

**LAPORAN PENELITIAN  
DOSEN MUDA**



**MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KUALITAS  
PEMBUATAN PAPAN RANGKAIAN TERCETAK SATU  
LAPIS DENGAN MENGGUNAKAN METODE PEMANASAN**

Oleh:

Drs. Totok Sukardiyono, MT. (Ketua)

Suprpto, S.Pd., MT. (Anggota)

**DIBIYAI OLEH  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PEKERJAAN  
PENELITIAN  
NOMOR 036/SP2H/PP/DP2M/III/2007 TANGGAL 29 MARET 2007**

**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
NOVEMBER 2007**

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Semua peralatan elektronik selalu menggunakan papan rangkaian tercetak (PRT) sebagai alas untuk menempatkan dan menghubungkan komponen-komponen elektronik yang ada didalamnya (Pratomo, 1995). Pembuatan suatu piranti elektronik akan selalu diawali dengan prototype sebelum diproduksi dalam industri. Dalam pembuatan prototype selalu dibutuhkan PRT yang tidak dibuat dengan mesin. Hal ini dikarenakan untuk keperluan prototype hanya diperlukan jumlah yang sedikit. Prototype pada umumnya masih perlu penyempurnaan. Untuk penyempurnaan tersebut akan lebih efisien jika dibuat secara biasa. Ada berbagai cara dalam membuat rangkaian elektronik, diantaranya yaitu:

Menyatukan semua rangkaian elektronik dalam sebuah chip yang terintegrasi atau lebih dikenal dengan integrated circuit (IC),

1. Mengkombinasikan komponen pasif yang berbentuk film diatas substrak keramik atau disebut dengan hybrid IC (Haris, 1993), dan
2. Menyatukan komponen elektronik dengan menggunakan jalur tembaga pada sebuah papan rangkaian tercetak.

Berbagai metode pembuatan papan rangkaian tercetak telah dikembangkan, antara lain adalah:

1. Pembuatan PRT dengan metode menggambar langsung (dengan spidol permanent atau rugos)
2. Pembuatan PRT dengan metode fotografik
3. Pembuatan PRT dengan metode sablon,
4. Pembuatan PRT dengan metode peel and press.
5. Pembuatan PRT dengan metode laser.

Metode 1 sampai 4 merupakan metode yang biasa dipakai oleh para praktisi dan peneliti. Sedangkan metode ke-5 merupakan cara pembuatan PRT yang langsung dicetak melalui mesin dengan memakai teknologi laser yang diperlukan pada piranti dengan ketelitian tinggi, seperti motherboard computer misalnya. Metode ke-5 ini hanya dapat dilakukan oleh industri besar dengan harga yang mahal.

Keempat metode diatas selain metode ke lima adalah metode yang paling banyak dipergunakan oleh masyarakat umum. Dari hasil yang pernah peneliti lakukan dan dari hasil pengamatan metode tersebut dirasa cukup bagus akan tetapi kurang efisien dalam hal biaya dan waktu pembuatan. Oleh karena itu disini perlu adanya suatu metode baru yang dapat mengurangi keterbatasan tersebut.

Salah satu alternatif yang diajukan dalam penelitian ini, untuk mengatasi kelemahan dari keempat metode tersebut diatas adalah pembuatan PRT dengan metode pemanasan. Metode ini merupakan metode baru, karena sepanjang sepengetahuan peneliti belum pernah dilakukan, diteliti dan dicoba oleh peneliti lain. Dengan metode baru ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas pembuatan PRT dikalangan masyarakat umum, praktisi, dan peneliti.

## **B. Perumusan Masalah**

Dari pendahuluan yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat efisiensi pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan.
2. Bagaimana tingkat kualitas hasil dari pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan.

Penelitian ini menekankan pada penggunaan metode baru dalam pembuatan papan rangkaian tercetak yaitu pemanasan. Dimana dengan metode baru ini tingkat efisiensi dan kualitas yang akan diteliti, sehingga dalam penelitian ini dibatasi pada pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis saja. Selain itu metode yang dipakai sebagai pembanding adalah metode pembuatan PRT dengan menggunakan proses sablon.

## **C. Hipotesis**

Dengan melalui pengamatan dari berbagai pembuatan papan rangkaian tercetak yang telah ada selama ini dan kajian literature yang ada, maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. Pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan akan lebih efisien dari pada menggunakan metode sablon.
2. Pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan akan lebih berkualitas dari pada menggunakan metode sablon.

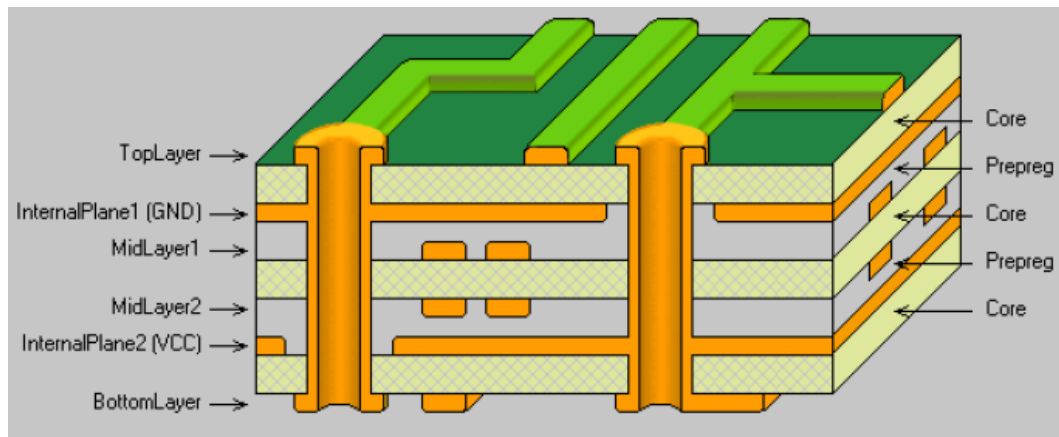
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Papan Rangkaian

Papan rangkaian digolongkan menjadi dua yaitu papan rangkaian kaku dan flexibel, dimana hal ini mengacu pada bahannya. Dengan bahan tembaga yang begitu tipisnya maka jelas mudah ditekuk. Kebanyakan papan rangkaian yang digunakan para praktisi dan pecinta elektronika adalah dari jenis kaku. Ini berarti bahwa papan tersebut tidak bisa ditekuk-tekuk seperti halnya menekuk plastik.

Papan fleksibel dibuat dari berlapis-lapis lembaran tembaga yang dilaminasi antara dua lembar plastik lunak. Plastik memungkinkan papan bisa ditekuk atau dibentuk. Jenis ini biasanya tidak dipergunakan oleh para praktisi karena pembuatnya memerlukan peralatan khusus. Papan rangkaian dibuat dengan lembaran tembaga pada satu sisi atau dua sisinya atau lebih menjadi papan satu muka atau dua muka. Rangkaian-rangkaian yang sederhana cukup menggunakan papan satu muka (*single layer*), atau bahkan sekarang telah berkembang menjadi *multilayer* dimana selain tembaganya pada dua muka ada juga yang diletakkan di tengah-tengah tembaganya, tetapi pembuatan Papan Rangkaian Tercetak (PRT) atau *printed circuit board (PCB)* seperti ini tidak bisa dilakukan oleh para praktisi elektronika karena memerlukan mesin-mesin khusus.

Papan rangkaian dapat dibagi menjadi beberapa subklasifikasi, dimana salah satunya berhubungan dengan lembaran tembaga yang dipergunakan. Kebanyakan bahan yang saat ini digunakan sebagai penghantar adalah lapisan tembaga. Lembaran tembaga dapat dibuat dengan menggulung sebuah balok tembaga pada penggulung baja hingga benar-benar tipis atau dengan cara penyepuhan listrik (*elektroplating*), sehingga diperoleh lembaran tembaga yang cukup lebar. Lempengan tembaga ini dipasang pada bahan alas dengan sejenis bahan perekat yang harus tahan terhadap panas, kimia maupun tegangan listrik.



