Dengan kain halus atau kertas pembersih, gosoklah pada seluruh permukaan tembaga sampai cukup mengkilap. Jangan menggosok terlalu keras karena bisa merusak lapisan tembaga.

(4) Sesudah digosok, bersihkan di bawah air mengalir. Apabila papan telah bersih dari minyak dan oksida maka air akan

mengalir keseluruh permukaannya. Bila masih ada kontaminasi / minyak, air akan menghindari daerah ini. Setelah bersih jangan lagi menyentuh permukaan tembaga dengan tangan, lemak-lemak pada badan akan berkontaminasi dengan permukaan papan. Mulai sekarang untuk menanganinya dengan memegang tepinya.

(5) Bersihkan air pada permukaan papan dengan meletakkannya secara berdiri dan biarkan air mengalir ke bawah atau keringkan dengan kain yang bersih.

3) Membuat Tanda Titik Bantalan

Letakan salinan tata letak / jalur (fotokopi) di atas papan lapis tembaga kosong yang sudah dipotong dengan ukuran yang sama dan ditahan dengan pita perekat. Ketoklah titik-titik pada salinan tata letak / jalur dengan penitik. Perlu diperhatikan pada saat menitik jangan diketok terlalu keras karena bisa menyebabkan pecahnya papan.

Tanda titik hanya sekedar menandai bahwa pada titik tersebut akan dibuat bulatan bantalan. Setelah semua tanda titik diketok maka salinan tata letak / jalur (fotokopi) dilepaskan.

4) Membuat Bulatan Bantalan dan Jalur

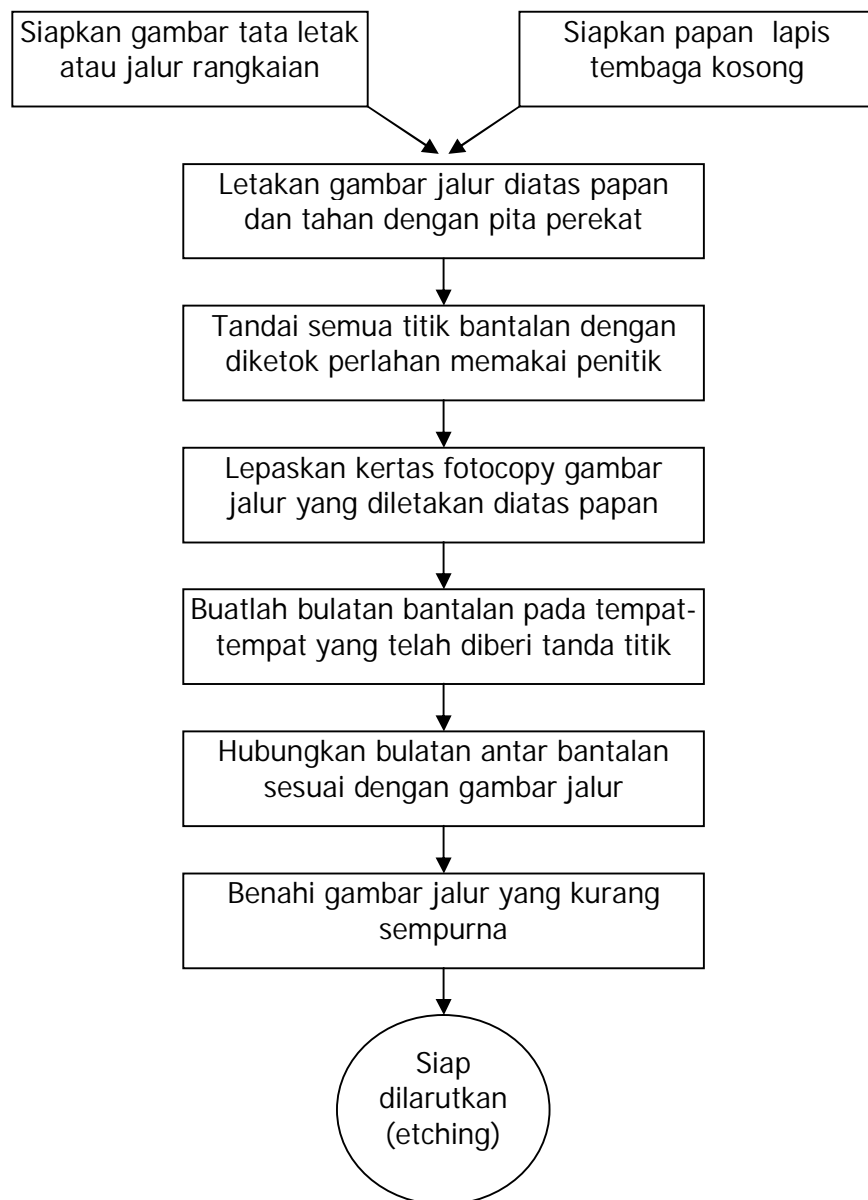
Pembuatan bulatan bantalan dan jalur rangkaian dapat menggunakan bermacam-macam bahan resist dan metoda. Pemilihan bahan dan metode disesuaikan dengan anggaran dan ketrampilan dalam menggambar. Hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan adalah tersedianya bahan penghapus bahan resist. Penghapus digunakan untuk pembenahan apabila terjadi kesalahan dan diperlukan sesudah pelarutan, karena sebelum dilakukan penyolderan resist harus dihapus dahulu.

Metode yang digunakan di sesuaikan dengan bahan. Metode cap menggunakan bahan tinta pelindung (resist ink). Metode tempel menggunakan pola-pola resist yang di pindahkan, misalya bahan

rugos. Metode gambar langsung menggunakan pena dengan tinta resist / spidol permanen. Metode - metode diatas bisa digunakan secara saling melengkapi.

5) Sentuhan Akhir

Periksa gambar yang telah dibuat, apakah gambar telah sama dengan gambar master atau belum. Struktur kerja atau langkah kerja pembuatan papan rangkaian tercetak dapat dijelaskan dengan menggunakan Gambar 2 di bawah.



Gambar. 2 Struktur Kerja Pembuatan PCB Metode Gambar Langsung

c. Rangkuman 1

- 1) PRT atau PCB merupakan papan pemasangan komponen elektronika yang jalur hubungannya menggunakan papan berlapis tembaga
- 2) Kertas transparan, kalkir, maupun plastik transparan untuk OHP dapat dijadikan sebagai film dalam proses pembuatan PCB
- 3) Disebut film positif jika gambar jalur rangkaian dibuat hitam, dan disebut film negatif jika yang dihitamkan adalah dasarnya, sedangkan yang bening sebagai jalur rangkaiannya.
- 4) Pada metode gambar langsung, jalur rangkaian digambar langsung di atas bahan papan lapis tembaga kosong dengan menggunakan tinta / cat atau bahan tempel yang tahan (resist) terhadap cairan pelarut

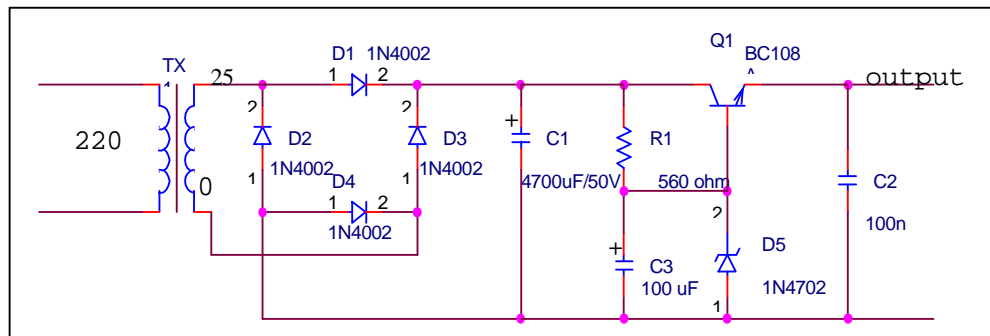
d. Tugas 1

- 1) Pada metode gambar langsung, jalur rangkaian digambar langsung di atas bahan papan lapis tembaga kosong dengan menggunakan tinta / cat atau bahan tempel yang tahan (resist) terhadap cairan pelarut
- 2) Pada metode gambar langsung yang akan digunakan hanyalah fotokopian dari gambar tata letak dan jalur rangkaian yang telah dibuat. Sebab gambar akan rusak setelah digunakan untuk menandai titik-titik bantalan
- 3) Gambar jalur pada film akan digunakan dalam pembuatan PCB dengan metode fotografis maupun sablon yang akan diterangkan pada kegiatan belajar selanjutnya

e. Tes Formatif 1

- 1) Jelaskan urutan-urutan pembuatan PCB !

- 2) Sebutkan peralatan dan bahan yang digunakan untuk proses penggambaran jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong dengan metode gambar langsung !
- 3) Jelaskan langkah-langkah dalam penggambaran jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong dengan metode gambar langsung !
- 4) Pindahkan gambar pada jalur rangkaian Power Supply seperti pada Gambar 3 di bawah ini ke papan lapis tembaga kosong dengan metode gambar langsung !

