

METODE PEMANASAN MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KUALITAS PEMBUATAN PRT

Oleh:

Totok Sukardiyono

Universitas Negeri Yogyakarta

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode baru dalam pembuatan PRT (papan rangkaian tercetak). Metode baru ini diharapkan mempunyai efisiensi dan kualitas hasil yang lebih baik daripada pembuatan PRT dengan metode yang ada sebelumnya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Kualitas dan efisiensi pembuatan PRT dengan metode pemanasan sebagai variabel eksperimen dan kualitas dan efisiensi pembuatan PRT dengan metode sablon sebagai variabel kontrol. Subyek penelitian berupa gambar PRT dan objek penelitian dipilih dengan teknik sampling purposive. Sampel gambar PRT yang dipilih adalah jenis track dan pad dengan berbagai ukuran. Pengukuran kualitas dan efisiensi dilakukan secara kualitatif dengan kriteria tertentu. Analisis data dilakukan dengan analisis diskriptif. Dari data dan hasil analisis diskriptif yang dilakukan diperoleh nilai rerata efisiensi untuk pembuatan PRT dengan metode pemanasan 89,29 dan metode sablon 57,14. 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. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembuatan PRT dengan metode pemanasan lebih efisien dan berkualitas dibandingkan dengan metode sablon. Kata kunci : Metode pemanasan, pembuatan papan rangkaian tercetak (PRT).

ABSTRACT

This research aimed at getting the new method in the PCB production (the printed circuit board). This new method it was hoped had efficiency and the quality of results that better than the PCB production with the available method beforehand. The research method that was used was the experiment method. The quality and PCB production efficiency with the heating method as the experiment variable and the quality and PRT production efficiency with the method sablon as the control variable. The subject of the research took the form of the PCB picture and the object of the research was chosen technically sampling purposive. The sample of the PCB picture that was chosen was the kind track and pad with various measurements. The grating of the quality and efficiency were done qualitatively with the certain criterion. The analysis of the data was carried out with the analysis diskriptif. From the data and results of the analysis diskriptif that was carried out was received by the value of the efficiency average for the PCB production with the heating method 89.29 and the method sablon 57.14. The value of the quality average for the PCB production with the heating method before being etched 100 and after being etched 98.41. Whereas with the method sablon before being etched 80.10 and after being etched 75.55. These results showed that the PCB production with the heating method was more efficient and quality compared with the method sablon.

Keyword: heating method, printed circuit board (PCB) production.

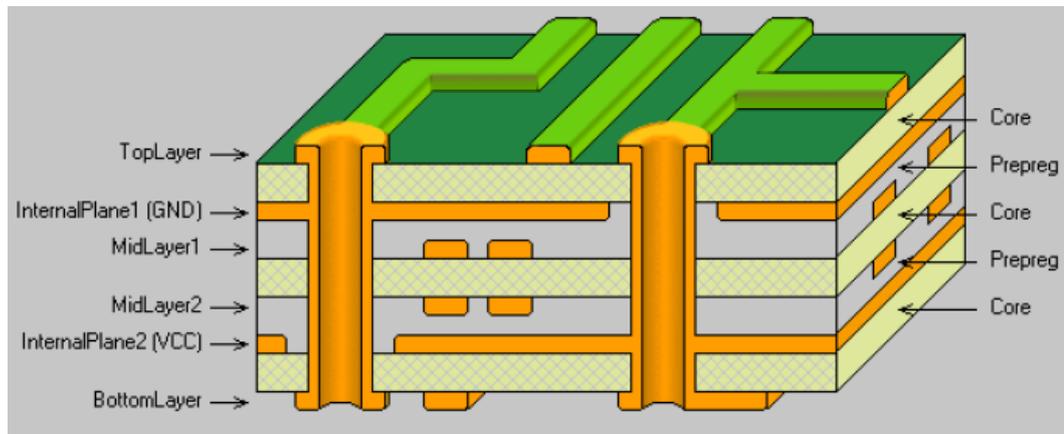
PENDAHULUAN

Pembuatan suatu piranti elektronik akan selalu diawali dengan prototype sebelum diproduksi dalam industri. Prototype diproduksi dalam jumlah kecil dan perlu penyempurnaan. Oleh karena itu pembuatan prototype dilakukan dengan semi manual agar lebih efisien. Ada berbagai cara dalam membuat rangkaian elektronik, salah satu diantaranya yaitu menyatukan komponen elektronik dengan menggunakan jalur tembaga pada sebuah papan rangkaian tercetak (PRT). Seperti yang dinyatakan Pratomo (1995) bahwa semua peralatan elektronik selalu menggunakan papan rangkaian tercetak (PRT) sebagai alas untuk menempatkan dan menghubungkan komponen-komponen elektronik yang ada didalamnya.