Gambar 1. Konstruksi Layer PCB

Lapisan tembaga dibuat dalam berbagai ukuran ketebalan, mulai dari 0,0014 sampai dengan 0,0042 inch. Papan rangkain dikelompokkan menurut berat tembaganya tiap-tiap kaki persegi. Ini berkisar 0,5 sampai 3 ons per kaki persegi ( $\text{oz}/\text{ft}^2$ ). Ketebalan tembaga tentu saja akan berhubungan dengan berat. Ukuran berat ini juga menunjukkan besarnya arus listrik yang dapat mengalir melalui tembaga.

Tabel 1. Ketebalan Tembaga serta lebar jalur lintasan.

Berat ( $\text{oz}/\text{ft}^2$ )	Ketebalan foil (inch)	Lebar penghantar (Inch)	Arus (amper)
½	0,0007	0,005	0,13
		0,010	0,50
		0,020	0,70
		0,030	1,00
1	0,0014	0,005	0,50
		0,010	0,80
		0,020	1,40
		0,030	1,90
2	0,0028	0,005	0,70
		0,010	1,40
		0,020	2,20
		0,030	3,00
3	0,0042	0,005	1,00
		0,010	1,90
		0,020	3,00
		0,030	4,00

Dari tabel tersebut di atas diberikan dua buah ukuran, yaitu: ketebalan tembaga serta lebar lintasan penghantar pada papan. Dengan kedua ukuran

tersebut dapat dihitung luas penampang dari jalur lintasan penghantar. Karena luas penampang suatu penghantar menentukan kemampuan maksimum mengalirkan arus listrik, maka jika terjadi yang berlebihan yang melalui penghantar tersebut akan menimbulkan panas. Panas ini akan menyebabkan penghantar terlepas karena lem yang menahannya menjadi lunak. Panas yang lebih akan menyebabkan penghantar mencair, ini akan menyebabkan rangkaian terbuka. Jika terjadi panas yang lebih tinggi lagi akan menyebabkan substrak terbakar.

### **B. PRT (Papan Rangkaian Tercetak)**

Papan Rangkaian Tercetak (PRT) atau sering juga disebut PCB (*Printed Circuit Board*) merupakan tempat pemasangan komponen elektronika yang jalur hubungannya menggunakan papan berlapis tembaga.

Papan berlapis tembaga disebut juga *Copper Clad 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.

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.

Jenis serta bentuk dari jalur rangkaian elektronika tidaklah terbatas. Semua tergantung pada seni dan imajinasi dari orang yang merancang papan rangkaian tersebut. Papan seperti itu disebut rangkaian tercetak oleh karena rangkaian elektronika kelihatan tercetak di atas bahan alas persis seperti tinta yang tercetak pada selembar kertas. Meskipun pada papan rangkaian, cetakan yang tampak

berupa lapisan tipis tembaga. Bentuk potongan tembaga ditentukan oleh tata letak yang diperlukan untuk suatu rancangan rangkaian elektronika tertentu.

PCB dibuat dengan beberapa cara tergantung metode pembuatnya. Pembuatan PCB bagi para pemula memang menyulitkan terutama yang tidak tahu prosesnya. Kualitas pembuatan PCB ini biasanya tergantung keahlian, mesin pembuatnya, bahan yang digunakan serta film atau gambar rangkaian yang digunakan. Proses pembuatan PCB biasanya mempunyai langkah-langkah sebagai berikut :

1. Langkah pertama adalah menghasilkan gambar rangkaian yang telah dirancang.
2. Menyiapkan papan kosong yang akan dibuat papan rangkaian tercetak sesuai dengan gambar tersebut di atas.
3. Melakukan penandaan yang sesuai pada bagian-bagian yang akan dibor, hal ini disesuaikan dengan gambar film yang telah dirancang.
4. Melakukan pengeboran pada bagian-bagian yang diberi tanda.
5. Memindahkan gambar rangkaian yang telah dirancang.
6. Proses *electrochemical* untuk melapisi tembaga dengan logam anti karat.
7. Melakukan pelarutan dengan larutan kimia
8. Melakukan solder mask atau pelapisan tembaga kecuali pada sambungan tembaganya.
9. Melapisi tembaga yang tidak kena mask dengan lapisan anti karat.
10. Melakukan penyablonan gambar komponen-komponen yang digunakan.

Langkah-langkah tersebut di atas adalah merupakan langkah pembuatan secara keseluruhan yang dilakukan oleh industri. Para praktisi biasanya dalam membuat PCB hanya melarutkan lapisan tembaga yang tidak digunakan dengan pelarut tembaga dan tidak sampai melakukan *solder mask*. Hal ini dilakukan karena sudah sangat mencukupi, selain itu solder masker hanya digunakan untuk melindungi jalur tembaga supaya tahan lama dan tidak korosi.



### C. Metode pembuatan PRT Langsung

Dalam pembuatan PRT memerlukan suatu proses yang harus dilalui, dimana proses pembuatan papan rangkaian tercetak adalah sebagai berikut :

#### 1) Menyiapkan Gambar

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

#### 2) Menyiapkan Papan Lapis Tembaga Kosong

- a) Papan lapis tembaga kosong dipotong sesuai dengan ukuran akhir. Ada yang lebih suka memotong dengan ukuran lebih besar dari aslinya, kemudian setelah pelarutan baru dipotong lagi sesuai dengan ukurannya. Pinggiran yang kasar diratakan dengan dikikir.
- b) Permukaan papan lapis tembaga dibersihkan. Permukaan papan lapis tembaga kosong harus bersih dari segala bentuk minyak, gemuk dan semacamnya agar pelarutan dapat dilakukan dengan berhasil.

Cara membersihkannya sebagai berikut :

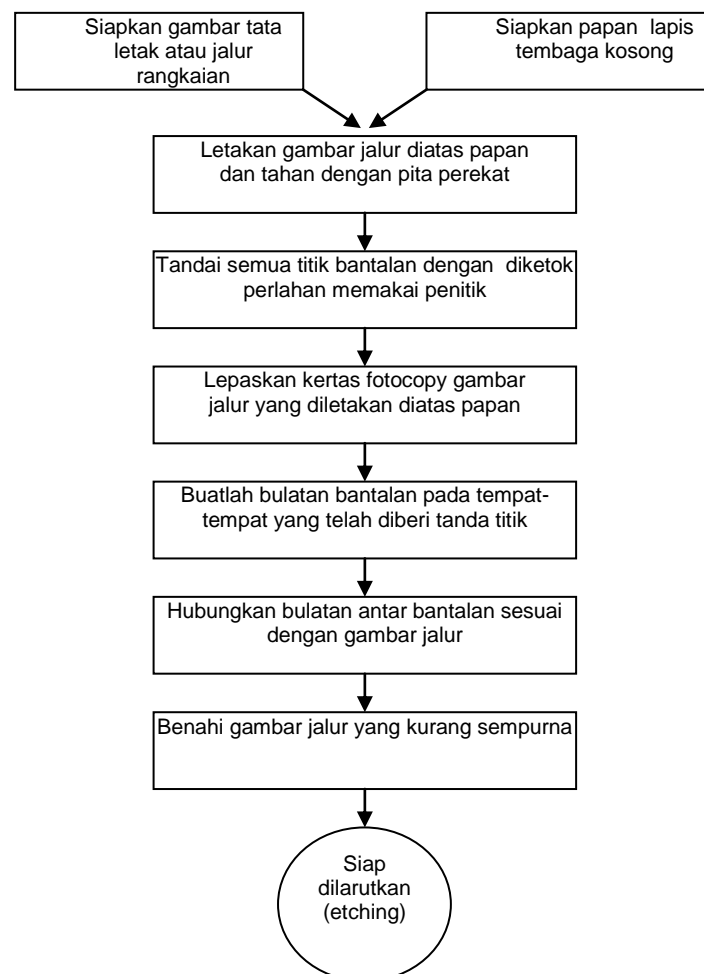
- (1) Basahi permukaan tembaga dengan air yang mengalir
- (2) Bubuhkan bubuk gosok secukupnya diatas permukaan tembaga.
- (3) Gosok seluruh permukaan tembaga dengan kain halus atau kertas pembersih hingga cukup mengkilap. Jangan menggosok terlalu keras karena bisa merusak lapisan tembaga.
- (4) Sesudah digosok, bersihkan di bawah air mengalir. Apabila papan telah bersih dari minyak dan oksida maka air akan mengalir keseluruhan 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. Pegang bagian tepi untuk menangani pekerjaan selanjutnya.