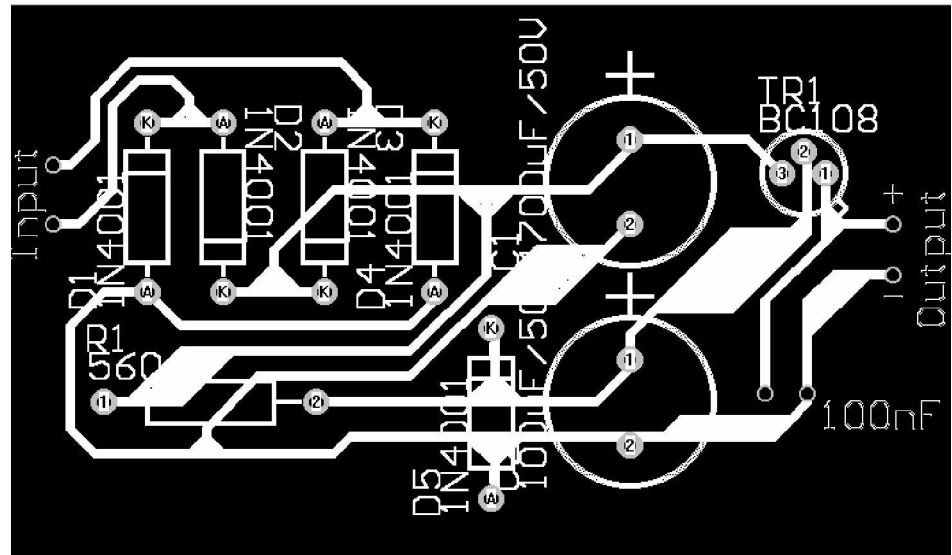


Gambar 3. Rangkaian Power Supply

f. Kunci Jawaban Formatif 1

- 1) Lihat Gambar 1. Blok Diagram Pembuatan PCB, halaman 7
- 2) Peralatan dan bahan yang digunakan untuk proses penggambaran jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong dengan metode gambar langsung antara lain :
 - a) Papan Lapis Tembaga Kosong
 - b) Pena dengan tinta resist / spidol permanent
 - c) Penitik
 - d) Penghapus bahan resist
- 3) Lihat Gambar 2. Struktur Kerja Pembuatan PCB Metode Gambar Langsung, halaman 10
- 4) Penilaian berdasarkan kerapian, ketelitian, dan kebenaran layout PCB terhadap rangkaian elektronika. Contoh dari layout PCB

rangkaian power supply di atas adalah seperti pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. Jalur pengawatan pada PCB Rangkaian Power Supply

g. Lembar Kerja 1

Alat dan bahan :

- 1) Gergaji
- 2) Penitik
- 3) Kapur dan papan tulis
- 4) Fotokopi gambar tata letak / jalur rangkaian
- 5) Papan lapis tembaga kosong.
- 6) Bubuk gosok / pembersih /VIM
- 7) Was lap
- 8) Rugos
- 9) Penggosok Rugos
- 10) Spidol Permanen
- 11) Pita perekat

Kesehatan dan Keselamatan Kerja

- 1) Gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya.

- 2) Bekerjalah sesuai dengan cara kerja atau petunjuk yang telah ditentukan.

Langkah Kerja

- 1) Siapkan alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini.
- 2) Siapkan salinan (fotokopi) gambar tata letak atau jalur rangkaian
- 3) Siapkan papan lapis tembaga kosong (lihat petunjuk 2)
- 4) Letakan salinan gambar rangkaian pada papan lapis tembaga kosong, kemudian tahan dengan pita perekat agar tidak bergeser-geser saat menandai titik bantalan.
- 5) Gunakan penitik untuk menitik semua titik berdasarkan fotokopi gambar.
- 6) Buatlah bulatan bantalan dengan menggunakan spidol permanen atau rugos.
- 7) Hubungkan bulatan bantalan satu dengan bulatan bantalan yang lain, sesuai dengan gambar master jalur rangkaian.
- 8) Periksa dan perbaiki jalur hubung yang kurang sempurna atau salah.
- 9) Laporkan hasil pekerjaan anda pada guru pembimbing (pengajar).
- 10) Jika semua telah selesai rapikan alat dan bahan kemudian kembalikan ke tempat semula.

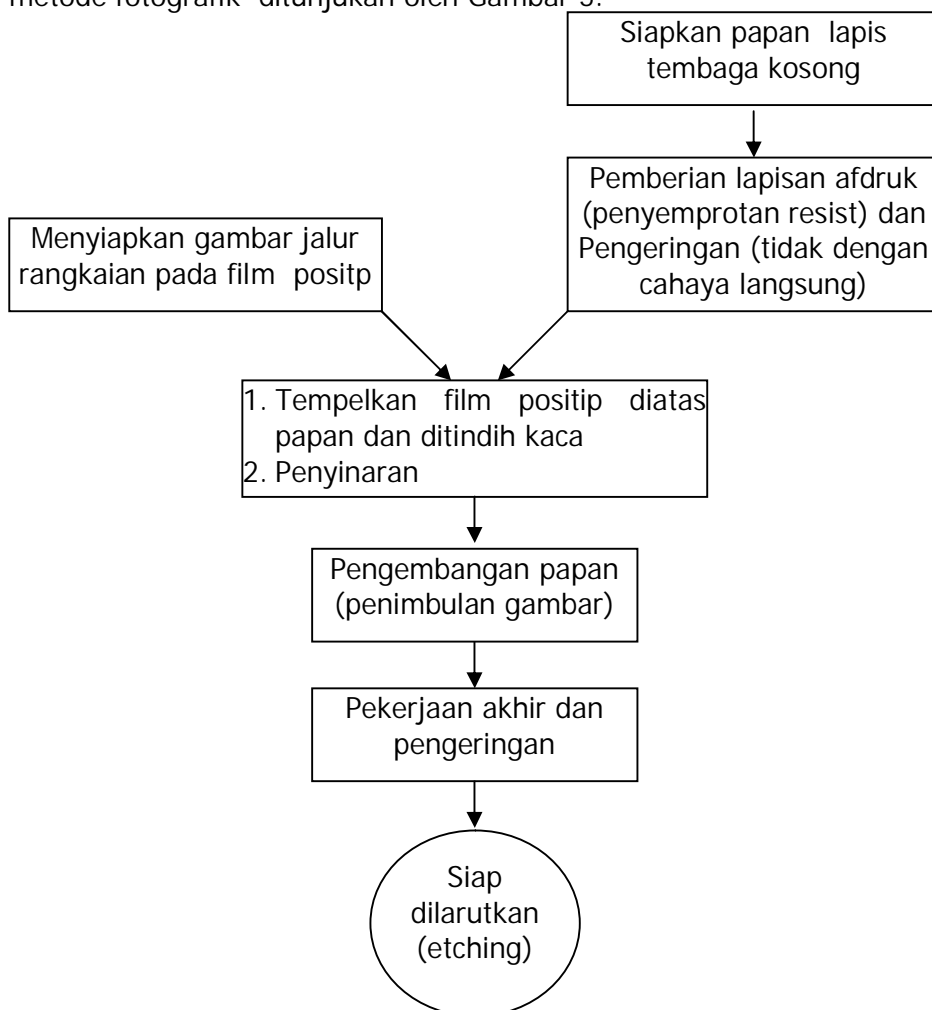
2. Kegiatan Belajar 2 : Penggambaran Papan Lapis Tembaga Metode Fotografi

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

- 1) Peserta diklat mampu menjelaskan urutan-urutan dan peralatan pada pembuatan PCB dengan metode fotografik.
- 2) Peserta diklat mampu membuat screen jalur papan rangkaian tercetak
- 3) Peserta diklat mampu menggambar jalur rangkaian tercetak pada papan lapis tembaga dengan metode fotografik.

b. Uraian Materi 2

Struktur Kerja / materi pada proses penggambaran papan lapis tembaga metode fotografik ditunjukkan oleh Gambar 5.

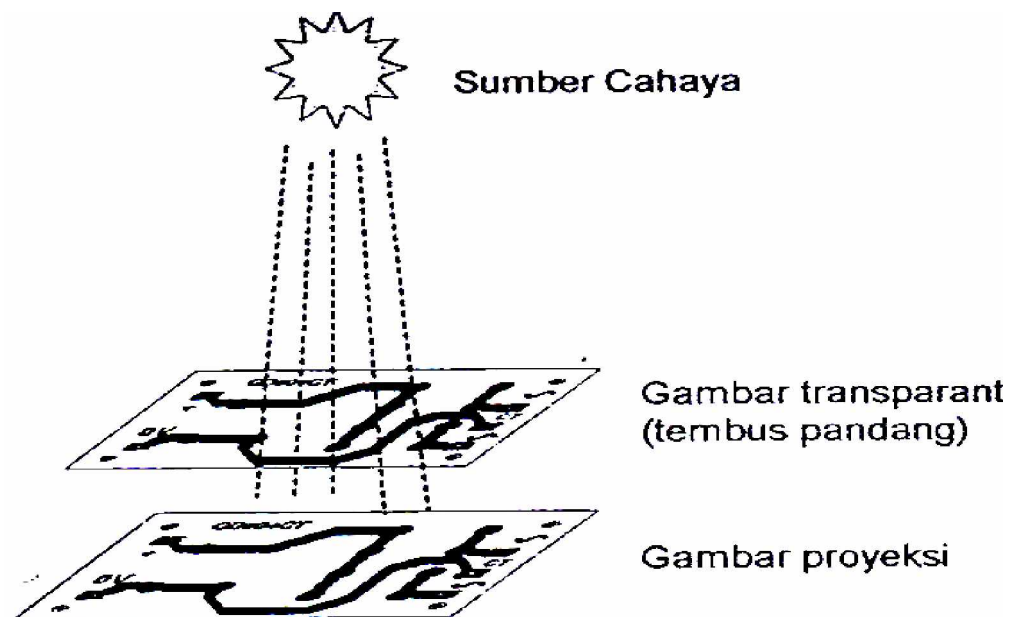


Gambar 5. Proses Penggambaran Papan Lapis Tembaga Metode Fotografik

Struktur kerja pada proses penggambaran papan lapis tembaga metode fotografik adalah sebagai berikut :

1) Mempersiapkan Film Positif

Film yaitu gambar jalur rangkaian pada kertas tembus cahaya. Film positif yaitu gambar jalur yang sama persis dengan artwork asli. Sedang film negatif yaitu gambar kebalikannya, hitam jadi bening dan yang bening jadi hitam. Gambar 6 berikut ini memperlihatkan contoh dari film positif.



Gambar 6. Jalur Rangkaian pada Kertas Trasparan (Film Positif)

2) Mempersiapkan Papan Lapis Tembaga

Langkah-langkah dalam mempersiapkan papan lapis tembaga adalah sebagai berikut :

- a) Potonglah papan lapis tembaga kosong sesuai dengan ukuran akhir atau lebih besar dan memotongnya lagi setelah pelarutan. Pinggiran yang kasar diratakan dengan kikir.
- b) Bersihkan permukaan papan lapis tembaga.

Permukaan papan lapis tembaga kosong harus bersih dari segala bentuk minyak atau semacamnya agar pelarutan dapat dilakukan dengan sempurna.