Papan Rangkaian Tercetak (PRT) atau sering juga disebut PCB (*Printed Circuit Board*) merupakan tempat pemasangan komponen elektronika yang jalur hubungannya menggunakan papan berlapis tembaga. Lempengan tembaga ini dipasangkan pada bahan alas dengan sejenis bahan perekat yang harus tahan terhadap panas, bahan kimia maupun tegangan listrik.

Papan berlapis tembaga disebut juga *Copper Clad Board*. Pembuatan papan berlapis tembaga dilakukan dengan cara laminasi yaitu melekatkan lembaran tipis tembaga dengan ketebalan mulai dari 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 biasanya berwarna coklat tidak boleh digunakan pada frekuensi di atas 10 MHz, karena akan mengakibatkan kerugian signal. Papan rangkaian yang terbuat dari bahan serat gelas berwarna kehijauan dan semi transparan mampu menangani frekuensi sampai dengan 40 MHz.

Jones (2004) menyatakan bahwa papan rangkaian digolongkan menjadi dua yaitu papan rangkaian kaku dan flexibel, dimana hal ini mengacu pada bahannya. Papan rangkaian dibuat dengan lembaran tembaga pada satu, dua, atau lebih sisinya sehingga menjadi papan satu, dua, atau banyak lapis. Rangkaian yang sederhana cukup menggunakan papan satu lapis (*single layer*). Sedangkan rangkaian yang rumit memakai papan banyak lapis (*multilayer*). Bentuk konstruksi dari papan banyak lapis ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Konstruksi Lapisan PRT

Selain itu papan rangkain dikelompokkan menurut berat tembaga pada setiap kaki persegi, yaitu berkisar 0,5 sampai 3 ons per kaki persegi (oz/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 (oz/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 |

Tabel 1 tersebut memberikan 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 akan menentukan kemampuan aliran arus listrik maksimumnya,

maka jika terjadi aliran arus listrik yang berlebihan melalui penghantar tersebut akan menimbulkan panas. Panas ini akan menyebabkan penghantar terlepas dari alas, karena lem yang menahannya menjadi lunak. Panas yang lebih akan menyebabkan penghantar mencair, ini akan menyebabkan rangkaian terbuka atau terputus. Jika terjadi panas yang lebih tinggi lagi maka akan menyebabkan subtrak terbakar.

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 PRT berupa kombinasi pad dan track.

PRT dibuat dengan berbagai cara tergantung pada metode pembuatannya. Pembuatan PRT bagi para pemula memang menyulitkan terutama yang belum tahu prosesnya. Kelley (2000) menyatakan bahwa kualitas pembuatan PRT tergantung dari film dari gambar rangkaian yang digunakan, bahan yang digunakan, peralatan atau mesin, dan keahlian pembuat. Langkah-langkah proses pembuatan PRT adalah 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.

Berbagai metode pembuatan PRT yang telah dikembangkan, antara lain adalah pembuatan PRT dengan metode : menggambar langsung (dengan spidol permanent atau rugos), fotografik, dan sablon.

Ketiga metode tersebut adalah metode yang paling banyak dipergunakan oleh masyarakat umum, karena dirasa cukup bagus walaupun kurang efisien dalam hal biaya dan waktu pembuatan. Oleh karena itu perlu adanya suatu metode baru yang lebih efisien dan berkualitas.

Salah satu alternatif yang diajukan untuk mengatasi kelemahan dari ketiga metode tersebut diatas adalah pembuatan PRT dengan metode pemanasan. Metode ini merupakan metode baru, yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas pembuatan PRT dikalangan masyarakat umum, khususnya para : praktisi, pecinta, mahasiswa, peneliti, dan penghobi elektronik yang akan berkreasi dalam rangkaian elektronik.