(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.



Gambar. 2 Struktur Kerja Pembuatan PRT Metode Gambar Langsung

#### 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 disesuaikan dengan bahan. Metode cap menggunakan bahan tinta pelindung (*resist ink*). Metode tempel menggunakan pola-pola resist yang dipindahkan, misalnya bahan rugos. Metode gambar langsung menggunakan pena dengan tinta resist/spidol permanen. Metode-metode diatas bisa digunakan secara saling melengkapi.

#### 5) Finishing

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.

### **D. Metode Pembuatan PRT Secara Fotografik**

Struktur kerja proses penggambaran papan lapis tembaga metode fotografik seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.

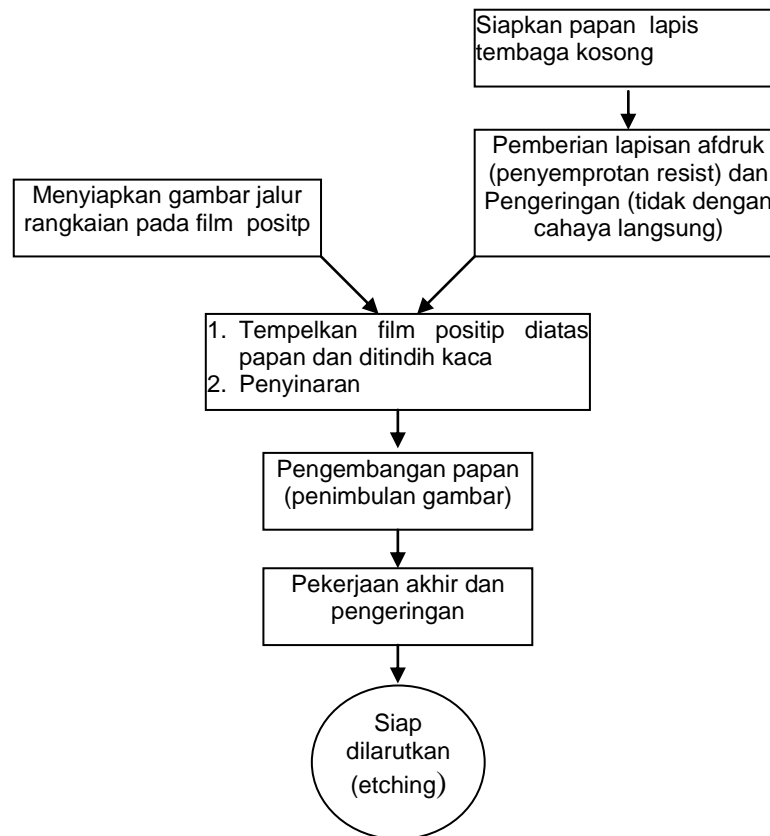
#### 1) Mempersiapkan Film Positif

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 4 memperlihatkan contoh dari film positif.

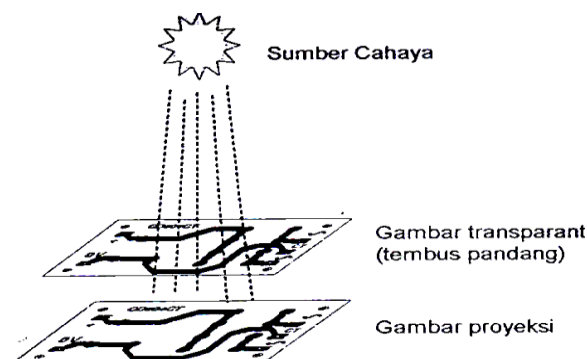
#### 2) Mempersiapkan Papan Lapis Tembaga

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 denganikir.



Gambar 3. Proses Penggambaran Papan Lapis Tembaga Metode Fotografik



Gambar 4. Jalur Rangkaian pada Kertas Trasparan (Film Positip)

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 keseluruhan 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.



Gambar 5. Proses Penyemprotan Foto Resist

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 *positip 20*. Dan untuk memproses film negatif dapat digunakan *etch resist sensitizer*.

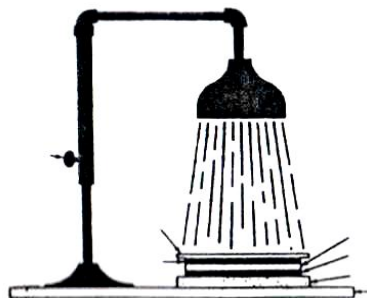
Foto resist tersedia dalam bentuk cairan atau semprotan. Bentuk cairan dilapiskan dengan penyapuan, cara ini memerlukan fasilitas yang besar dan mudah terkontaminasi. Cara lainnya adalah dengan penyemprotan.

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 5.
- 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  $70^{\circ}\text{C}$  kurang lebih selama 20 menit.

#### 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 6 berikut ini menunjukkan proses penyinaran dengan menggunakan lampu.



Gambar 6. Proses Penyinaran dengan Lampu

#### 5) Pengembangan Papan (Penimbunan Gambar)

Setelah penyinaran selesai papan harus dikembangkan dengan dicelupkan pada larutan pengembang. Larutan pengembang harus cocok dengan resistnya. Apabila kita menggunakan resist *positip 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 *positip 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.

### **E. Metode Pembuatan PRT Menggunakan 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 8, sedangkan untuk proses pembersihan *screen* ditunjukkan dalam Gambar 9 berikut ini.

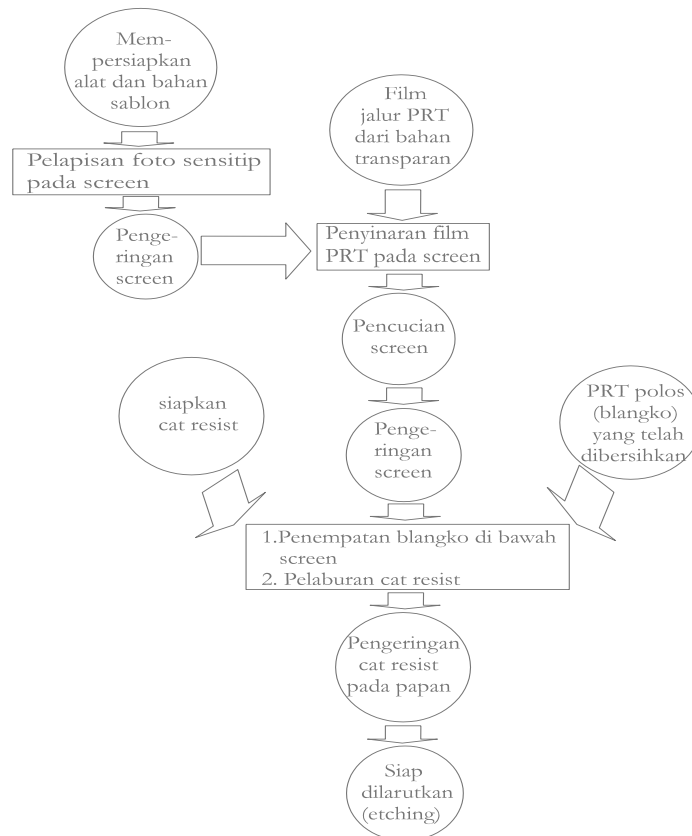
#### 2) Pembuatan Bahan Larutan Foto Sensitip

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

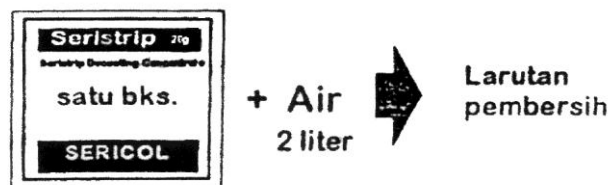
- a) *Ulano 133* atau *569*

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

Gambar 7 di bawah ini menunjukkan blok diagram cara atau proses penggambaran papan lapis tembaga dengan metode sablon.