Cara membersihkannya adalah sebagai berikut :

- (1) Basahi permukaan tembaga dengan air yang mengalir
- (2) Bubuhkan bubuk gosok secukupnya di atas permukaan tembaga.
- (3) Dengan kain halus atau kertas pembersih, gosoklah seluruh permukaan tembaga sampai cukup mengkilap. Jangan menggosok terlalu keras karena bisa merusak lapisan tembaga.
- (4) Sesudah digosok, bersihkan di bawah air mengalir. Apabila papan telah bersih dari minyak dan oksida, maka air akan mengalir keseluruh permukaannya. Bila masih ada kontaminasi / berupa minyak, air akan menghindari daerah ini. Setelah bersih jangan lagi menyentuh permukaan tembaga dengan tangan, karena lemak-lemak pada badan akan berkontaminasi dengan permukaan papan. Pegang pada pinggirnya.
- (5) Bersihkan air pada permukaan papan dengan meletakkannya secara berdiri dan biarkan air mengalir ke bawah atau keringkan dengan kain yang bersih.

3) Pemberian Lapisan Afdruk

Bahan lapisan afdruk atau foto resist adalah bahan yang peka cahaya. Oleh karena itu dalam pengerjaannya harus pada ruang gelap atau memakai lampu merah. Pemilihan bahan foto resist harus disesuaikan dengan film yang digunakan. Untuk memproses film positif dapat digunakan positif 20. Dan untuk memproses film negatif dapat digunakan etch resist sensitizer.

Foto resist tersedia dalam bentuk cairan atau semprotan. Bentuk cairan dilapiskan dengan penyapuan, cara ini memerlukan fasilitas

yang besar dan mudah terkontaminasi. Cara lainnya adalah dengan penyemprotan.

Dalam percobaan ini pembuatan lapisan afdruk menggunakan positip 20 yang disemprotkan. Cara penyemprotannya adalah sebagai berikut: :

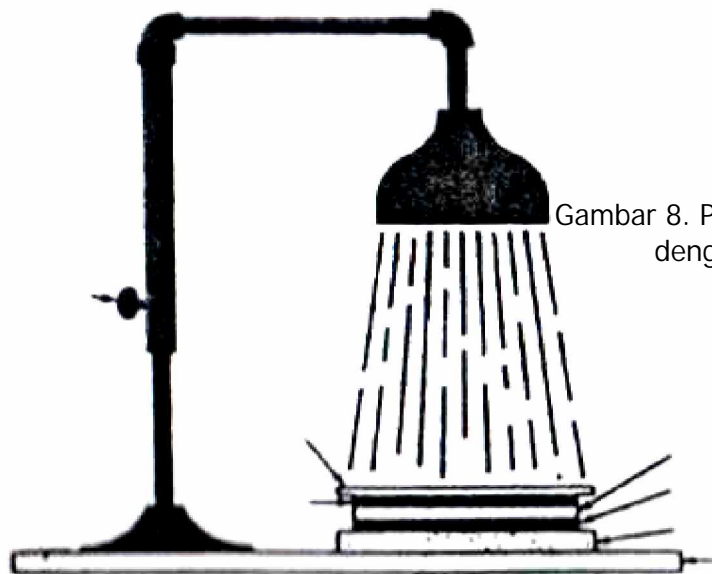
- a) Letakan papan yang sudah bersih seperti pada gambar 7.
- b) Sebelum penyemprotan dilakukan, kocoklah kaleng secukupnya dan semprotan diuji terlebih dulu.
- c) Lakukan penyemprotan dengan jarak antara papan dan nosel kira-kira 30 cm. Kebanyakan pabrik menganjurkan memulai penyemprotan di bagian bawah papan. Semprotkan secara horisontal. Kemudian pindahkan keatasnya sampai ke ujung sebelah atas.
- d) Sesudah penyemprotan, letakan papan pada posisi horisontal kurang lebih selama 1 menit .
- e) Keringkan lapisan afdruk pada ruang gelap atau remang-remang. Pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 70°C kurang lebih selama 20 menit.



Gambar 7. Proses Penyemprotan Foto Resist

4) Penyinaran

Film gambar jalur ditempelkan di atas papan lapis tembaga kosong dengan ditindih kaca. Untuk penyinaran dengan matahari dilakukan selama 15 menit sedangkan untuk penyinaran dengan lampu listrik 160 W selama 20 menit. Gambar 8 berikut ini menunjukkan proses penyinaran dengan menggunakan lampu.



Gambar 8. Proses Penyinaran dengan Lampu

5) Pengembangan Papan (Penimbulan Gambar)

Setelah penyinaran selesai papan harus dikembangkan dengan dicelupkan pada larutan pengembang. Larutan pengembang harus cocok dengan resistnya. Apabila kita menggunakan resist positif 20 maka sebagai pengembangnya bisa dilakukan dengan larutan soda api dengan perbandingan 7 gram NaOH dilarutkan pada satu liter air. Aturan ini terdapat pada keterangan yang menyertai positif 20. Bacalah keterangan itu dengan seksama.

Letakan papan pada larutan pengembang. Hati-hati jangan sampai menyentuh permukaan tembaga. Waktu pengembangan ini berkisar antara 40 - 60 detik.

Setelah bayangan cukup mengembang celupkan papan ke air bersih. Setelah dikembangkan maka papan tidak peka lagi terhadap cahaya. Pekerjaan selanjutnya dapat dilakukan pada cahaya biasa.

6) Pekerjaan Akhir dan Pengeringan

Sebelum dikeringkan bahan – bahan resist yang sedikit luber dapat dihilangkan dengan pisau kecil. Untuk menutup bagian yang terbuka bisa digunakan pena tinta resist. Setelah semua koreksi dilakukan, resist harus diperkeras dengan di keringkan. Proses ini dapat dilakukan pada suhu ruangan atau dikeringkan dalam oven pada suhu 93 – 120°C selama 30 menit.

c. Rangkuman 2

- 1) Bahan lapisan afdruk/foto resist adalah bahan yang peka cahaya, sehingga dalam pengerjaannya harus pada ruang gelap/menggunakan lampu merah.
- 2) Positip 20 digunakan untuk memproses film positip, sedangkan untuk memproses film negatip digunakan etch resist sensitizer

d. Tugas 2

- 1) Permukaan papan lapis tembaga harus bersih dari segala bentuk minyak atau semacamnya agar pelarutan dapat dilakukan dengan sempurna
- 2) Penyemprotan positip 20 antara papan dengan nosel berkarak kira-kira 30 cm

e. Tes Formatif 2

- 1) Sebutkan peralatan dan bahan yang digunakan untuk proses penggambaran jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong dengan metode fotografik !
- 2) Jelaskan langkah-langkah dalam penggambaran jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong dengan metode fotografik !

- 3) Pindahkan gambar pada jalur rangkaian Power Supply seperti pada Gambar 3 halaman 12 ke papan lapis tembaga kosong dengan metode fotografik !

f. Kunci Jawaban Formatif 2

- 1) Peralatan dan bahan yang digunakan untuk proses penggambaran jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong dengan metode fotografik :
 - a) Baskom kecil
 - b) Positip 20
 - c) Soda api
 - d) Papan lapis tembaga
 - e) Lampu untuk penyinaran
- 2) Lihat Gambar 5. Proses Penggambaran Papan Lapis Tembaga Metode Fotografik, halaman 14
- 3) Penilaian berdasarkan kerapian, ketelitian, dan kebenaran layout PCB terhadap rangkaian elektronika. Contoh dari layout PCB rangkaian elektronika di atas (power supply) ada pada halaman 12 Gambar 4.

g. Lembar Kerja 2

Alat dan bahan :

- 1) Baskom kecil
- 2) Positip 20
- 3) Soda api
- 4) Papan lapis tembaga
- 5) Lampu untuk penyinaran

Kesehatan dan Keselamatan Kerja :

- 1) Gunakan sarung tangan karet saat bekerja dengan bahan kimia dan usahakan cepat cuci anggota badan yang terkena cairan zat kimia.
- 2) Setelah selesai, tempatkan larutan kimia dalam botol dan disimpan pada almari khusus.

- 3) Lakukan pekerjaan-pekerjaan tersebut dengan hati-hati baik terhadap alat, benda dan diri anda sendiri.
- 4) Laporkan pada instruktur bila terjadi sesuatu masalah.

Langkah Kerja :

- 1) Siapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan ini.
- 2) Siapkan film positif yang akan digunakan.
- 3) Siapkan papan lapis tembaga kosong yang akan digunakan
- 4) Lapsi papan lapis tembaga kosong dengan positif 20 (dikerjakan dalam ruang gelap)
- 5) Keringkan lapisan positif 20 (masih dalam ruang gelap)
- 6) Lakukan penyinaran seperti dalam petunjuk.
- 7) Lakukan pemeriksaan dan perbaikan kecil
- 8) Perkeras resist dengan cara dikeringkan.
- 9) Bila telah selesai rapikan alat dan bahan, kemudian kembalikan ke tempat semula.