METODE PENELITIAN

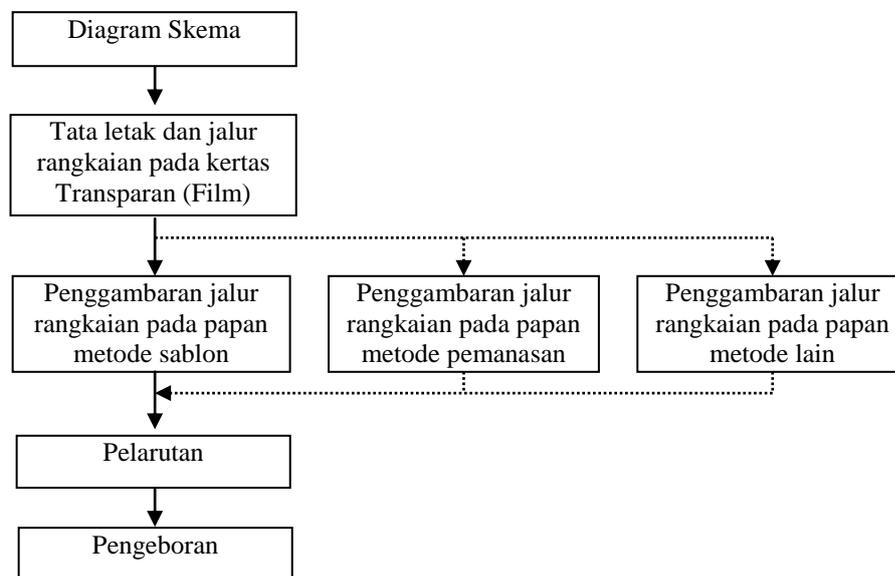
Subyek penelitian gambar PRT dan obyek atau sampel dari penelitian ini adalah gambar PRT berupa pad dan track dengan berbagai ukuran. Jenis pad yang diambil adalah ortogonal, rectangle, dan rounded. Sedangkan jenis track yang digunakan adalah straight, inclined, dan cross. Pengambilan objek tersebut dilakukan dengan teknik purposif. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Dalam eksperimen ini diberikan 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.

Variabel pokok yang digunakan adalah kualitas dan efisiensi dalam pembuatan PRT (X), kualitas dan efisiensi dalam pembuatan PRT dengan metode sablon (Y1), dan kualitas dan efisiensi dalam pembuatan PRT dengan metode pemanasan (Y2).

Data diperoleh dari eksperimen dengan tahapan : merancang dan membuat alat untuk pembuatan PRT dengan metode pemanasan, merancang dan membuat model-model gambar PRT, menentukan kriteria kualitas PRT dan kriteria efisiensi

dalam pembuatan PRT, membuat PRT dengan model-model gambar yang telah dibuat dengan metode sablon dan pemanasan, mengambil data dengan cara membandingkan dan menilai kualitas PRT dan efisiensi pembuatan PRT dari hasil langkah sebelumnya sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

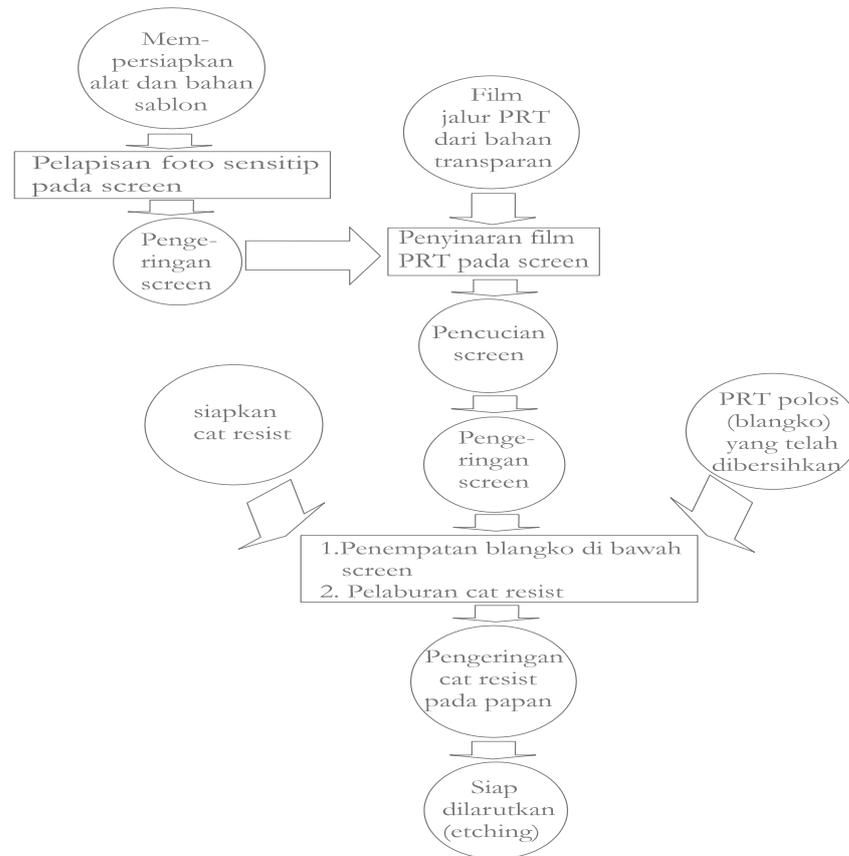
Untuk mendapatkan data dan menguji pembuatan PRT dengan metode pemanasan ini, maka dilakukan pembuatan PRT dengan menggunakan dua metode, yaitu sablon dan pemanasan. Langkah-langkah pembuatan PRT tersebut ditunjukkan dalam gambar 2 berikut :