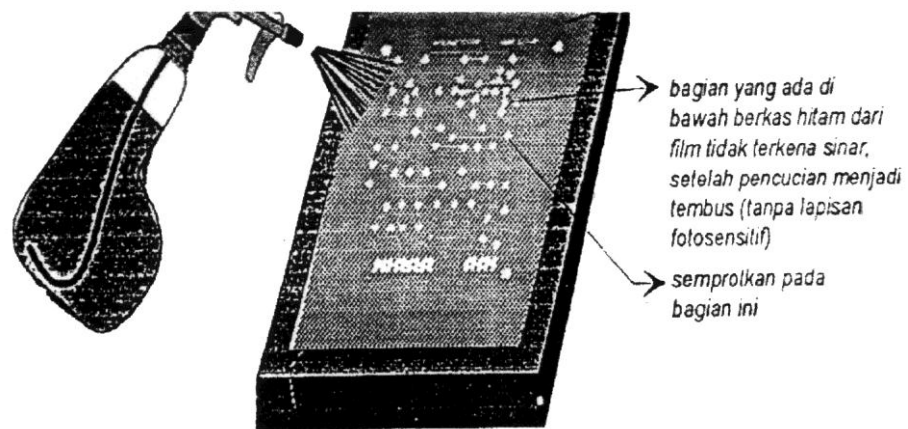


Gambar 7. Diagram Penggambaran Papan Lapis Tembaga pada Metode Sablon



Gambar 8. Pembuatan Larutan Pembersih *Screen*





Gambar 9. Pembersihan *Screen* yang Telah Dipakai

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 10.

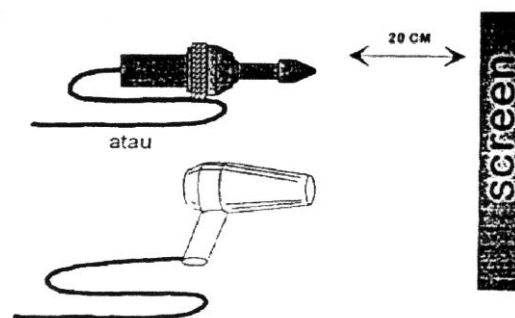


Gambar 10. Bahan dan Proses Pembuatan Fotosensitif

### 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).

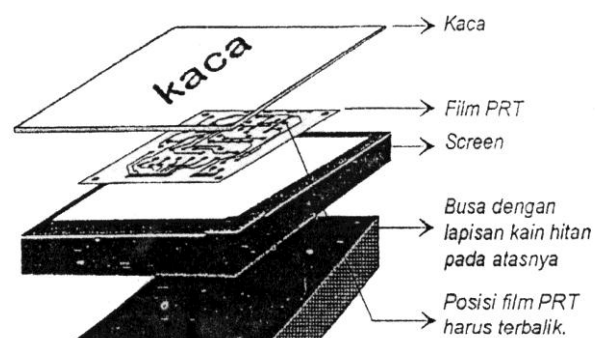


Gambar 11. Pengeringan *Screen* dengan Pemanas

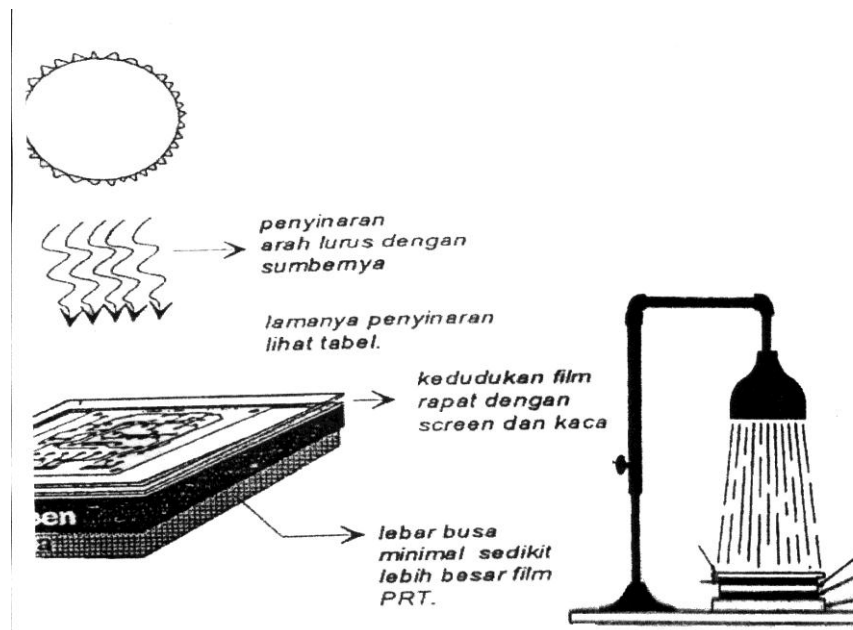
Keringkan *screen* yang sudah dilapisi foto sensitip pada oven atau dengan menggunakan pemanas atau *hair dryer* agar lapisan foto sensitip jadi kering (tidak kelihatan mengkilat) keringkan di dalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari. Contoh pengeringan *screen* dengan pemanas terlihat dalam Gambar 11.

### 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 12.



Gambar 12. Susunan Komponen Saat Penyinaran



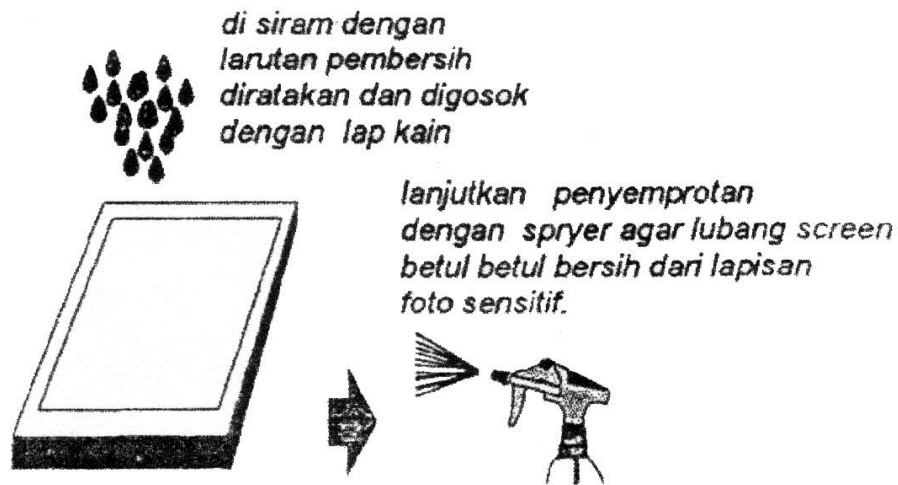
Gambar 13. Proses Penyinaran pada Matahari (kiri) atau Lampu (kanan)

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 2. Proses penyinaran pada *screen* ditunjukkan oleh Gambar 13.

Tabel 2. 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	

Lepas film PCB, kaca dan busa penganjal, lalu ambil *screen* untuk dibersihkan menggunakan air, dengan cara menyemprot air ke *screen* (pada gambar pindahan dari film PCB) menggunakan sprayer. Setelah dibersihkan jemur *screen* pada terik matahari, hal ini dimaksudkan untuk mengeringkan *screen* dan sekaligus untuk memperkuat lapisan foto sensitipnya. Gambar 14 menunjukkan proses pencucian *screen* setelah proses penyinaran.