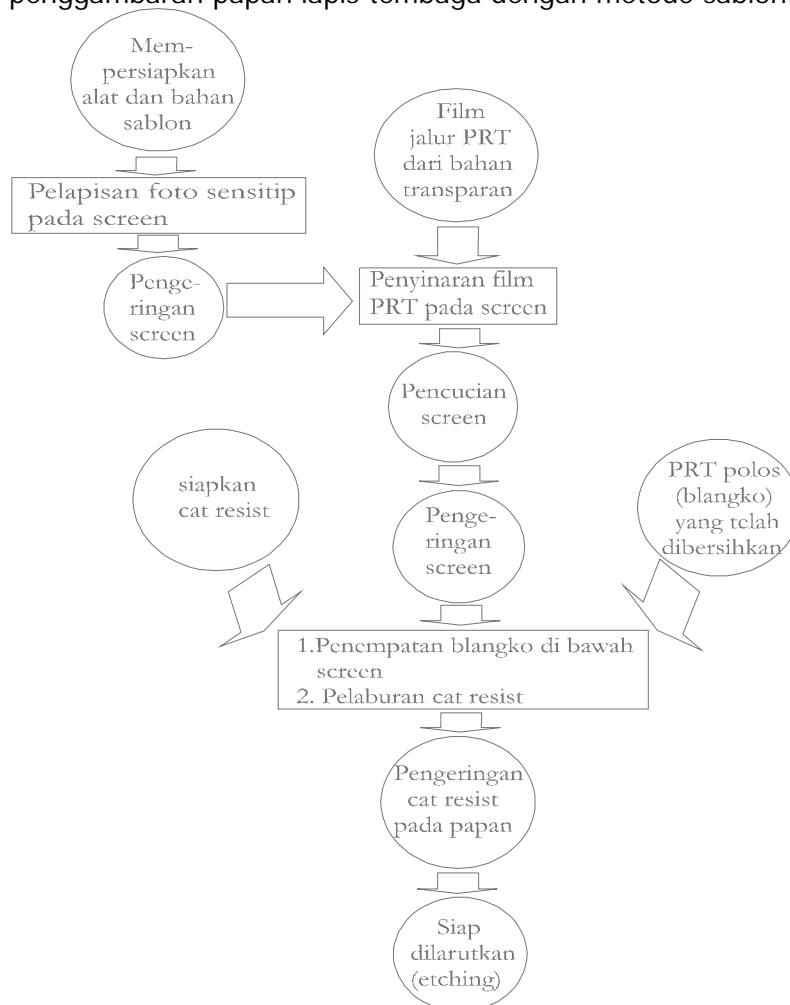
3. Kegiatan Belajar 3 : Penggambaran Papan Lapis Tembaga dengan Metode Sablon

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

- 1) Peserta diklat mampu membuat screen jalur pengawatan PCB.
- 2) Peserta diklat mampu mengerjakan proses sablon jalur pengawatan PCB.
- 3) Peserta diklat mampu menjelaskan urutan-urutan dan peralatan pada pembuatan PCB dengan metode sablon.

b. Uraian Materi 3

Gambar 9 di bawah ini menunjukkan blok diagram cara atau proses penggambaran papan lapis tembaga dengan metode sablon.



Gambar 9. Blok Diagram Penggambaran Papan Lapis Tembaga dengan Metode Sablon

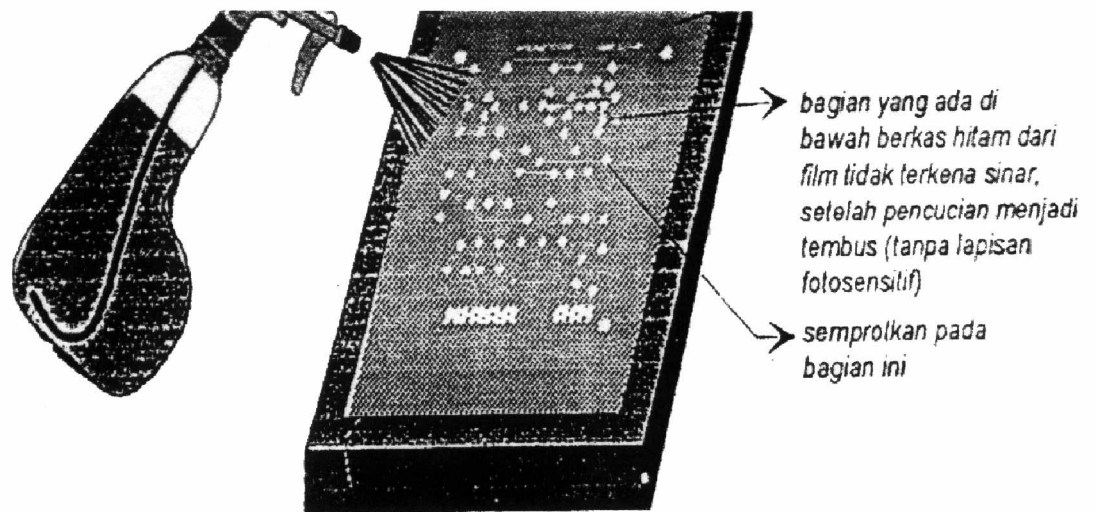
Cara kerja/petunjuk kerja dalam penggambaran papan lapis tembaga dengan metode sablon adalah sebagai berikut :

1) Mempersiapkan Screen

Bersihkan screen dari bekas pemakaian gambar penyablonan yang telah lalu. Proses pembuatan larutan pembersih screen ditunjukkan pada Gambar 10, sedangkan untuk proses pembersihan screen ditunjukkan dalam Gambar 11 berikut ini.



Gambar 10. Pembuatan Larutan Pembersih Screen



Gambar 11. Pembersihan Screen yang Telah Dipakai

2) Pembuatan Bahan Larutan Foto Sensitif

Bahan foto sensitif yang digunakan untuk proses pembuatan larutan foto sensitif adalah sebagai berikut :

- a) Ulano 133 atau 569

- b) Deima
- c) Autosol 300
- d) Cromatin

Bahan-bahan tersebut dapat dibeli di toko-toko yang menjual alat-alat percetakan. Untuk poin a, b dan c terdapat dalam dua macam kemasan (botol), yang harus dicampur sendiri dengan cara mencampurkan keduanya dan diaduk sampai rata. Pencampuran dilakukan tanpa terkena sinar matahari atau sinar lampu langsung. Setelah pencampuran rata, tunggu beberapa saat untuk memberi kesempatan kedua campuran tadi bereaksi dengan sempurna. Untuk poin d, bahan dalam bentuk di mana cara pembuatan larutannya dibuat dengan cara merebus dengan air panas, dengan perbandingan 1 : 5 (cromatin : air). Ini dapat dilihat dari hasil perebusan, cromatin akan larut semua dalam waktu sekitar 5 menit.

Bahan dan proses pembuatan larutan foto sensitip ditunjukkan dalam Gambar 12.



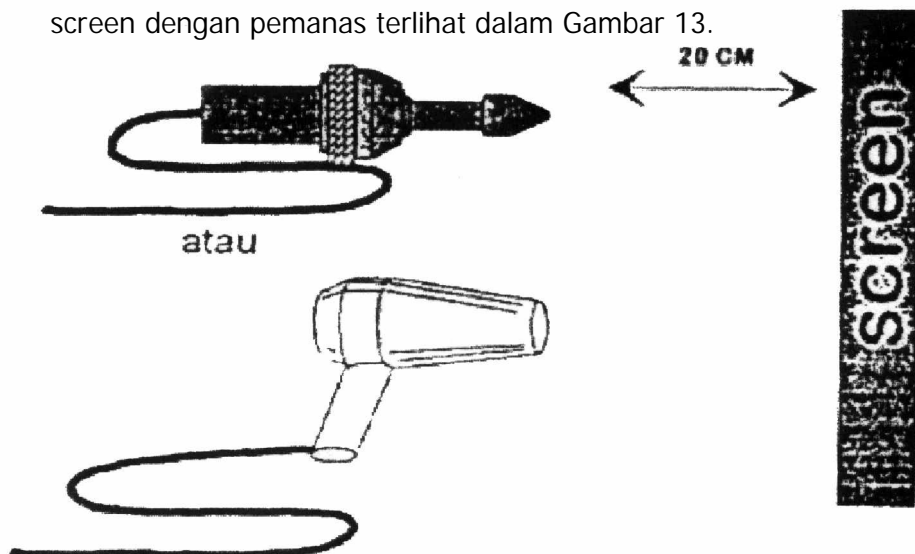
Gambar 12. Bahan dan Proses Pembuatan Fotosensitif

3) Melapisi Screen dengan Bahan Foto Sensitip

Siapkan screen yang sudah dibersihkan, kemudian oleskan bahan foto sensitip yang telah dibuat pada screen bagian luar sampai rata, lihat bagian dalam screen bila ada bahan foto sensitip yang terlalu tebal pada bagian dalam ratakan.

Periksa sekali lagi proses pelapisan bahan foto sensitip dengan cara melihat screen ke arah sumber penerangan, untuk mengetahui apakah screen sudah tertutup dengan sempurna. (sumber penerangan bukan dari sinar lampu atau sinar matahari langsung).

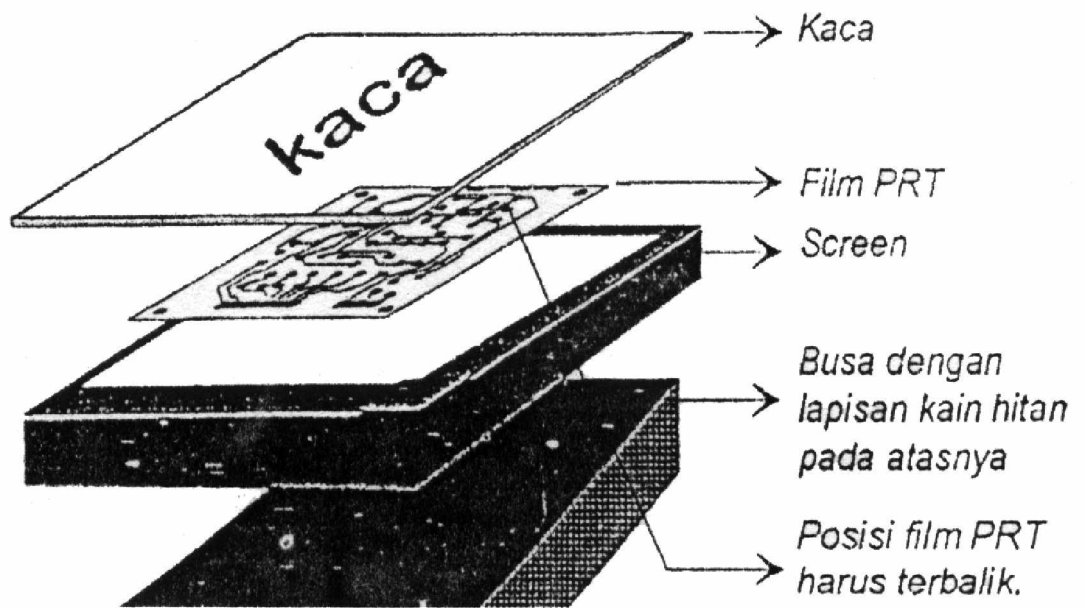
Keringkan screen yang sudah dilapisi foto sensitip pada oven atau dengan menggunakan pemanas atau hair dryer agar lapisan foto sensitip jadi kering (tidak kelihatan mengkilat) keringkan di dalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari. Contoh pengeringan screen dengan pemanas terlihat dalam Gambar 13.



Gambar 13. Pengeringan Screen dengan Pemanas

4) Pemindahan Gambar Film PCB pada Screen

Siapkan bahan-bahan yang diperlukan, kemudian atur kedudukan film PCB, busa, kain hitam dan kaca seperti pada Gambar 14.