Gambar 2. Blok Diagram Pembuatan PRT

1. Pembuatan PRT dengan metode sablon

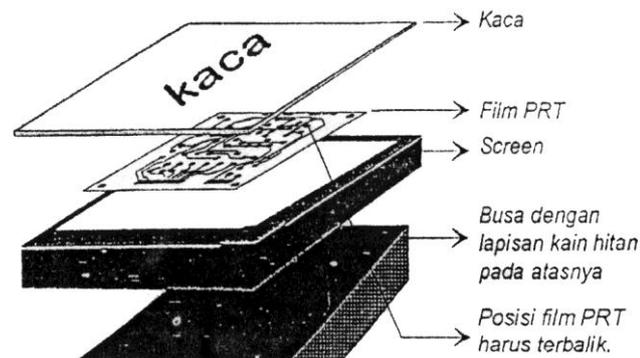
Gambar 3 menunjukkan blok diagram cara atau proses penggambaran papan lapis tembaga dengan metode sablon.



Gambar 3. Diagram Penggambaran Papan Lapis Tembaga pada Metode Sablon
 Cara penggambaran papan lapis tembaga dengan metode sablon adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan gambar, gambar tata letak dan jalur rangkaian yang telah dibuat difotokopi dalam transparansi.
- b. Menyiapkan papan lapis tembaga kosong, papan lapis tembaga kosong dipotong sesuai dengan ukuran akhir kemudian permukaan papan lapis tembaga dibersihkan dari berbagai kotoran yang melekat.
- c. Mempersiapkan *Screen*, Bersihkan *screen* dari bekas pemakaian gambar penyablonan yang ada.
- d. Pembuatan bahan larutan foto sensitip, bahan foto sensitip yang digunakan *Ulano 133*
- e. Melapisi *screen* dengan bahan foto sensitip, oleskan bahan foto sensitip yang telah dibuat pada *screen* bagian luar sampai rata di kamar gelap kemudian keringkan dengan menggunakan pemanas atau *hair dryer*.

- f. Pemindahan gambar film PRT pada *screen*, siapkan peralatan seperti gambar 4 kemudian atur kedudukan film PRT, busa, kain hitam dan kaca seperti pada gambar tersebut. Lakukan penyinaran dengan sinar matahari dengan ketentuan seperti pada table 2. Lepas fim PCB, kaca dan busa pengganjal, lalu ambil *screen* untuk dibersihkan menggunakan air hingga permukaan *screen* terbentuk pola gambar seperti pada film lalu *screen* dikeringkan.