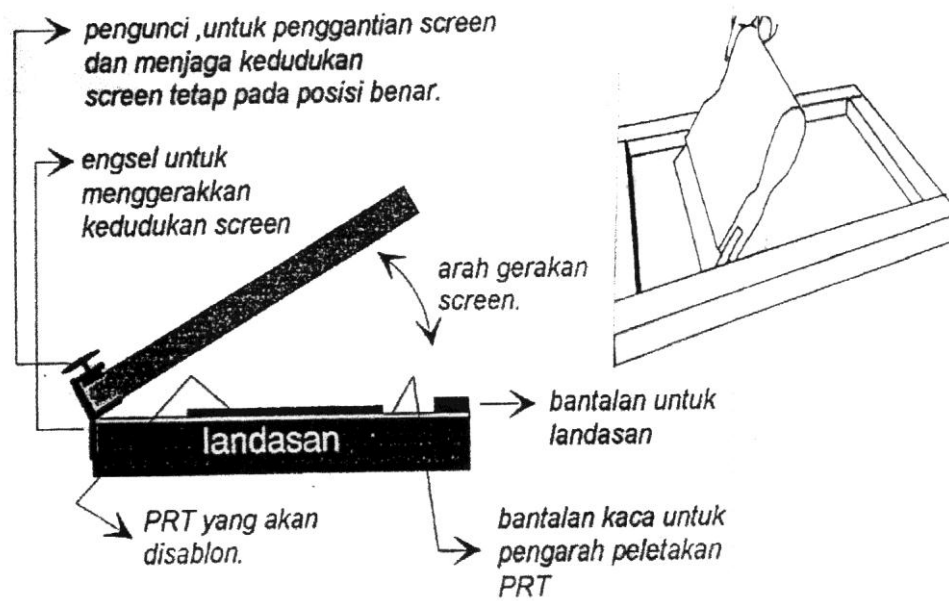
Gambar 14. Proses Pencucian *Screen* Setelah Proses Penyinaran

##### 5) Proses Penyablonan (Pembuatan Gambar pada PCB)

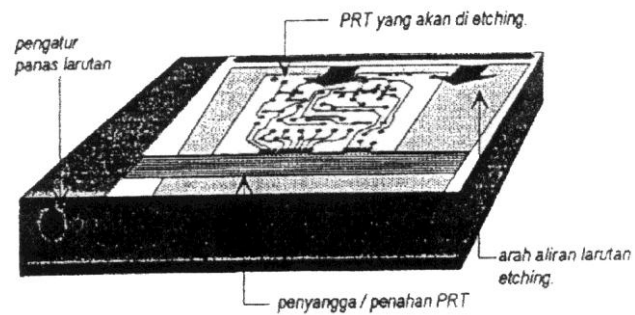
Siapkan alat dan bahan yang diperlukan kemudian tetapkan posisi *screen*, meja dudukan dan alas kaca tempat PCB yang akan disablon supaya pas (rata).

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 pembetulan sebelum proses *etching*. Perlengkapan dan penempatan alat sablon ditunjukkan oleh Gambar 15, sedangkan Gambar 16 menunjukkan gambar *screen* yang siap disablonkan.



Gambar 15. Perlengkapan dan Penempatan Alat Sablon



Gambar 16. Gambar Screen Yang Siap Disablonkan

### **BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini diharapkan akan memperkaya metode dalam pembuatan papan rangkaian tercetak yang lebih efisien dari segi biaya dan waktu pembuatannya dan lebih berkualitas hasilnya. Metode ini ditujukan untuk para praktisi elektronik, para pecinta, mahasiswa, peneliti, dan penghobi yang akan berkreasi dalam rangkaian elektronik.

Oleh karena itu setelah melakukan serangkaian penelitian yang telah dilakukan diharapkan sesuai dengan tujuan penelitian, dimana tujuan penelitian ini antara lain:

1. Mendapatkan metode baru yang lebih efisien dalam pembuatan papan rangkaian tercetak.
2. Meningkatkan kualitas dalam pembuatan papan rangkaian tercetak.

Selain itu penelitian ini juga tentunya diharapkan dapat bermanfaat bagi khalayak umum. Manfaat langsung yang dapat dirasakan oleh masyarakat umum dari penelitian ini, adalah :

1. Meningkatkan ilmu pengetahuan dalam hal pembuatan PRT
2. Mengatasi pembuatan PRT yang masih lambat supaya lebih cepat dengan hasil yang baik khususnya bagi para hobies.
3. Memperkecil biaya pembuatan PCB bagi para praktisi elektronika.

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Elektronika Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Waktu penelitian adalah bulan Maret sampai Oktober 2007.

### **B. Subyek dan Obyek Penelitian**

Subyek dari penelitian ini adalah gambar PRT. Mengingat bahwa variasi dari gambar PCB cukup banyak, maka pada penelitian ini dilakukan dengan sampel yang diambil dari aneka bentuk gambar PRT. Pengambilan sampel yang dilakukan dengan teknik sampling purposif. Obyek atau sampel dari penelitian ini adalah gambar PRT berupa pad dan track dengan berbagai ukuran. Jenis pad yang diambil adalah ortogonal, rectangle, dan rounded. Sedangkan jenis track yang digunakan adalah straight, inclined, dan cross.

### **C. Cara Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian teknologi ini adalah metode eksperimen. Hal ini mengingat ruang lingkup dan sifat dari penelitian itu sendiri yang harus melakukan eksperimen atau percobaan.

Dalam eksperimen ini diberi dua perlakuan terhadap variable kualitas dan efisiensi pembuatan PRT, yaitu : kualitas dan efisiensi pembuatan PRT dengan metode sablon sebagai kontrol dan kualitas dan efisiensi pembuatan PRT dengan metode pemanasan sebagai eksperimen.

### **D. Penentuan Variabel Pokok**

Variabel pokok yang digunakan adalah :

Kualitas dan efisiensi dalam pembuatan PRT (X)

Kualitas dan efisiensi dalam pembuatan PRT dengan metode sablon (Y1)

Kualitas dan efisiensi dalam pembuatan PRT dengan metode pemanasan (Y2)

### **E. Teknik Pengumpulan Data**

Data diperoleh dari eksperimen di Bengkel Elektronika dengan tahapan sebagai berikut :

1. Merancang dan membuat alat untuk pembuatan PRT dengan metode pemanasan.
2. Merancang dan membuat model-model gambar PRT.
3. Menentukan kriteria kualitas PRT dan kriteria efisiensi dalam pembuatan PRT.
4. Membuat PRT dengan model-model gambar yang telah dibuat dengan metode sablon dan pemanasan
5. Mengambil data dengan cara membot dan menilai kualitas PRT dan efisiensi pembuatan PRT dari hasil langkah 4 sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

### **F. Instrumen Penelitian**

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Pengukuran variabel Y1 dan Y2 dilakukan secara kualitatif dengan kriteria sebagai berikut :

#### **1. Kriteria kualitas PRT**

Kriteria kualitas terdiri dari dua aspek, yaitu bentuk jalur dan koneksi jalur. Kriteria bentuk jalur berupa : sama, melebar, terkikis, dan hilang/terhubung. Sedangkan kriteria koneksi jalur berupa : baik, cukup baik, putus, dan short. Setiap kriteria mempunyai bobot : 4 untuk sama atau baik, 3 untuk melebar atau cukup baik, 2 untuk terkikis atau putus, dan 1 untuk hilang atau terhubung. Kriteria ini diukur dengan cara membandingkan antara gambar master dengan gambar di PRT sebelum dietsa dan sesudah dietsa.



Tabel 3. Kriteria Kualitas PRT

Bentuk Jalur		Sama			Melebar			Terkikis			Hilang/Terhubung		
		Bobot											
		4			3			2			1		
		A		B	A		B	A		B	A		B
Pad	Octagonal												
	Rectangle												
	Rounded												
Track	Cross												
	Straight												
	Inclined												
Circuit	Dimmer												
Koneksi		Baik			Cukup baik			Putus			Short		
Pad	Octagonal												
	Rectangle												
	Rounded												
Track	Cross												
	Straight												
	Inclined												
Circuit	Dimmer												

**Keterangan :**

**A. Metode Sablon (Y1)**

**B. Metode pemanasan (Y2)**

2. Kriteria efisiensi

Kriteria ini diukur mulai dari proses pemindahan gambar master sampai pada gambar di PCB sebelum dietsa berdasarkan komponen sebagai berikut :

Tabel 4. Kriteria Efisiensi Pembuatan PRT

No	Komponen	Keterangan	Bobot
1.	Biaya bahan pembuatan	Jumlah biaya untuk pembelian bahan dalam Rp	
2.	Biaya peralatan	Jumlah biaya untuk pembelian peralatan dalam Rp	
3.	Biaya pengerjaan	Jumlah biaya untuk pengerjaan dalam Rp	
4.	Waktu Pengerjaan	Jumlah waktu yang diperlukan untuk mengerjakan dalam detik	
5.	Proses Pembuatan	Jumlah langkah/tahap dalam pembuatan	
6.	Keahlian Pekerja	Jumlah mencoba mengerjakan untuk membentuk keahlian	
7.	Persiapan awal	Tingkat kesulitan orang biasa untuk melakukan proses ini	

Keterangan bobot :