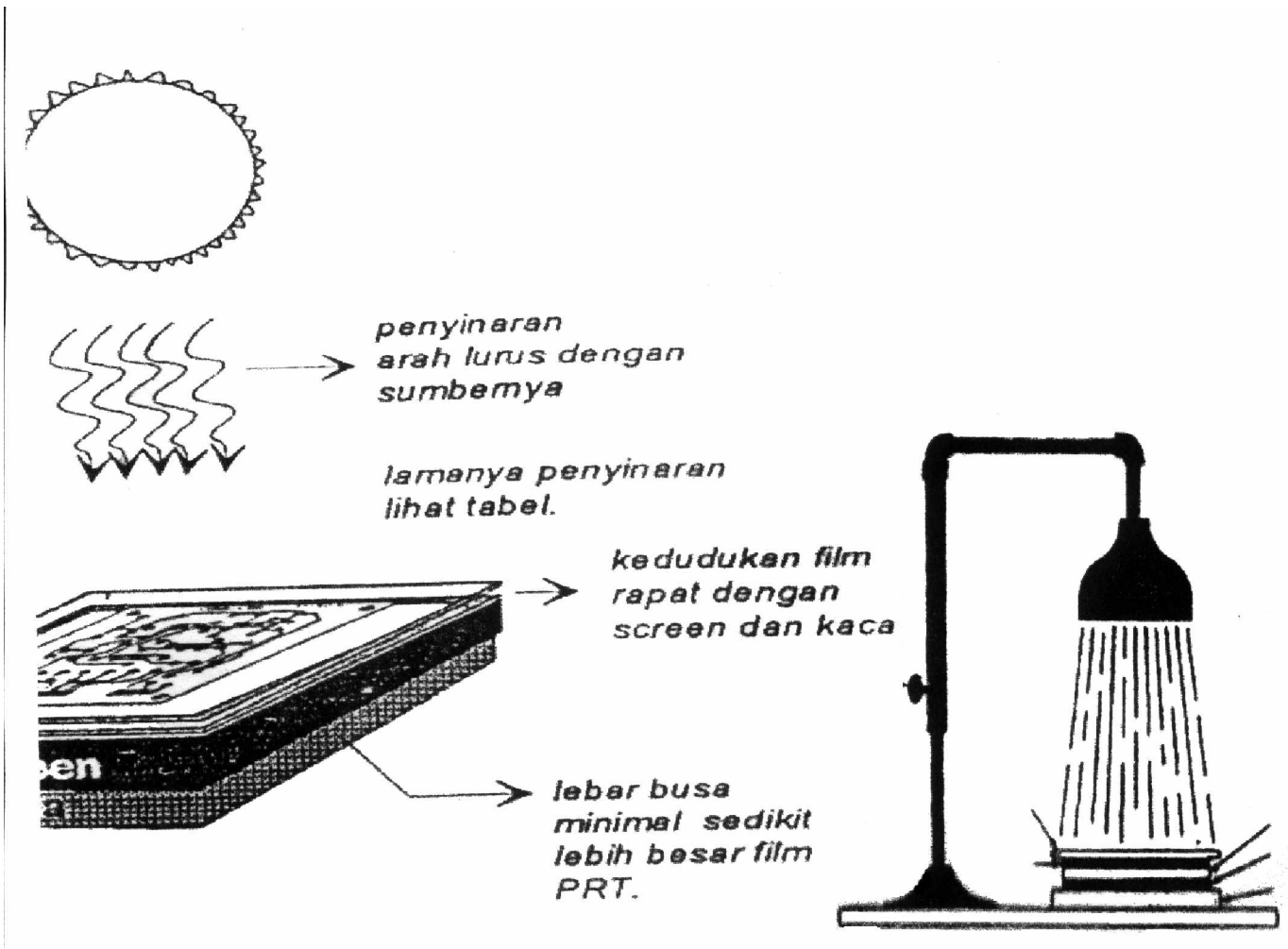


Gambar 14. Susunan Komponen Saat Penyinaran

Atur posisi film PCB yang ada di atas screen supaya tetap (tidak berubah) sampai selesainya penyinaran. Adakan penyinaran dengan sinar matahari langsung pada screen dengan ketentuan waktu seperti yang ada dalam Tabel 1. Proses penyinaran pada screen ditunjukkan oleh Gambar 15.

Tabel 1. Ketentuan lamanya waktu penyinaran

Waktu (WIB)	Lama penyinaran (menit)	Keterangan
07.00 – 09.00	1,5 menit	Keadaan matahari cerah atau tidak ada mendung
09.00 – 12.00	1 menit	
12.00 – 14.00	50 detik	
14.00 – 16.00	1 menit	



Gambar 15. Proses Penyinaran pada Matahari (kiri) atau Lampu (kanan)

Lepas fim PCB, kaca dan busa pengganjal, lalu ambil screen untuk dibersihkan menggunakan air, dengan cara menyemprot screen (dengan gambar pindahan dari film PCB) menggunakan hair dryer. Setelah dibersihkan jemur screen pada terik matahari, hal ini dimaksudkan untuk mengeringkan screen dan sekaligus untuk memperkuat lapisan foto sensitipnya. Gambar 16 menunjukkan proses pencucian screen setelah proses penyinaran



Gambar 16. Proses Pencucian Screen Setelah Proses Penyinaran

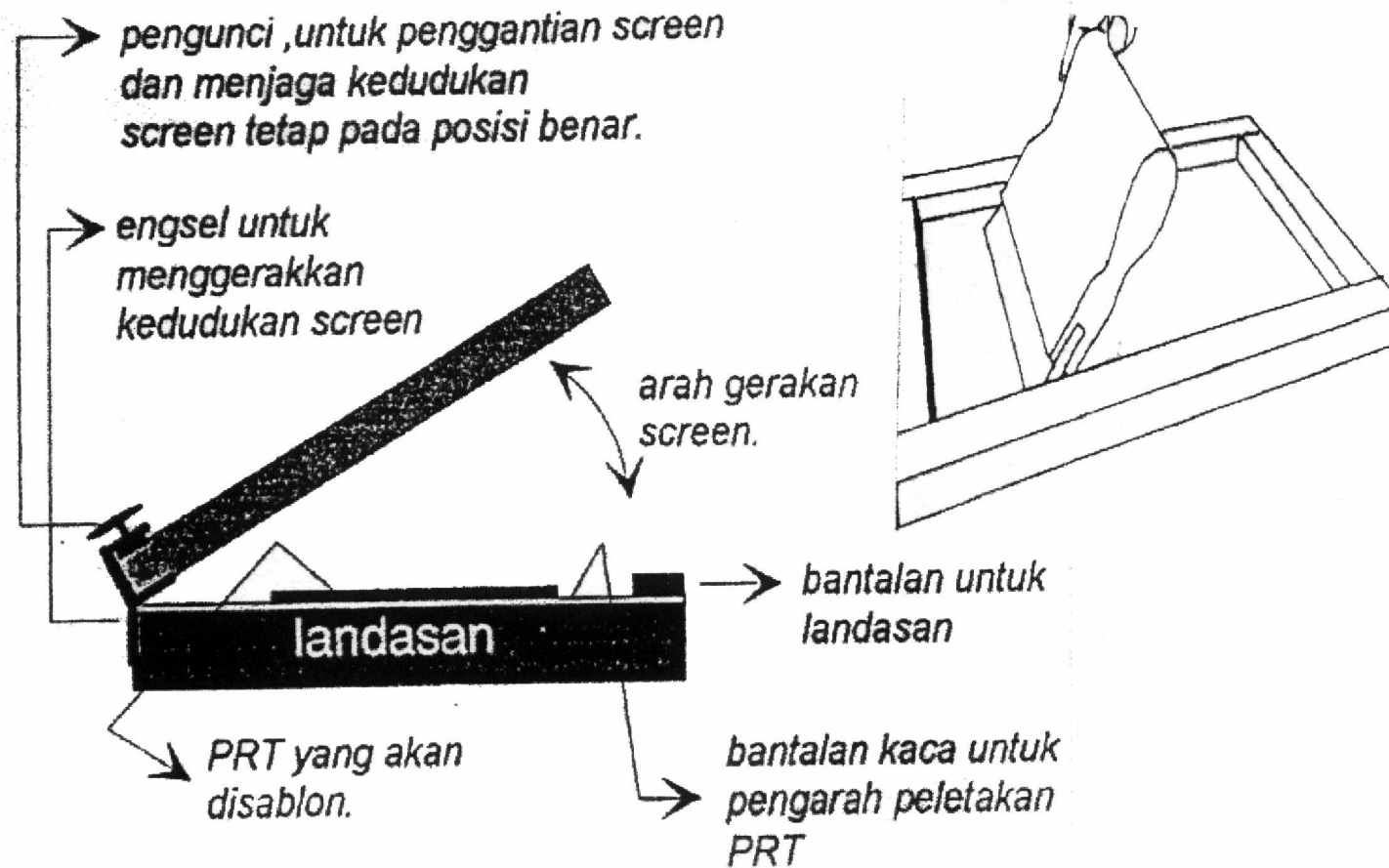
5) Proses Penyablonan (Pembuatan Gambar pada PCB)

Siapkan alat dan bahan yang diperlukan kemudian tepatkan posisi screen, meja dudukan dan alas kaca tempat PCB yang akan disablon supaya pas (rata).