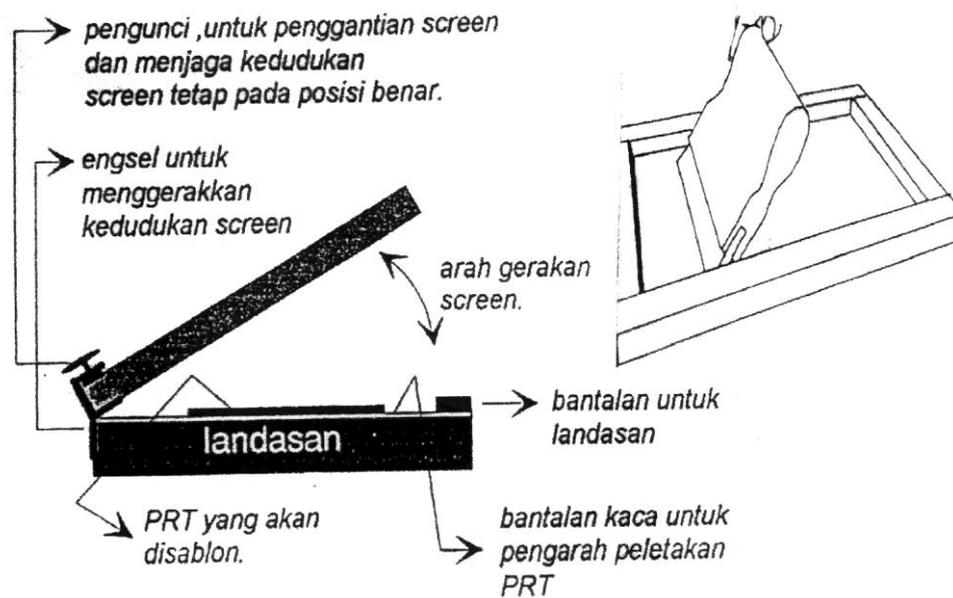


Gambar 4. Susunan Komponen Saat Penyinaran

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 | |

- g. Proses penyablonan (pembuatan gambar pada PRT), siapkan alat dan bahan yang diperlukan seperti pada gambar 5 kemudian tepatkan posisi *screen*, meja dudukan dan alas kaca tempat PRT yang akan disablon supaya pas (rata). Oleskan tinta pada *screen* dan rataakan dengan rakel tinta tersebut, terutama pada bagian yang tergambar pada *screen*, kemudian sablonkan pada PRT. Keringkan PRT hasil penyablonan pada sinar matahari langsung.



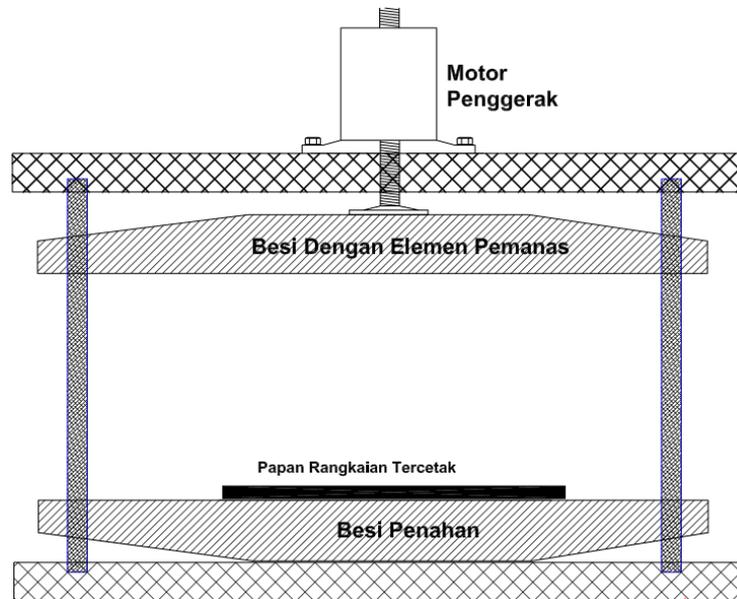
Gambar 5. Perlengkapan dan Penempatan Alat Sablon

2. Pembuat PRT dengan Metode Pemanasan

Cara penggambaran papan lapis tembaga dengan metode pemanasan adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan gambar, gambar tata letak dan jalur rangkaian yang telah dibuat difotokopi dalam transparansi.
- b. Menyiapkan papan lapis tembaga kosong, papan lapis tembaga kosong dipotong sesuai dengan ukuran akhir kemudian permukaan papan lapis tembaga dibersihkan dari berbagai kotoran yang melekat.
- c. Pemindahan gambar transparansi ke PRT, alat yang digunakan dalam pembuatan PRT dengan metode pemanasan adalah sebuah alat yang dirancang untuk melakukan ujicoba. Alat ini digunakan untuk mengatur panas tembaga pada papan PRT polos. Pengaturan panas pada alat ini menggunakan sensor panas yang dipasang dekat elemen pemanas. Pemanasan dilakukan selama 20-30 detik pada suhu 70° - 80° C. Setelah itu pemanasan dihentikan kemudian transparansi dari fotokopi gambar rangkaian dilekatkan sambil ditekan hingga semua gambar ditransparansi melekat di PRT. Untuk mengatur lamanya waktu

penekanan dalam pemanasan dipergunakan rangkaian pewaktu. Gambar 6 memperlihatkan rancangan alat pembuat PRT dengan metode pemanasan.