Komponen	Bobot			
	4	3	2	1
Biaya bahan pembuatan	0-5000	5001-10000	10001-15000	15001-20000
Biaya peralatan	0-50000	50001-100000	100001-150000	Lebih dari 150000
Biaya pengerjaan	0-5000	5001-10000	10001-15000	15001-20000
Waktu Pengerjaan	0-30	31-60	61-120	Lebih dari 120
Proses Pembuatan	1-2	3-5	6-10	Lebih dari 10
Keahlian Pekerja	0-2	3-5	6-10	Lebih dari 10
Persiapan awal	mudah	sedang	Agak sulit	Sulit

Untuk menilai tingkat kualitas dan efisiensi (N) dipakai rumus :

$$N = (100 * \sum(\text{obyek} \times \text{bobot})) / \sum(\text{obyek} \times \text{bobot})_{\text{acuan}}$$

Sedangkan nilai rerata Y1 dan Y2 dihitung dengan rumus :

$$\text{Rerata } Y = \sum N / n \quad \text{dimana } n : \text{jumlah objek}$$

### G. Teknik Analisi Data

Untuk menguji hipotesis yang telah diajukan digunakan analisis data dengan memakai analisis diskriptif, yaitu dengan cara membandingkan nilai rerata dari kedua metode yang diuji. Metode yang lebih efisien dan hasil yang lebih berkualitas adalah yang memiliki nilai rerata yang tinggi. Sedangkan metode yang kurang efisien dengan hasil yang kurang berkualitas dinyatakan dengan nilai rerata yang lebih rendah.

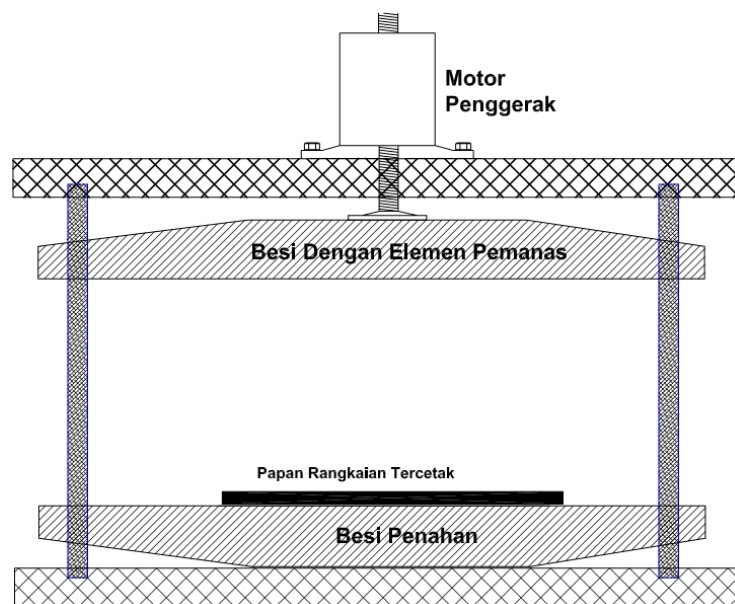
## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian didapat dengan melakukan ujicoba metode pembuatan PCB dengan menggunakan metode sablon dan pemanasan seperti yang telah dijelaskan diatas. Penelitian ini dilakukan dengan serangkaian pengujian. Pengujian yang dilakukan sesuai dengan langkah-langkah yang ditentukan. Hasil penelitian diambil dari pengujian dengan menggunakan alat bantu penelitian yang telah dibuat. Hasil penelitian adalah sebagai berikut:

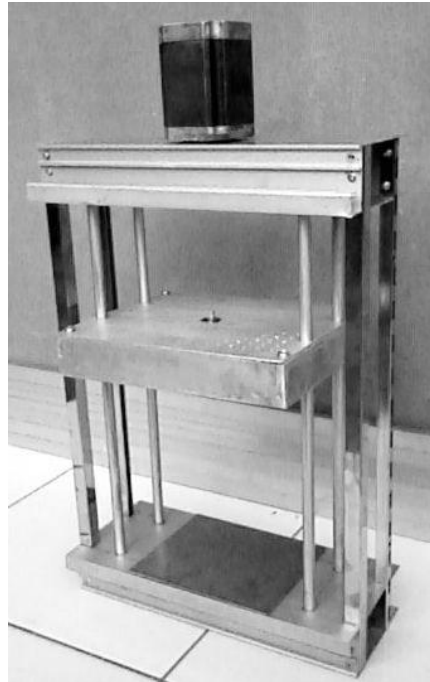
#### 1. Alat Pembuat PCB dengan Metode Pemanasan

Alat yang digunakan dalam pembuatan PCB dengan metode pemanasan adalah sebuah alat yang dirancang untuk melakukan ujicoba. Alat ini digunakan untuk mengatur panas tembaga pada papan PCB polos. Pengaturan panas pada alat ini menggunakan sensor panas yang dipasang dekat elemen pemanas. Pemanasan dilakukan selama 20-30 detik pada suhu  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$ C. Setelah itu pemanasan dihentikan kemudian transparansi dari fotokopi gambar rangkaian dilekatkan sambil ditekan. Untuk mengatur lamanya waktu penekanan dalam pemanasan dipergunakan rangkaian pewaktu. Adapun gambar rancangan alat pembuat PCB ini adalah sebagai berikut:



Gambar 17. Rancangan Alat Pembuat PRT Dengan Metode Pemanasan

Dari gambar rancangan alat pembuat PRT dengan metode pemanasan tersebut kemudian dilakukan pembuatan alatnya. Setelah itu dilakukan pengujian terhadap alat pembuat PRT dengan metode pemanasan dari rancangan seperti gambar tersebut diatas. Adapun gambar alat yang telah dibuat menjadi alat sebenarnya adalah sebagai berikut:



Gambar 18. Alat Pembuat PRT Dengan Metode Pemanasan

## 2. Hasil pengujian

Dari penelitian yang telah dilakukan maka didapat hasil penelitian. Hasil penelitian diperoleh dengan melakukan beberapa ujicoba, dimana pembuatan PRT 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 transparan. Caranya yaitu dengan meletakkan kertas transparan diatas gambar tata letak kemudian menggambar jalur rangkaian.

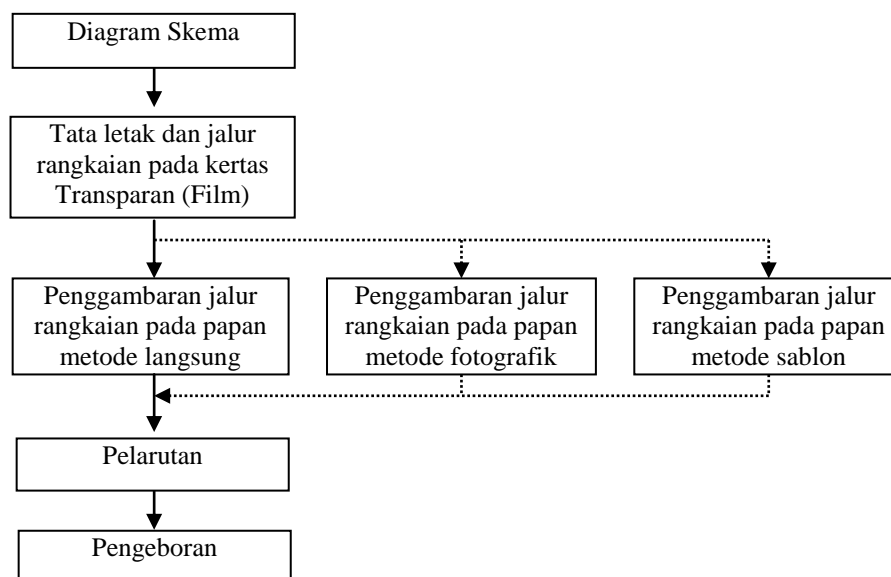
Selain kertas transparan dapat juga digunakan kertas kalkir atau plastik transparansi untuk OHP. Gambar jalur rangkaian pada kertas transparan ini dapat disebut sebagai *film*. Disebut film positif jika gambar jalur rangkaian dibuat hitam

disebut film negatif jika yang dihitamkan adalah dasarnya, sedang yang bening sebagai jalur rangkaiannya.