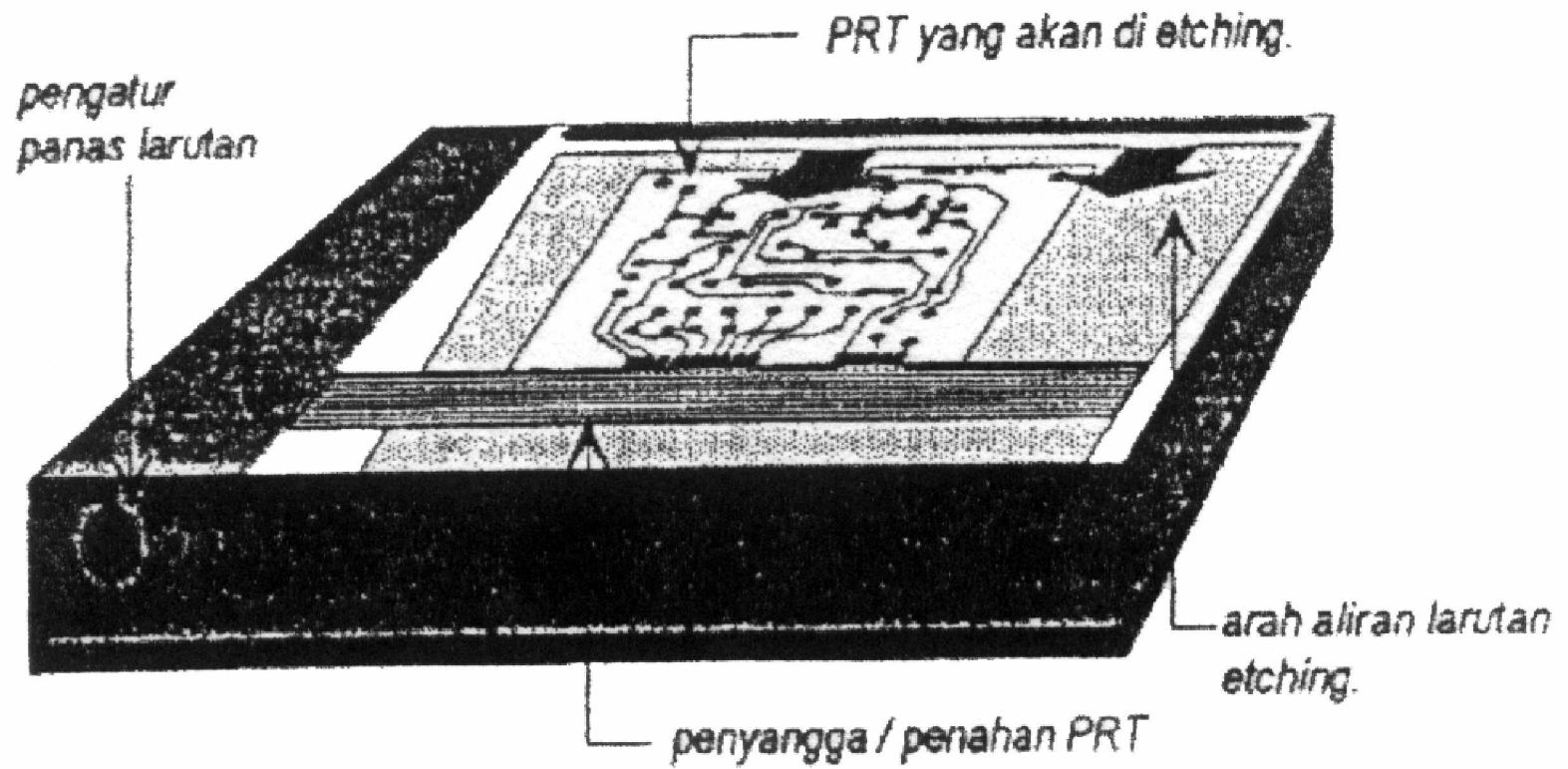
Oleskan tinta pada screen dan ratakan dengan rakel tinta tersebut, terutama pada bagian yang tergambar pada screen, Buatlah percobaan pada lembaran kertas hasil penyablonan beberapa kali sampai mendapatkan hasil yang terbaik, sebelum disablonkan pada PCB. Ulangi langkah di atas dengan menyablonkan pada PCB.

Keringkan PCB hasil penyablonan pada oven, pemanas atau sinar matahari langsung.

Periksa lagi hasil penyablonan, jika ada garis atau blok yang kurang rata, putus atau gandeng untuk dibetulkan dengan menggunakan spidol tahan air. Kemudian keringkan hasil pembedulan sebelum proses etching. Perlengkapan dan penempatan alat sablon ditunjukkan oleh Gambar 17, sedangkan Gambar 18 menunjukkan gambar screen yang siap disablonkan.



Gambar 17. Perlengkapan dan Penempatan Alat Sablon



Gambar 18. Gambar Screen Yang Siap Di Sablonkan

c. Rangkuman 3

Bahan foto sensitip yang digunakan untuk membuat larutan foto sensitip diantaranya Ulano 133 atau 569, Deima, Autosol 300, dan Cromatin

d. Tugas 3

Periksa hasil penyablonan, jika ada garis atau blok yang kurang rata, putus, ataupun gandeng dapat dibetulkan dengan menggunakan spidol tahan air/water resist

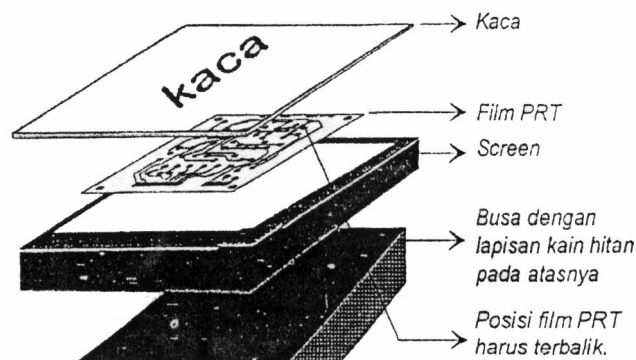
e. Tes Formatif 3

- 1) Sebutkan alat dan bahan apa yang digunakan untuk proses penggambaran dengan sablon serta apa pengaruh bahan sablon terhadap tubuh manusia dan alam sekitarnya bila dalam pemakaian alat dan bahan tersebut tidak berhati-hati !
- 2) Jelaskan langkah langkah penggambaran pada screen !
- 3) Tuliskan langkah-langkah penyablonan pada papan lapis tembaga !
- 4) Pindahkan gambar pada jalur rangkaian Power Supply seperti pada Gambar 3 halaman 12 ke papan lapis tembaga kosong dengan metode sablon !

f. Kunci Jawaban Formatif 3

- 1) Alat dan bahan yang digunakan untuk proses penggambaran dengan sablon :
 - a) Screen
 - b) Larutan foto sensitip
 - c) Larutan pembersih
 - d) Alat pengering/pemanas (dryer)
 - e) Kaca
 - f) Busa pengganjal
- 2) Langkah-langkah penggambaran pada screen :

Siapkan bahan-bahan yang diperlukan, kemudian atur kedudukan film PRT, busa, kain hitam dan kaca seperti pada Gambar 19 berikut :



Gambar 19. Pengaturan Kedudukan Komponen Dalam Penggambaran Screen

Atur posisi film PCB yang ada di atas screen supaya tetap (tidak berubah) sampai selesainya penyinaran. Adakan penyinaran dengan sinar matahari langsung pada screen.

Lepas film PCB, kaca dan busa penganjal, lalu ambil screen untuk dibersihkan menggunakan air, dengan cara menyemprot screen (dengan gambar pindahan dari film PCB) menggunakan hair dryer. Setelah dibersihkan jemur screen pada terik matahari, hal ini dimaksudkan untuk mengeringkan screen dan sekaligus untuk memperkuat lapisan foto sensitipnya.

- 3) Lihat Gambar 9. Blok Diagram Penggambaran Papan Lapis Tembaga dengan Metode Sablon, halaman 21
- 4) Penilaian berdasarkan kerapian, ketelitian, dan kebenaran layout PCB terhadap rangkaian elektronika. Contoh dari layout PCB rangkaian elektronika di atas (power supply) ada pada halaman 12 Gambar 4.

g. Lembar Kerja 3

Alat dan bahan :

- 1) Driyer
- 2) Rakel
- 3) Kapur dan papan tulis

- 4) Screen
- 5) Foto sensitip
- 6) Spryer
- 7) Soda api
- 8) Larutan pembersih
- 9) Was lap

Kesehatan dan Keselamatan Kerja :

- 1) Gunakan sarung tangan karet saat bekerja dengan bahan kimia dan usahakan cepat cuci anggota badan yang terkena cairan zat kimia.
- 2) Setelah selesai, tempatkan larutan kimia dalam botol dan simpan pada almari khusus
- 3) Bila larutan telah jenuh buanglah ke dalam tanah dan ditimbun.
- 4) Jangan membuang bekas air proses (limbah) pada sembarang tempat.
- 5) Jangan sampai terjadi ceceran tinta atau benda-benda lain yang tidak pada tempatnya.
- 6) Lakukan pekerjaan-pekerjaan tersebut dengan hati-hati baik terhadap alat, benda dan diri anda sendiri.
- 7) Laporkan pada instruktur bila terjadi sesuatu masalah.
- 8) Bila telah selesai rapikan alat dan bahan, kemudian kembalikan ke tempat semula.

Langkah Kerja :

- 1) Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan ini.
- 2) Persiapkan screen yang akan dipakai.
- 3) Bila screen bekas pakai, maka harus dibersihkan dahulu. Bila screen dalam kondisi baru, berarti bisa langsung dipakai
- 4) Persiapkan bahan larutan foto sensitip sesuai petunjuk yang ada.
- 5) Lapsi screen dengan bahan foto sensitip.
- 6) Pindahkan gambar jalur papan rangkaian tercetak dari film ke screen dengan cara seperti petunjuk nomor 4 di lembar informasi.

- 7) Cucilah hasil penyinaran tadi dengan air seperti petunjuk dan periksalah apakah screen yang seharusnya buntu masih berlobang atau sebaliknya.
- 8) Lakukan penyablonan dengan memperhatikan petunjuk nomor 5 dalam lembar informasi.
- 9) Setelah selesai penyablonan dari tiap-tiap PRT, lakukan penjemuran untuk mengeringkan cat yang baru disablon agar tidak mengelupas (rusak).
- 10) Bila sudah selesai dari pekerjaan penyablonan ini, rapikan semua peralatan yang dipakai, kemudian kembalikan dan tempatkan masing masing bahan / peralatan pada tempat semestinya.
- 11) Laporkan hasil pekerjaan anda pada guru pembimbing (pengajar).