Gambar 6. Rancangan Alat Pembuat PRT Dengan Metode Pemanasan

Instrumen yang digunakan untuk mengukur variabel Y1 dan Y2 dilakukan secara kualitatif dengan kriteria. 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. Kriteria efisiensi diukur mulai dari proses pemindahan gambar master sampai pada gambar di PCB sebelum dietsa berdasarkan komponen : biaya bahan pembuatan, biaya peralatan, biaya pengerjaan, waktu pengerjaan, proses pembuatan, keahlian pekerja, dan persiapan awal. Penilaian untuk setiap komponen dengan memakai bobot. Setelah itu 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 :

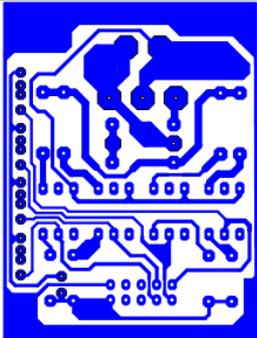
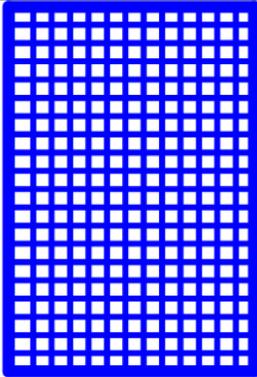
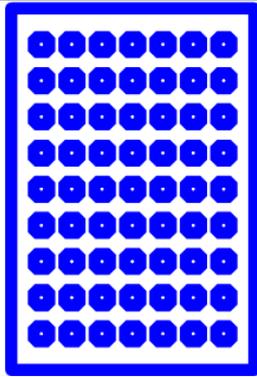
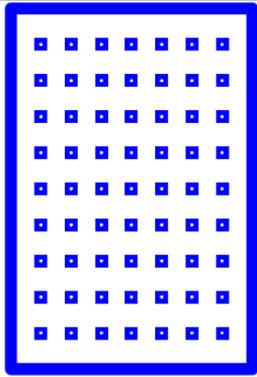
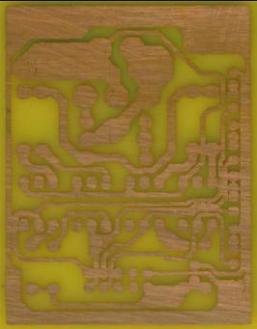
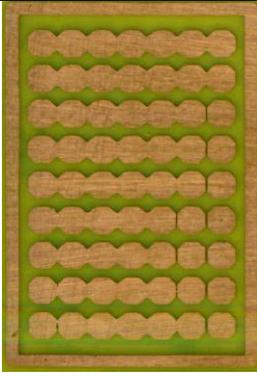
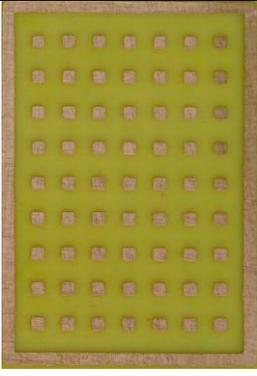
Rerata Y = $\sum N / n$ dimana n : jumlah objek

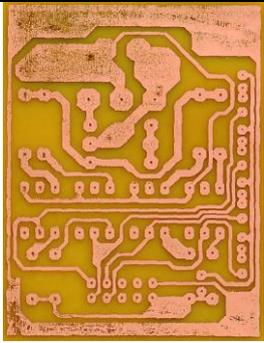
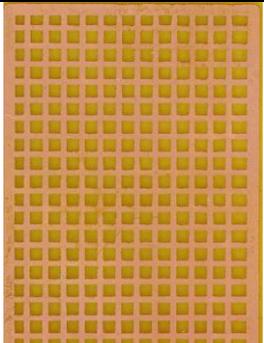
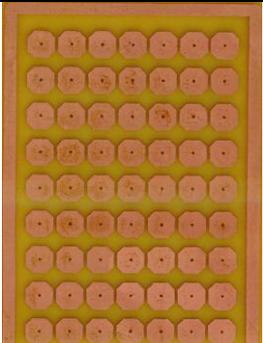
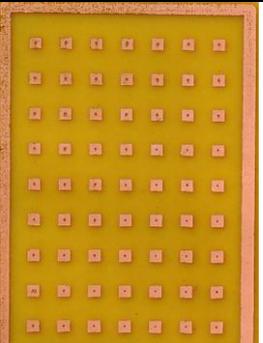
Metode analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif, yaitu dengan cara membandingkan nilai rerata dari kedua metode yang diuji. Metode yang lebih efisien dan hasil yang lebih berkualitas adalah yang memiliki nilai rerata yang tinggi. Sedangkan metode yang kurang efisien dengan hasil yang kurang berkualitas dinyatakan dengan nilai rerata yang lebih rendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