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, umumnya memakai spidol permanent.

Langkah-langkah pembuatan papan rangkaian tercetak ditunjukkan dalam gambar 19 di bawah ini:



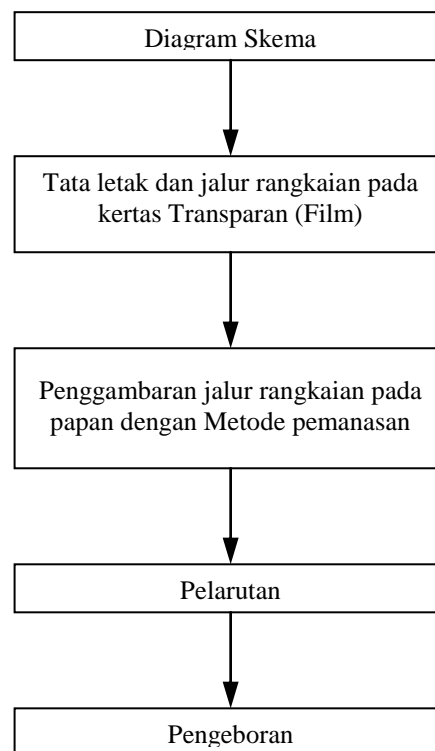
Gambar 19. Blok Diagram Pembuatan PRT Dengan Beberapa Metode

Pada metode fotografik, gambar jalur rangkaian pada film (kertas tembus cahaya) diletakan di atas papan lapis tembaga kosong yang sudah dipekacahayakan (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 PRT dari bahan pelarut tembaga maupun bahan gambar kemudian dikeringkan. Setelah PRT kering, dilakukan pengeboran atau pembuatan lubang-lubang kaki komponen serta penyelesaian akhir pembuatan PRT.



Gambar 20. Blok Diagram Pembuatan PRT Dengan Metode Pemanasan

Pada penelitian ini dicoba dengan menggunakan metode pemanasan, dimana metode ini berbeda dengan metode-metode sebelumnya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan PRT pada prinsipnya sama, yang berbeda

adalah pada saat memindahkan gambar film pada papan rangkaian yang akan dibuat PRT. Gambar 20 memperlihatkan letak perbedaan tersebut.

Adapun hasil pembuatan PRT dengan metode sablon dan pemanasan seperti terlampir pada lampiran 1.

Hasil pengujian pembuatan PRT dengan kedua metode dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5a. Data Hasil Penelitian Kualitas Sebelum Dietching

Bentuk Jalur		Sama		Melebar			Terkikis			Hilang/Terhubung		
		Skor										
		4		3			2			1		
		A		B	A		B	A		B	A	
Pad	Ortogonal			252	252							
	Rectangle			252	252							
	Rounded			252	252							
Track	Cross			912	912							
	Straight			76	76							
	Inclined			96	96							
Circuit	Dimmer	50		100						50		
Koneksi		Baik		Cukup baik			Putus			Short		
Pad	Ortogonal	198		252						54		
	Rectangle	189		252						63		
	Rounded	189		252						63		
Track	Cross	912		912								
	Straight	76		76								
	Inclined	96		96								
Circuit	Dimmer	50		100						100		

**Keterangan :**

**A. Metode Sablon**

**B. Metode pemanasan**

Tabel 5b. Data Hasil Penelitian Kualitas Setelah Dietching

Bentuk Jalur		Sama		Melebar			Terkikis			Hilang/Terhubung	
		Skor									
		4		3			2		1		
		A	B	A	B	A	B	A	B		
Pad	Ortogonal		251	191			7		1	54	
	Rectangle		252	187						60	
	Rounded		252	189						63	
Track	Cross		899	912		3			3		7
	Straight		71	75					5	1	
	Inclined		82	96					5		9
Circuit	Dimmer	200	400							200	
Koneksi		Baik		Cukup baik			Putus			Short	
Pad	Ortogonal	198	252							54	
	Rectangle	189	252							63	
	Rounded	189	252							63	
Track	Cross	908	908							4	4
	Straight	75	76							1	
	Inclined	96	95								1
Circuit	Dimmer	200	400							200	

**Keterangan :**

A. Metode Sablon

B. Metode pemanasan

Tabel 6a. Data Hasil Penelitian Efisiensi Metode Sablon

No	Komponen	Keterangan	Bobot
1.	Biaya bahan pembuatan	15000	2
2.	Biaya peralatan	150000	2
3.	Biaya pengerjaan	10000	3
4.	Waktu Pengerjaan	1-3 jam membuat master, 1-2 menit menyablon	2
5.	Proses Pembuatan	Perlu 8 langkah	2
6.	Keahlian Pekerja	Perlu berlatih dan mencoba paling tidak 3 kali	3
7.	Persiapan awal	Perlu keahlian agak sulit dikerjakan orang biasa	2



Keterangan bobot :

Komponen	Bobot			
	4	3	2	1
Biaya bahan pembuatan	0-5000	5001-10000	10001-15000	15001-20000
Biaya peralatan	0-50000	50001-100000	100001-150000	Lebih dari 150000
Biaya pengerjaan	0-5000	5001-10000	10001-15000	15001-20000
Waktu Pengerjaan	0-30	31-60	61-120	Lebih dari 120
Proses Pembuatan	1-2	3-5	6-10	Lebih dari 10
Keahlian Pekerja	0-2	3-5	6-10	Lebih dari 10
Persiapan awal	mudah	sedang	Agak sulit	Sulit

Tabel 6b. Data Hasil Penelitian Efisiensi Metode Pemanasan

No	Komponen	Keterangan	Bobot
1.	Biaya bahan pembuatan	3500	4
2.	Biaya peralatan	35000-125000 biasa, 250000 khusus	2
3.	Biaya pengerjaan	1000-2500	4
4.	Waktu Pengerjaan	0,5-1 menit	3
5.	Proses Pembuatan	Perlu 2 langkah	4
6.	Keahlian Pekerja	Perlu berlatih dan mencoba paling tidak 1 kali	4
7.	Persiapan awal	Tidak perlu keahlian khusus, dapat dikerjakan orang biasa	4

Tabel 7a. Bobot Kualitas Hasil Pembuatan PRT

PENGUJIAN	PRT	METODE		
		FILM	SABLON	PEMANASAN
1	Pad Ortogonal 2,0 mm	252	182	252
	Pad Ortogonal 3,0 mm	252	189	252
	Pad Ortogonal 4,0 mm	252	189	250
	Pad Ortogonal 4,5 mm	252	81	252
2	Pad Rectangle 2,0 mm	252	189	252
	Pad Rectangle 3,0 mm	252	189	252
	Pad Rectangle 4,0 mm	252	179	252
	Pad Rectangle 4,5 mm	252	69	252
3	Pad Rounded 2,0 mm	252	189	252
	Pad Rounded 3,0 mm	252	189	252
	Pad Rounded 4,0 mm	252	189	252
	Pad Rounded 4,5 mm	252	63	252
4	Track 0,25 mm	76	55	76
	Track 0,50 mm	76	57	76
	Track 0,75 mm	76	57	76
	Track 1,00 mm	76	57	66
5	Track 0,25 mm	96	72	96
	Track 0,50 mm	96	72	96
	Track 0,75 mm	96	72	59
	Track 1,00 mm	96	72	96
6	Track 0,25 mm	912	684	903
	Track 0,50 mm	912	684	897
	Track 0,75 mm	912	684	906
	Track 1,00 mm	912	684	912
7	Rangkaian 1	100	50	98
	Rangkaian 2	100	50	98
	Rangkaian 3	100	50	98
	Rangkaian 4	100	50	98

Tabel 7b. Bobot Kualitas Koneksi Hasil Pembuatan PRT

PENGUJIAN	PRT	METODE		
		FILM	SABLON	PEMANASAN
1	Pad Ortogonal 2,0 mm	252	252	252
	Pad Ortogonal 3,0 mm	252	252	252
	Pad Ortogonal 4,0 mm	252	252	250
	Pad Ortogonal 4,5 mm	252	90	252
2	Pad Rectangle 2,0 mm	252	252	252
	Pad Rectangle 3,0 mm	252	252	252
	Pad Rectangle 4,0 mm	252	252	252
	Pad Rectangle 4,5 mm	252	63	252
3	Pad Rounded 2,0 mm	252	252	252
	Pad Rounded 3,0 mm	252	252	252
	Pad Rounded 4,0 mm	252	252	252
	Pad Rounded 4,5 mm	252	63	252
4	Track 0,25 mm	76	73	76
	Track 0,50 mm	76	76	76
	Track 0,75 mm	76	76	76
	Track 1,00 mm	76	76	66
5	Track 0,25 mm	96	96	96
	Track 0,50 mm	96	96	96
	Track 0,75 mm	96	96	93
	Track 1,00 mm	96	96	96
6	Track 0,25 mm	912	900	912
	Track 0,50 mm	912	912	900
	Track 0,75 mm	912	912	912
	Track 1,00 mm	912	912	912
7	Rangkaian 1	100	50	98
	Rangkaian 2	100	50	98
	Rangkaian 3	100	50	98
	Rangkaian 4	100	50	98

Tabel 8a. Nilai Kualitas Hasil Pembuatan PRT

PENGUJIAN	PRT	METODE		
		FILM	SABLON	PEMANASAN
1	Pad Ortogonal 2,0 mm	100.00	72.22	100.00
	Pad Ortogonal 3,0 mm	100.00	75.00	100.00
	Pad Ortogonal 4,0 mm	100.00	75.00	99.21
	Pad Ortogonal 4,5 mm	100.00	32.14	100.00
2	Pad Rectangle 2,0 mm	100.00	75.00	100.00
	Pad Rectangle 3,0 mm	100.00	75.00	100.00
	Pad Rectangle 4,0 mm	100.00	71.03	100.00
	Pad Rectangle 4,5 mm	100.00	27.38	100.00
3	Pad Rounded 2,0 mm	100.00	75.00	100.00
	Pad Rounded 3,0 mm	100.00	75.00	100.00
	Pad Rounded 4,0 mm	100.00	75.00	100.00
	Pad Rounded 4,5 mm	100.00	25.00	100.00
4	Track 0,25 mm	100.00	72.37	100.00
	Track 0,50 mm	100.00	75.00	100.00
	Track 0,75 mm	100.00	75.00	100.00
	Track 1,00 mm	100.00	75.00	86.84
5	Track 0,25 mm	100.00	75.00	100.00
	Track 0,50 mm	100.00	75.00	100.00
	Track 0,75 mm	100.00	75.00	61.46
	Track 1,00 mm	100.00	75.00	100.00
6	Track 0,25 mm	100.00	75.00	98.90
	Track 0,50 mm	100.00	75.00	98.36
	Track 0,75 mm	100.00	75.00	99.34
	Track 1,00 mm	100.00	75.00	100.00
7	Rangkaian 1	100.00	50.00	98.00
	Rangkaian 2	100.00	50.00	98.00
	Rangkaian 3	100.00	50.00	98.00
	Rangkaian 4	100.00	50.00	98.00

Tabel 8b. Nilai Kualitas Koneksi Hasil Pembuatan PRT

PENGUJIAN	PRT	METODE		
		FILM	SABLON	PEMANASAN
1	Pad Ortogonal 2,0 mm	100.00	100.00	100.00
	Pad Ortogonal 3,0 mm	100.00	100.00	100.00
	Pad Ortogonal 4,0 mm	100.00	100.00	99.21
	Pad Ortogonal 4,5 mm	100.00	35.71	100.00
2	Pad Rectangle 2,0 mm	100.00	100.00	100.00
	Pad Rectangle 3,0 mm	100.00	100.00	100.00
	Pad Rectangle 4,0 mm	100.00	100.00	100.00
	Pad Rectangle 4,5 mm	100.00	25.00	100.00
3	Pad Rounded 2,0 mm	100.00	100.00	100.00
	Pad Rounded 3,0 mm	100.00	100.00	100.00
	Pad Rounded 4,0 mm	100.00	100.00	100.00
	Pad Rounded 4,5 mm	100.00	25.00	100.00
4	Track 0,25 mm	100.00	96.05	100.00
	Track 0,50 mm	100.00	100.00	100.00
	Track 0,75 mm	100.00	100.00	100.00
	Track 1,00 mm	100.00	100.00	86.84
5	Track 0,25 mm	100.00	100.00	100.00
	Track 0,50 mm	100.00	100.00	100.00
	Track 0,75 mm	100.00	100.00	96.88
	Track 1,00 mm	100.00	100.00	100.00
6	Track 0,25 mm	100.00	98.68	100.00
	Track 0,50 mm	100.00	100.00	100.00
	Track 0,75 mm	100.00	100.00	100.00
	Track 1,00 mm	100.00	100.00	100.00
7	Rangkaian 1	100.00	50.00	98.00
	Rangkaian 2	100.00	50.00	98.00
	Rangkaian 3	100.00	50.00	98.00
	Rangkaian 4	100.00	50.00	98.00

## B. PEMBAHASAN

Dari data yang ada dapat diketahui bahwa kedua metode memiliki tingkat efisiensi dan kualitas hasil seperti diperlihatkan dalam tabel 8 berikut :

Tabel 9. Efisiensi dan Kualitas Hasil dari Dua Metode

No	Metode	Efisiensi	Kualitas hasil	
			Sebelum dietsa	Sesudah dietsa
1.	Sablon	57,14	80,1	75,55
2.	Pemanasan	89,29	100	98,41

Untuk menguji hipotesis yang telah diajukan digunakan analisis data dengan memakai analisis diskriptif, yaitu dengan cara membandingkan nilai rerata dari kedua metode yang diuji. Metode yang lebih efisien dan hasil yang lebih berkualitas adalah yang memiliki nilai rerata yang tinggi. Sedangkan metode yang kurang efisien dengan hasil yang kurang berkualitas dinyatakan dengan nilai rerata yang lebih rendah.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata seperti yang ditunjukkan pada tabel 9. Efisiensi pembuatan PRT dengan metode pemanasan memiliki nilai rerata yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rerata hasil pembuatan PRT dengan metode sablon. Hal ini membuktikan bahwa hipotesis pertama menyatakan bahwa pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan akan lebih efisien dari pada menggunakan metode sablon dapat diterima. Demikian juga halnya dengan kualitas hasil pembuatan PRT dengan metode pemanasan baik sebelum dan sesudah dietsa memiliki nilai rerata yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rerata hasil pembuatan PRT dengan metode sablon. Hal ini membuktikan bahwa hipotesis kedua yang menyatakan bahwa pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan akan lebih berkualitas dari pada menggunakan metode sablon juga dapat diterima.

## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan lebih efisien dari pada menggunakan metode sablon. Nilai rerata efisiensi untuk pembuatan PRT dengan metode pemanasan 89,29 dan metode sablon 57,14
2. Pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan lebih berkualitas dari pada menggunakan metode sablon. Nilai rerata kualitas untuk pembuatan PRT dengan metode pemanasan sebelum dietsa 100 dan setelah dietsa 98,41. Sedangkan dengan metode sablon sebelum dietsa 80,10 dan setelah dietsa 75,55.

### **B. Saran**

Dalam penelitian ini alat yang dibuat masih terbatas pada pembuatan PRT satu lapis dengan ukuran 10 x 10 cm serta rangkaian kendali yang masih sederhana. Hal ini dikarenakan terbatasnya waktu dan belum diperolehnya bahan pemanas dari Teflon yang lebar. Untuk itu peneliti menyarankan agar diwaktu mendatang hasil penelitian ini dapat dikembangkan untuk ukuran PRT yang lebih luas dan double layer.

**DAFTAR PUSTAKA**

- David L. Jones, 2004. PCB Design Tutorial. [www.alternatezone.com](http://www.alternatezone.com), Diakses tanggal 26 Desember 2005
- Haris L, 1993. Mengapa Komponen Hybrid IC. Majalah INFOLEN Vol 1 No. 2 : Bandung
- John Kelley, 2000. How to Create a Printed Circuit Board (PCB). Department of Electrical & Computer Engineering Michigan State University. Diakses <http://www.OrCAD.com> tanggal 26 Desember 2005.
- Pratomo, 1995. Tuntunan Praktis Perancangan dan Pembuatan PCB. PT. Elek Media Komputindo : Jakarta.