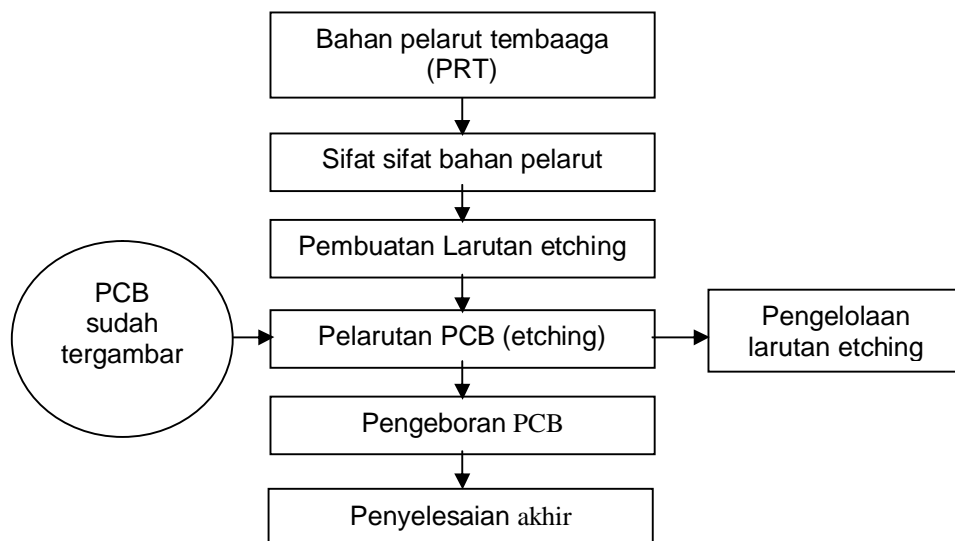
4. Kegiatan Belajar 4 : Pelarutan (Etching) dan Pengeboran PCB/PRT

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

- 1) Peserta diklat mampu melakukan proses pelarutan (etching)
- 2) Peserta diklat mampu melakukan pengeboran papan PCB

b. Uraian Materi 4

Struktur Materi / Pekerjaan dari pelarutan dan pengeboran papan rangkaian tercetak secara blok diagram ditunjukkan oleh gambar 20.



Gambar 20. Blok Diagram Pelarutan dan Pengeboran PCB

Cara kerja / petunjuk dari proses pelarutan dan pengeboran papan rangkaian tercetak adalah sebagai berikut :

1) Bahan Pelarut Tembaga

Untuk menghilangkan lapisan tembaga pada papan PCB yang tidak tergambar pola jalur (tidak tertutup tinta) adalah dengan melakukan etching (pelarutan). Ada beberapa bahan kimia yang dapat dipergunakan untuk etching diantaranya adalah larutan :

- a) Feri Clorida (FeCl_3)
- b) Natrium Sulfat (Na_2SO_4)

- c) Asam Nitrat (HNO_3)
- d) Asam Clorida + Perhidrosida ($\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$)

2) Sifat-sifat Larutan Etching

Bahan-bahan untuk proses pelarutan (etching) di atas mempunyai beberapa sifat khusus, diantaranya adalah :

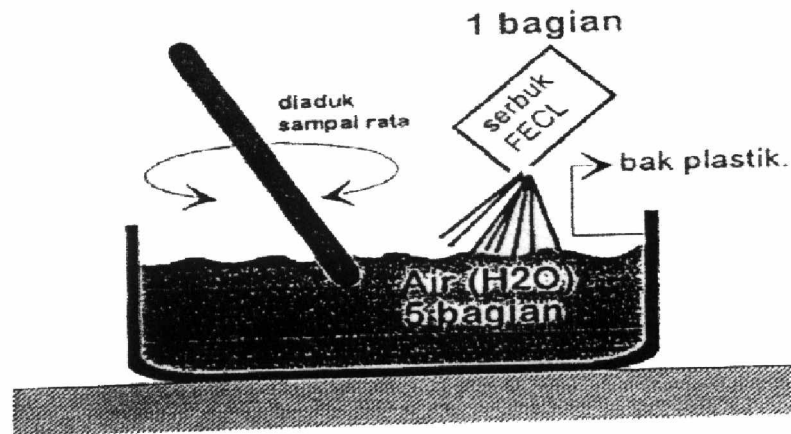
- a) Dapat melarutkan tembaga
- b) Dapat menyebabkan korosi pada logam
- c) Mengendap dalam air dan endapan berwarna coklat yang berbau
- d) Bersifat asam kuat yang panas
- e) Peka terhadap kulit tubuh manusia (menimbulkan gatal-gatal)
- f) Dapat menimbulkan gas (gas NO_2) yang dapat membuat iritasi pada mata atau bila terhirup dalam jumlah yang banyak dapat mengakibatkan kanker paru-paru.
- g) Dapat membunuh mikro organisme dalam tanah sehingga tanah kurang subur.
- h) Jika bercampur dengan air hujan dapat menimbulkan asam.

3) Pembuatan Larutan Etching

Bahan-bahan untuk proses pelarutan PCB dapat dibeli di toko-toko bahan kimia atau toko-toko elektronik. Ferri Clorida (FeCl_3) dan Natrium Sulfat (Na_2SO_4) dijual dalam bentuk padat (sebuk), sedang Asam Nitrat (HNO_3) dan Asam Clorida + perhidrosida ($\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$) dijual dalam bentuk larutan pekat. Selanjutnya bahan-bahan tersebut dapat dibuat larutan etching sebagai berikut :

a) Larutan FeCl_3

Campurkan serbuk FeCl_3 dengan air, dengan perbandingan 1 : 5 (satu bagian FeCl_3 dan 5 bagian air). Kemudian aduk sampai serbuk FeCl_3 larut semua. Gambar 21 menunjukkan cara pembuatan larutan FeCl_3 .



Gambar 21. Pembuatan larutan FeCl_3

b) Larutan Na_2SO_4

Campurkan serbuk Na_2SO_4 dengan air, dengan perbandingan 1 : 25 (satu bagian FeCl_3 dan 25 bagian air). Kemudian aduk sampai serbuk Na_2SO_4 larut semua.

c) Larutan HNO_3

Lakukan pengenceran HNO_3 , yaitu dengan menambah larutan HNO_3 dengan air dengan perbandingan 1 : 3.

d) Larutan $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$

Lakukan pengenceran $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$ dengan menambahkan air dengan perbandingan 20 : 4 :1 (20 bagian HCl , 4 bagian H_2O_2 , dan 1 bagian air)

Perhatian:

(1) Bahan tersebut di atas sangat peka terhadap kulit, maka gunakan sarung tangan saat bekerja dengan bahan kimia tersebut.

(2) Gunakan bak plastik (non logam) untuk tempat larutan etching.

4) Proses Pelarutan (Etching)

Untuk melarutkan lapisan tembaga di luar pola yang sudah tergambar pada PCB dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a) Secara Konvensional

Masukan PCB ke dalam larutan etching kemudian goyang-goyang sampai semua tembaga yang tidak tergambar (tidak tertutup tinta) larut semua.

b) Dengan Mesin Etching

Letakkan PCB pada bidang pengaliran larutan etching. Nyalakan mesin dan tunggu beberapa saat hingga semua tembaga yang tidak tergambar (tidak tertutup tinta) larut semua.

Untuk mempercepat proses pelarutan (etching) dapat dilakukan dengan cara :

- (1) Menggoyang-goyang bak plastik tempat proses etching.
- (2) Mengalirkan larutan etching pada permukaan PCB
- (3) Menaikan suhu larutan (dengan menggunakan air panas dalam pembuatan etching).

5) Pengelolaan Larutan Etching

Larutan etching merupakan bahan kimia yang dapat merusak (mengganggu) baik diri manusia maupun lingkungan. Untuk itu perlu adanya penanganan khusus dalam pemakaian larutan etching. Di bawah ini ada beberapa cara yang dapat dilaksanakan untuk menangani larutan etching :

- a) Gunakan larutan etching secara efektif dan efisien
- b) Pakai sarung tangan dan masker saat bekerja dengan larutan etching
- c) Jangan membuang larutan etching disembarang tempat, terutama pada aliran air yang langsung dikonsumsi oleh masyarakat.
- d) Buang larutan etching setelah kondisinya jenuh dan setelah melalui proses netralisir kedalam tanah (ditimbun).
- e) Jika sudah selesai memakai larutan etching masukan dalam botol yang rapat dan tempatkan dalam almari khusus.

6) Menetralkan Limbah Larutan Etching

- a) Tambahkan soda api (NaOH) pada limbah larutan etching sedikit demi sedikit.

- b) Periksa PH (derajat keasaman) limbah larutan etching dengan kertas lakmus setiap penambahan NaOH .
- c) Bila hasil pencelupan kertas lakmus ke dalam limbah larutan etching mengakibatkan perubahan warna kertas lakmus sepadan dengan PH 7 hentikan penambahan NaOH .
- d) Limbah larutan sudah netral dan bisa dibuang ke dalam tanah (ditimbun).

7) Pengeboran PCB

PCB yang sudah dilarutkan, dapat dibersihkan tintanya (yang menempel pada gambar jalur) dengan menggunakan steel wool. Caranya adalah dengan menggosok-gosokan beberapa kali hingga lapisan tembaga PCB bersih mengkilat. Selanjutnya PCB tersebut siap untuk dibor pada bagian-bagian kaki komponen atau bagian lain yang dikehendaki. Pengeboran dapat dilakukan dengan mesin bor permanen atau portable. Pemilihan mata bor disesuaikan dengan diameter lubang kaki komponen (0,5 – 1 mm).

8) Penyelesaian Akhir

Apabila PCB yang sudah jadi akan digunakan untuk waktu yang lama (tidak langsung digunakan), maka lapisan tembaganya perlu dilapisi dengan vernis atau lah bening. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi oksidasi pada lapisan tembaga PCB yang dapat menyebabkan sulitnya dalam penyolderan.

c. Rangkuman 4

- 1) Bahan kimia yang digunakan dalam proses pelarutan/etching diantaranya Feri Clorida (FeCl_3), Natrium Sulfat (Na_2SO_4), Asam Nitrat (HNO_3), Asam Clorida + Perhidrosida ($\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$)
- 2) Sifat-sifat larutan Etching :
 - a) Melarutkan tembaga
 - b) Menyebabkan korosi pada logam
 - c) Mengendap dalam air dan berwarna coklat serta bau
 - d) Menimbulkan gatal-gatal

- e) Menimbulkan gas NO_2 yang dapat menyebabkan iritasi
 - f) Jika bercampur dengan air hujan menimbulkan asam
 - g) Membunuh mikroorganisme dalam tanah
- 3) Proses pelarutan bisa dilakukan secara konvensional maupun menggunakan mesin etching
 - 4) Untuk mempercepat proses pelarutan (etching) dapat dilakukan dengan menggoyang-goyang bak plastik tempat proses etching, mengalirkan larutan etching pada permukaan PCB, menaikkan suhu larutan

d. Tugas 4

- 1) Tempat larutan etching harus dari bahan non Logam agar tidak terjadi korosi
- 2) Pemilihan mata bor disesuaikan dengan diameter lubang kaki komponen yakni sekitar 0,5 – 1 mm
- 3) Limbah larutan etching sebelum dibuang ke ssalam, hendaknya dinetralisir terlebih dahulu, bisa menggunakan soda api (NaOH)
- 4) Jika PCB yang sudah jadi tidak langsung digunakan, maka lapisan tembaga perlu dilapisi dengan vernis agar tidak terjadi oksidasi yang menyebabkan sulitnya dalam penyolderan

e. Tes Formatif 4

- 1) Sebutkan tiga bahan kimia yang dapat dipakai sebagai pelarut tembaga pada PCB!
- 2) Mengapa tempat larutan etching harus dari bahan non Logam ?
- 3) Bagaimana cara membuat larutan etching dari bahan serbuk feri chlorida (FeCl_3) ?
- 4) Sebutkan tiga cara untuk mempercepat proses pelarutan (etching) !
- 5) Jelaskan cara menangani larutan etching dalam rangka mengurangi pencemaran lingkungan !

f. Kunci Jawaban Formatif 4

- 1) Tiga bahan kimia yang dapat dipakai sebagai pelarut tembaga pada PCB antara lain :
 - a) Feri Clorida (FeCl_3)
 - b) Natrium Sulfat (Na_2SO_4)
 - c) Asam Nitrat (HNO_3),
- 2) Agar tidak terjadi reaksi kimia yang dapat menimbulkan korosi pada logam
- 3) Cara membuat larutan etching dari bahan serbuk feri chlorida (FeCl_3) adalah sebagai berikut :

Campurkan serbuk FeCl_3 dengan air, dengan perbandingan 1 : 5 (satu bagian FeCl_3 dan 5 bagian air). Kemudian aduk sampai serbuk FeCl_3 larut semua
- 4) Tiga cara untuk mempercepat proses pelarutan (etching) :
 - a) Menggoyang-goyang bak plastik tempat proses etching
 - b) Mengalirkan larutan etching pada permukaan PCB
 - c) Menaikan suhu larutan (dengan menggunakan air panas dalam pembuatan etching)
- 5) Cara menangani larutan etching dalam rangka mengurangi pencemaran lingkungan diantaranya :
 - a) Tidak membuang larutan etching disembarang tempat, terutama pada aliran air yang langsung dikonsumsi oleh masyarakat
 - b) Buang larutan etching setelah kondisinya jenuh dan setelah melalui proses netralisir ke dalam tanah (ditimbun). Untuk menetralsirnya bisa digunakan soda api (NaOH)
 - c) Jika sudah selesai memakai larutan etching masukan ke dalam botol yang rapat dan tempatkan ke dalam almari khusus

g. Lembar Kerja 4

Alat dan bahan :

- 1) Mesin bor
- 2) Mata bor

- 3) Kapur dan papan tulis
- 4) FeCl_3 atau larutan etching yang lain
- 5) Air Tawar
- 6) Bak plastik
- 7) PCB yang telah tergambar jalur

Kesehatan dan Keselamatan Kerja :

- 1) Gunakan sarung tangan karet saat bekerja dengan bahan kimia dan usahakan cepat cuci anggota badan yang terkena cairan zat kimia.
- 2) Setelah selesai, tempatkan larutan kimia dalam botol dan disimpan pada almari khusus
- 3) Bila larutan telah jenuh perlu dinetralsir terlebih dahulu sebelum dibuang ke dalam tanah dan ditimbun
- 4) .Jangan membuang bekas air proses (limbah) pada sembarang tempat.
- 5) Lakukan pekerjaan-pekerjaan tersebut sehati-hati mungkin baik terhadap alat, benda dan diri anda sendiri.
- 6) Laporkan pada instruktur bila terjadi sesuatu masalah.

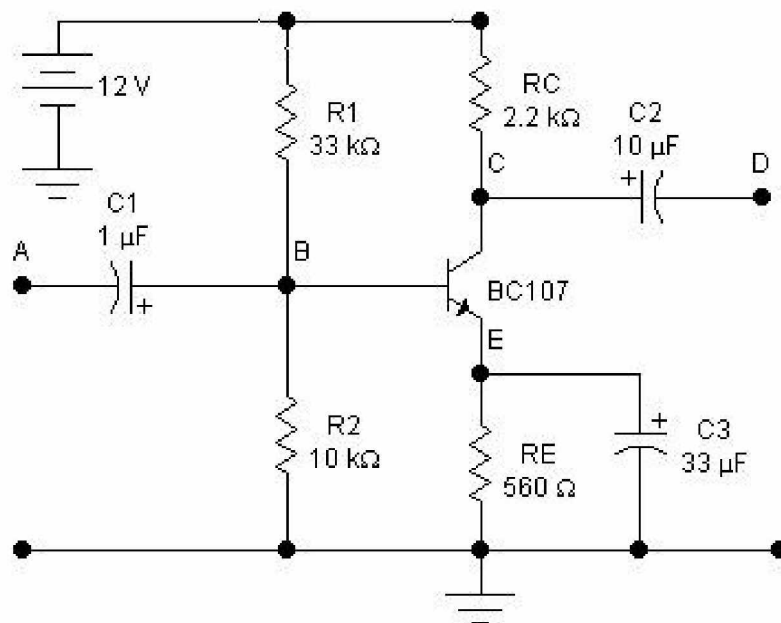
Langkah Kerja :

- 1) Siapkan alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini.
- 2) Siapkan larutan etching ke dalam bak plastik atau mesin etching
- 3) Tempatkan PCB ke dalam larutan etching. Jika menggunakan mesin etching atur penempatan PCB dalam bak pelarut supaya sirkulasi pelarut dapat menyapu ke seluruh permukaan PCB.
- 4) Untuk mempercepat pelarutan PCB, bak plastik digoyang-goyang, hati-hati jangan sampai larutan tumpah ke luar.
- 5) Tunggu beberapa saat sampai bagian lapisan tembaga yang tidak tergambar (tidak ada tintanya) larut semua.
- 6) Cuci PCB yang sudah selesai dilarutkan dengan air sampai bersih, kemudian keringkan
- 7) Gosoklah lapisan tinta pada PCB dengan steel wool

- 8) Lakukan pengeboran pada titik kaki komponen atau lubang yang dikehendaki PCB. Pilihlah diameter mata bor yang sesuai.
- 9) Bila PCB yang sudah jadi tidak langsung digunakan dalam waktu yang lama perlu melapisi lapisan tembaga dengan vernis atau lak bening.

A. PERTANYAAN

1. Gambarkan skema urutan langkah-langkah dalam penggambaran jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong dengan metode gambar langsung !
2. Gambarkan skema urutan langkah-langkah dalam penggambaran jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong dengan metode fotografik !
3. Bahan kimia apa sajakah yang dapat digunakan sebagai pelarut (etching) tembaga pada PCB?
4. Sebutkan cara menangani larutan etching dalam rangka mengurangi pencemaran terhadap lingkungan !
5. Buatlah PCB dari gambar Rangkaian Penguat Tunggal Emitor berikut. Gunakan salah satu metode yang telah diuraikan di atas. Ingat kerapian, ketelitian, kebenaran, dan ketepatan waktu dalam mengerjakan tugas Anda sebagai acuan dalam penilaian tugas.



Gambar 22. Rangkaian Penguat Tunggal Emitor

B. KUNCI JAWABAN EVALUASI

1. Lihat Gambar 2. Struktur Kerja Pembuatan PCB Metode Gambar Langsung, halaman 10
2. Lihat Gambar 5. Struktur Kerja Pembuatan PCB Metode Fotografik, halaman 14
3. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pelarut (etching) tembaga pada PRT antara lain :
 - a. Feri Clorida (FeCl_3)
 - b. Natrium Sulfat (Na_2SO_4)
 - c. Asam Nitrat (HNO_3)
 - d. Asam Clorida + Perhidrosida ($\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$)
4. Cara menangani larutan etching dalam rangka mengurangi pencemaran terhadap lingkungan diantaranya dengan :
 - a. Tidak membuang larutan etching disembarang tempat, terutama pada aliran air yang langsung dikonsumsi oleh masyarakat
 - b. Buang larutan etching setelah kondisinya jenuh dan setelah melalui proses netralisir ke dalam tanah (ditimbun). Untuk menetralsirnya bisa digunakan soda api (NaOH)
 - c. Jika sudah selesai memakai larutan etching masukan ke dalam botol yang rapat dan tempatkan ke dalam almari khusus
5. Penilaian berdasarkan kerapian, ketelitian, dan kebenaran layout PCB terhadap rangkaian elektronika.

C. KRITERIA PENILAIAN

Kriteria	Skor (1-10)	Bobot	Nilai	Keterangan
Kognitif (soal no 1 s/d 4)		4		Syarat lulus nilai minimal 70
Kebenaran pengawatan PCB		3		
Kerapian, kebersihan, ketelitian		2		
Ketepatan waktu		1		
Nilai Akhir				

BAB IV PENUTUP

Peserta diklat yang telah mencapai syarat kelulusan minimal disarankan melanjutkan modul EI.004, EI.00.6 dan EI.011. Sebaliknya, apabila peserta diklat dinyatakan tidak lulus, maka peserta diklat harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan untuk mengambil modul selanjutnya.

Jika peserta diklat telah lulus menempuh 27 modul, maka peserta diklat berhak mendapatkan sertifikat kompetensi Mengoperasikan Peralatan Industri Berbasis Peralatan Elektronik.

DAFTAR PUSTAKA

Pratomo, 1995. Tuntunan Praktis Perancangan dan pembuatan PCB, Elex Media Komputindo, Jakarta

http://www.chronobuilding.co.id/elektronik/membuat_PCB.htm, 22 Desember 2003, pukul 22.45 WIB