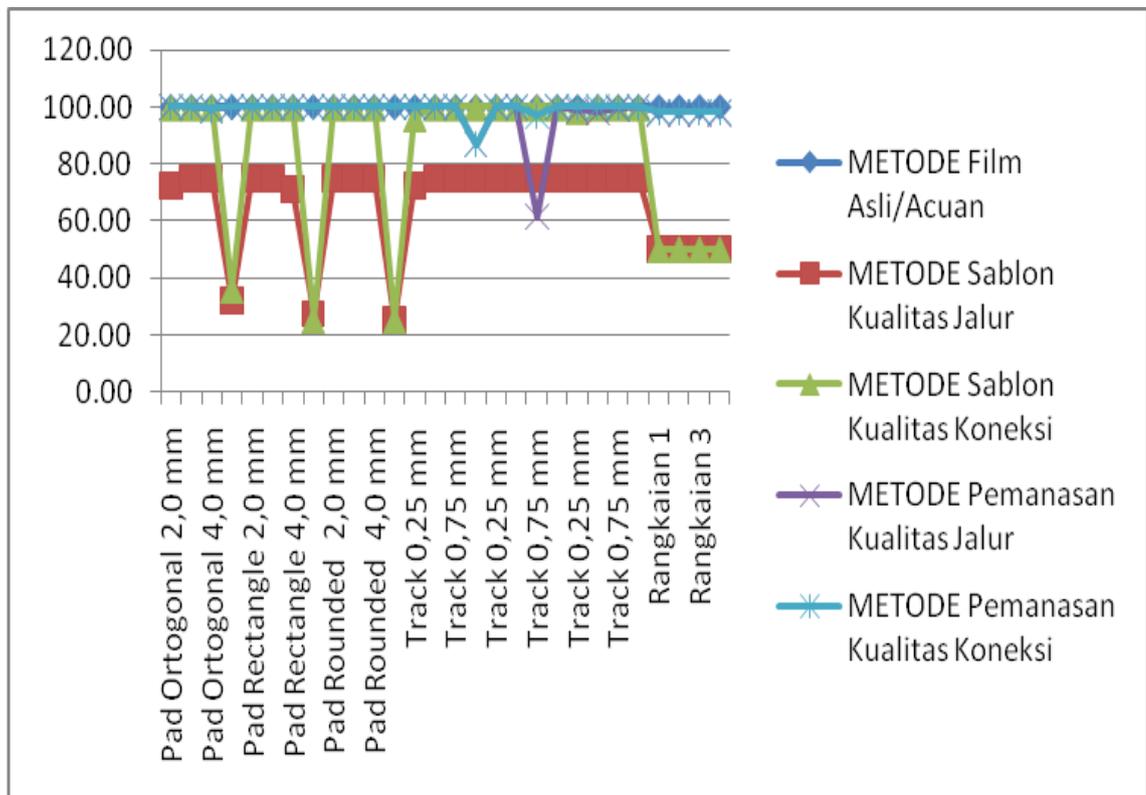
Hasil penelitian didapat dengan melakukan uji coba metode pembuatan PRT dengan menggunakan metode sablon dan pemanasan seperti yang telah dijelaskan diatas. Adapun sebagian hasil pembuatan PRT dengan metode sablon dan pemanasan seperti tabel 3.

Tabel 3. Sampel Hasil Pembuatan PRT Dengan Metode Sablon dan Pemanasan

| NO | RANGKAIAN 1 | Track 1 mm | PAD ORTOGONAL 4.5MM | PAD RECTANGLE 2MM |
|---------------------------|---|--|--|--|
| Gambar Asli sebagai Acuan |  |  |  |  |
| Bobot => Nilai | Bentuk Jalur 100=>100 Koneksi Jalur 100=>100 | $12 \times 19 \times 4 = 912 \Rightarrow 100$ $12 \times 19 \times 4 = 912 \Rightarrow 100$ | $7 \times 9 \times 4 = 252 \Rightarrow 100$ $7 \times 9 \times 4 = 252 \Rightarrow 100$ | $7 \times 9 \times 4 = 252 \Rightarrow 100$ $7 \times 9 \times 4 = 252 \Rightarrow 100$ |
| Metode Sablon |  |  |  |  |
| Bobot & Nilai | Bentuk Jalur 50=>50 Koneksi Jalur | $12 \times 19 \times 3 = 684 \Rightarrow 75$ | $(9 \times 3) + (54 \times 1) = 81 \Rightarrow 32,14$ | $7 \times 9 \times 3 = 189 \Rightarrow 75$ $7 \times 9 \times 4 =$ |

| | 50=>50 | 12 x 19 x 4= 912=>100 | (9x4) + (54x1) = 90=>53,71 | 252=>100 |
|------------------|---|---|--|---|
| Metode Pemanasan |  |  |  |  |
| Bobot & Nilai | Bentuk Jalur 98 Koneksi Jalur 98=>98 | 12 x 19 x 4= 912=>100 12 x 19 x 4= 912=>100 | 7 x 9 x 4 = 252=>100 7 x 9 x 4 = 252=>100 | 7 x 9 x 4 = 252=>100 7 x 9 x 4 = 252=>100 |

Hasil pengujian pembuatan PRT dengan kedua metode dapat dilihat pada gambar 7 dan Tabel 4.



Gambar 7. Grafik Kualitas PRT

Tabel 4. Data Efisiensi Pembuatan PRT Dengan Metode Sablon dan Pemanasan

| No | Komponen | Metode Sablon | | Metode Pemanasan | |
|----|-----------------------|--|-------|---|-------|
| | | Keterangan | Bobot | Keterangan | Bobot |
| 1. | Biaya bahan pembuatan | 15000 | 2 | 3500 | 4 |
| 2. | Biaya peralatan | 150000 | 2 | 35000-125000 biasa, 250000 khusus | 2 |
| 3. | Biaya pengerjaan | 10000 | 3 | 1000-2500 | 4 |
| 4. | Waktu Pengerjaan | 1-3 jam membuat master, 1-2 menit menyablon | 2 | 0,5-1 menit | 3 |
| 5. | Proses Pembuatan | Perlu 8 langkah | 2 | Perlu 2 langkah | 4 |
| 6. | Keahlian Pekerja | Perlu berlatih dan mencoba paling tidak 3 kali | 3 | Perlu berlatih dan mencoba paling tidak 1 kali | 4 |
| 7. | Persiapan awal | Perlu keahlian agak sulit dikerjakan orang biasa | 2 | Tidak perlu keahlian khusus, dapat dikerjakan orang biasa | 4 |

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 |

Dari data yang ada dapat diketahui bahwa kedua metode memiliki tingkat efisiensi dan kualitas hasil seperti diperlihatkan dalam tabel 5 berikut :

Tabel 5. 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 menganalisis 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 5. 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 pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan lebih efisien dari pada menggunakan metode sablon. 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 pembuatan papan rangkaian tercetak satu lapis dengan menggunakan metode pemanasan lebih berkualitas dari pada menggunakan metode sablon.

SIMPULAN

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.

DAFTAR PUSTAKA

David L. Jones. (2004). *PCB Design Tutorial*. <<http://www.alternatezone.com>> [2005, Desember 26]

Haris L. (1993). "Mengapa Komponen Hybrid IC". *Infolen*. Vol. 1. no 2.

John Kelley. (2000). *How to Create a Printed Circuit Board (PCB)*. Department of Electrical & Computer Engineering Michigan State University Home Page. <<http://www.OrCAD.com>>[2005, Desember 26]

Pratomo. (1995). *Tuntunan Praktis Perancangan dan Pembuatan PCB*. Jakarta : PT. Elek Media Komputindo.

BIODATA PENULIS

Totok Sukardiyono, lahir di Sleman 30 September 1967 menyelesaikan pendidikan Sarjana pada Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FPTK IKIP Yogyakarta 1992 dan Magister Teknik Ilmu-ilmu Teknik FT (Teknik Elektro) UGM 2001. Sejak 1993 sampai sekarang sebagai tenaga edukatif di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY.