

MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED INTRODUCTION (PBI)* DALAM DESAIN *PRINTED CIRCUIT BOARD (PCB)* BAGI MAHASISWA PRODI T. ELEKTRONIKA (D3) DAN P.T. ELEKTRONIKA (S1) FT UNY

Muhammad Munir

ABSTRACT

Research purpose is know student trouble in developing ability desain PCB and determine steps that should be done to increase ability desain PCB.

Research design use survey method and by descriptive quantitative and qualitative. Population are Electronics Technical Education and Electronics Technical students that take subject Technical Drawing teaching year 2010 / 2011 and 2011 / 2012. Total respondents 34 persons from population which amounted 80 persons. Instrument used is closed and open questioner.

Research conclusion: the most difficult in draw component symbol is transformator fingered by 38,24% respondents. The most difficult in draw code position component at PCB is arrange component a type of fingered by 38,24% respondents. The most difficult in design band PCB is determine band junction fingered by 41,67% respondents. Steps that should be done to increase very ability design PCB for student that is: should be careful, patient, dilligence, make skets, read guide, use elektronics symbol pattren, learn from example, discussion with friend, consider component used and measure, and early mendesain in paper millimeters block.

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah mengetahui kesulitan mahasiswa dalam membangun kemampuan desain PCB dan menentukan langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kemampuan desain PCB.

Desain penelitian ini menggunakan metode survei dan pembahasan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Populasi penelitian adalah mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektronika dan Prodi Teknik Elektronika yang mengambil mata kuliah Gambar Teknik Tahun ajaran 2010/2011 dan 2011/2012. Jumlah responden 34 orang dari populasi yang berjumlah 80 orang. Instrumen yang digunakan adalah angket tertutup dan terbuka.

Kesimpulan penelitian adalah Aspek menggambar rangkaian menggambar simbol komponen tersulit adalah transformator dinyatakan oleh 38,24%. Aspek menggambar tata letak komponen pada gambar desain PCB bagian yang tersulit adalah menyusun komponen sejenis dinyatakan oleh 38,24% responden. Aspek desain jalur PCB yang tersulit adalah menentukan persimpangan jalur dinyatakan oleh 41,67% responden. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kemampuan desain PCB mahasiswa sangat bervariasi, diantaranya harus teliti, tekun, sabar, membuat skets, baca panduan, menggunakan mal, belajar dari contoh, diskusi dengan teman, memperhitungkan komponen yang digunakan dan ukuran, dan mendesain awal di kertas millimeter blok.

Kata kunci: desain PCB, PBI

PENDAHULUAN

Upaya-upaya peningkatan kemampuan desain *Printed Circuit Board (PCB)* sangat perlu dilakukan, hal ini disebabkan masih kurangnya kemampuan mahasiswa dalam menghasilkan desain PCB yang baik, padahal desain PCB ini adalah kompetensi dasar dan sangat penting bagi mahasiswa di prodi Teknik Elektronika maupun Pendidikan Teknik Elektronika. Hampir setengah semester waktu kuliah dipergunakan untuk pembahasan dan praktek desain PCB. Sementara itu kemampuan yang desain PCB yang dikuasai mahasiswa masih sangat rendah.

Desain PCB diberikan kepada mahasiswa melalui mata kuliah Gambar Teknik, Bengkel

Elektronika baik prodi S1 Pendidikan Teknik Elektronika maupun prodi D3 Teknik Elektronika. Namun masih belum memadai hasil yang dapat dicapai. Oleh karena itu khususnya pada pelaksanaan materi desain PCB memerlukan *treatment* khusus agar kompetensi tersebut dapat dikuasai oleh mahasiswa.

Pengalaman selama kurang lebih 10 tahun terakhir, hanya sekitar 25-30% mahasiswa yang mampu mendesain PCB dengan baik dan hanya 10-15% dengan sangat baik. Jadi masih sekitar 50% lebih belum mampu menguasai materi ini, sehingga perlu segera dilakukan pembenahan dan perbaikan.

Kesulitan yang dihadapi mahasiswa adalah kurang dipahaminya kelemahan-kelemahan

dan kekurangan mahasiswa. Oleh karena itu metode pembelajaran **Pembelajaran Problem Based Introduction (PBI)** diharapkan mampu membantu mahasiswa memperbaiki kelemahan yang dirasakan untuk diatasi dalam desain PCB ini.

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah mengetahui kesulitan yang dirasakan oleh mahasiswa dalam membangun kemampuan desain PCB dan mengetahui langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kemampuan desain PCB. Dengan diketahuinya kesulitan dalam pembelajaran desain PCB, akan dilakukan pembelajaran dengan metode yang sesuai. Dalam hal ini langkah-langkah yang dilakukan untuk meningkatkan kemampuan desain PCB akan lebih terarah.

Fakta dalam kehidupan sehari-hari siapapun sering berhubungan dengan peralatan elektronika seperti Televisi, Komputer dan yang tak asing lagi yaitu Radio. Didalam peralatan tersebut terdapat banyak komponen-komponen elektronika seperti Resistor, Transistor, Kapasitor dan lain sebagainya. Jika dibayangkan bagaimana menyusun komponen elektronika yang mungkin jumlahnya ratusan itu bila tidak ada papan rangkaian elektronika yang disebut PCB, Mungkin tidak akan serapi dan sebagus yang kita harapkan. Dengan adanya PCB maka komponen-komponen elektronika itu menjadi terlihat rapi tidak semrawut dan mudah untuk melacak kesalahan atau kerusakan bila peralatan tersebut suatu saat nanti mengalami gangguan.

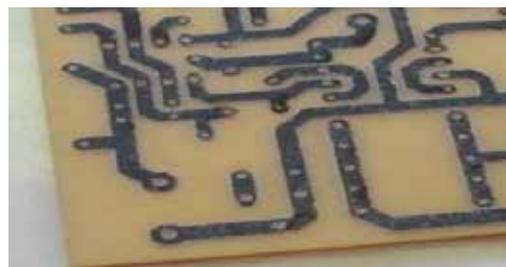
Papan Rangkaian Tercetak (PRT) atau sering juga disebut PCB merupakan papan pemasangan komponen elektronika yang jalur hubungannya menggunakan papan berlapis tembaga. Pembentukan jalur PCB dilakukan dengan cara *etching* (pelarutan), dimana sebagian tembaga dilepaskan secara kimia dari suatu papan lapis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

Papan berlapis tembaga disebut juga *Copper Clade Board*. Pembuatan papan berlapis tembaga dilakukan dengan cara laminasi yaitu melekatkan lembaran tipis tembaga dengan ketebalan 0,0014 inci sampai dengan 0,0042 inci 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.

Perlu diperhatikan bahwa dalam perancangan atau pembuatan PCB ukuran sebuah rangkaian perlu diperhatikan sehingga dalam pembuatan PCB tidak memakan ukuran yang terlalu besar, padahal rangkaian tersebut memiliki komponen yang tergolong sedikit. Ukuran papan PCB yang terlalu besar tidak diperbolehkan karena berakibat pemborosan dan tidak efisien. Nantinya PCB yang telah selesai dibuat akan dirangkai pada alat elektronika supaya tidak memakan tempat yang terlalu besar maka ukurannya perlu di efisienkan.

Menggambar jalur pada PCB secara manual ataupun dengan berbantuan komputer tidak boleh terlalu tipis supaya pada saat pelarutan tidak terlalu cepat terkikis oleh $FeCl_3$, minimal tingkat ketipisan jalur yaitu 2 mm. Sedangkan untuk tebalnya tidak ada pembatasan sama sekali karena semakin tebal suatu jalur maka semakin kecil pula kemungkinan terputus atau terkikis. Dalam penerapannya ada juga beberapa perusahaan besar menggambar layout PCB dengan ketebalan 0,5 mm, ini disebabkan supaya dalam pembuatan PCB tidak menelan biaya yang terlalu banyak, karena semakin tebal jalur maka ukuran PCB semakin besar.



Gambar 1. Contoh Lebar Jalur Pada PCB

Pada saat menggambar jalur pada PCB, perlu kita perhatikan sudut-sudut dan lengkungan jalur, sebisa mungkin hindari sudut 90° dan hindari juga sudut yang membentuk sudut lancip seperti sudut 30°, 45° dan 60°. Dalam menggambar jalur kenapa perlu menghindari sudut-sudut tersebut supaya jalur tidak mudah tekikis pada saat dilarutkan, menghindari arus kuat supaya tidak terjadi konsleting dan memenuhi unsur estetika

keindahan.

Papan rangkaian tercetak atau yang dikenal dengan nama PCB adalah suatu jenis papan yang terbuat dari bahan isolator padat, bahan yang sangat banyak dan sering digunakan adalah dari bahan pertinak ataupun yang lainnya seperti dari bahan *fiber-glass*. Pada permukaan papan tersebut dilapisi dengan bahan konduktor kuat, seperti tembaga atau bahan lainnya. Dengan PCB pengawatan yang rumit untuk hubungan antar komponen dapat diwujudkan, sehingga dapat diperoleh jalur-jalur penghantar yang rapi, tersusun dengan baik, dan aman.

Desain jalur PCB ini diwujudkan berdasarkan gambar rangkaian elektronika. Karena hubungan langsung dengan komponen yang akan dipasang, maka perencanaan jalur PCB harus mengetahui benar ukuran atau bentuk fisik dari komponen.

Sebagaimana perencanaan tata letak komponen, mendesain jalur PCB juga memperhatikan tiga faktor seperti yang telah disebut di atas yaitu faktor teknis, ekonomis, dan estetis. Karena merencana dan menggambar PCB merupakan suatu upaya mewujudkan gambar rangkaian dan tata letak komponen pada ukuran pesawat yang nyata.

Pembelajaran PBI adalah salah satu dari model-model pembelajaran efektif yang dikembangkan. Metode ini adalah metode pembelajaran berdasarkan problem-problem yang ditemukan dalam pembelajaran untuk dilakukan solusi yang semestinya. Adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam model pembelajaran ini adalah :

1. Penjelasan kompetensi yang ingin dicapai dan menyebutkan sarana atau alat pendukung yang dibutuhkan. Memotivasi siswa untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah yang dipilih.
2. Mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut (menetapkan topik, tugas, jadwal, dll.)
3. Mengumpulkan informasi yang sesuai, eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah, pengumpulan data, hipotesis, pemecahan masalah.
4. Merencanakan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan dan membantu mereka berbagi tugas dengan temannya
5. Melakukan refleksi atau evaluasi terhadap

eksperimen mereka dan proses-proses yang mereka gunakan.

METODOLOGI

Desain penelitian ini menggunakan metode survei dan pembahasan meliputi deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi persiapan penelitian; yaitu mengidentifikasi materi gambar teknik yang meliputi materi gambar rangkaian elektronika, tata letak komponen, dan desain PCB. Dalam hal ini teridentifikasi materi yang terkait dengan (a). Gambar rangkaian meliputi: gambar garis, gambar kontak, tulisan nilai komponen, gambar simbol, *stucklist*, (b) Tata letak komponen PCB meliputi: menentukan ukuran jarak kaki komponen, menentukan *space* (luas ruang) komponen, menyusun komponen sejenis, menyusun komponen berpasangan, (c). Desain jalur PCB meliputi: menentukan lebar jalur, menentukan sudut jalur, menentukan persimpangan jalur, menentukan besar pad (tempat solder komponen)/terminal komponen.

Responden penelitian adalah mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektronika dan Prodi Teknik Elektronika yang mengambil mata kuliah Gambar Teknik Tahun ajaran 2010/2011 dan 2011/2012. Adapun sampel diambil mahasiswa mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektronika dan Prodi Teknik Elektronika yang mengambil mata kuliah Gambar Teknik Tahun ajaran 2010/2011. Mahasiswa angkatan 2011/2012 tidak diambil sebagai sampel karena saat penelitian ini berlangsung materi yang diteliti belum dipelajari. Jumlah sampel yang dijadikan responden adalah 34 orang dari populasi yang berjumlah sekitar 80.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu angket. Baik tertutup maupun terbuka. Skala tingkat kesulitan 1 untuk yang paling mudah dan 10 untuk tingkat yang paling sulit. Sedangkan yang terbuka berupa isian tentang cara mahasiswa mengatasi kesulitan yang dirasakan dan mengurutkan kesulitan materi.

Analisis data yang akan dilakukan meliputi 4 tahap: (1). Data yang terkumpul dikelompokkan menurut pokok permasalahan yang sejenis, (2) Data tersebut disajikan secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif, (3) Inferensi, yaitu menyajikan data dalam bentuk tabel, dan (4) Penarikan kesimpulan secara induktif, yaitu dengan menafsirkan data yang telah dikelompokkan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**Tabel 1. Tingkat Kesulitan Gambar Rangkaian untuk PCB**

No	Aspek Gambar Elektronika	Jawaban Responden	
		Jenis Tugas Menggambar	Jumlah yang menyatakan sulit
1	Tingkat kesulitan menggambar simbol	IC	11
		Transformator	13
		LCD	1
		Relai	4
		Induktor	1
2	Tingkat kesulitan gambar rangkaian elektronika	Transistor	2
		Gambar simbol	24
		Stucklist	5
		Gambar kontak	2
		Tulisan nilai komp	5
3	Tingkat kesulitan desain tata letak komponen	Gambar garis	3
		Menentukan ukuran jarak kaki komp	6
		Menentukan <i>space</i> komponen	8
		Menyusun komponen sejenis	13
4	Tingkat kesulitan (dari yang tersulit hingga termudah) yang dirasakan dalam mendesain jalur PCB	Menyusun komp.berpasangan	7
		Menentukan lebar jalur	6
		Menentukan sudut jalur	2
		Menentukan persimpangan jalur	15
		Menentukan besar pad komponen	10

Tabel 2. Cara Mahasiswa Mengatasi Masalah pada Gambar Rangkaian

No	Aspek Gambar Rangkaian Elektronika	Cara Mengatasi Kesulitan
1	Menggambar koneksi hubungan percabangan pada gambar rangkaian Elektronika	<ul style="list-style-type: none"> - Harus mengetahui titik percabangan - Mengatur pola rangkaian - Sesuaikan dg jalur - Membuat sket
2	Menggambar simbol-simbol pada gambar rangkaian Elektronika	<ul style="list-style-type: none"> - Harus teliti - Menggunakan kertas mmblok - Membaca panduan - Menentukan jarak dan ukuran - Sabar dan tekun - Menggunakan mal
3	Menentukan ukuran simbol-simbol pada gambar rangkaian Elektronika	<ul style="list-style-type: none"> - Harus teliti dan tahu ukurannya - Disesuaikan dg ukuran - Belajar dari contoh - Belajar dari panduan

Tabel 3. Cara Mahasiswa Mengatasi Masalah Gambar Tata Letak Komponen

No	Aspek Gambar Tata Letak Komponen	Cara Mengatasi Kesulitan
1	Menggambar lay-out tata letak komponen pada gambar desain PCB	<ul style="list-style-type: none"> - Memperhitungkan ukuran komponen dan kemudahan dalam menentukan jalur - Membuat rancangan/sket pd kertas mmblok - Menentukan ukuran kertas, jalur, dan peletakan komponen - Menghitung skala - Teliti - Baca panduan
2	Menentukan jarak kaki komponen pada lay-out tata letak komponen	<ul style="list-style-type: none"> - Harus teliti dan cermat - Membuat sket/rancangan awal - Mengatur ukuran kaki komponen - Memperhitungkan ukuran komponen dan jarak antar komponen - Latihan menggambar di kertas kosong
3	Menentukan ukuran space (luas ruang) komponen pada lay-out tata letak komponen	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat rancangan awal - Menentukan jarak dan ukuran kaki komponen - Memperhitungkan besar komponen
4	Mendesain dengan mengumpulkan komponen sejenis pada lay-out tata letak komponen	<ul style="list-style-type: none"> - Menentukan pasangan komponen pada jalur yang sama - Harus hati-hati - Membuat jalur yang sesuai dg letak komponen - Menghitung jumlah komponen yg sama
5	Mendesain dengan mengumpulkan komponen berpasang pada lay-out tata letak komponen	<ul style="list-style-type: none"> - Menentukan pasangan komponen pada jalur yang sama - Harus dalam 1 jalur - Memperhatikan jalur - Mendata komponen yg digunakan terlebih dahulu - Membuat skets

Tabel 4. Cara Mahasiswa Mengatasi Masalah Gambar Desain PCB

No	Aspek Gambar Desain PCB	Cara Mengatasi Kesulitan
1	Menentukan ukuran PCB	<ul style="list-style-type: none"> - Menyesuaikan dg lebar dan panjang rangkaian - Mendesain pada kertas mmblok - Menyusun komponen - Harus benar-benar mengetahui ukuran komponen
2	Menentukan Lebar jalur PCB	<ul style="list-style-type: none"> - Menyesuaikan dg ruang sela yang tersedia - Membuat desain awal di kertas lain - Memperhitungkan jarak komponen
3	Menentukan sudut atau lengkungan pada jalur PCB	<ul style="list-style-type: none"> - Memperhitungkan letak komponen agar tidak saling menyentuh - Menentukan posisi komponen dan ruang jalur lebih dahulu - Memperhitungkan jarak komponen dan estetika desain - Berdiskusi dg teman
4	Membuat terminal kaki komponen pada jalur PCB	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan mal - Mendesain di kertas mmblok - Membuat sketsa

Menggambar koneksi hubungan percabangan pada gambar rangkaian Elektronika, yang menyatakan sangat mudah dengan skala kesulitan 1 sebanyak 3 orang, sedangkan sangat sulit dengan tingkat kesulitan 10 dinyatakan oleh 1 orang.

Menggambar simbol-simbol pada gambar rangkaian Elektronika yang menyatakan sangat

mudah dengan tingkat kemudahan skala 1 sebanyak 1 orang, sedangkan sulit dengan tingkat kesulitan skala 9 dinyatakan oleh 1 orang.

Menentukan ukuran simbol-simbol pada gambar rangkaian Elektronika yang menyatakan mudah dengan tingkat kemudahan skala 3 sebanyak 6 orang, sedangkan sulit dengan tingkat kesulitan skala 10 dinyatakan oleh 1 orang.

Adapun yang menyatakan tingkat tersulit untuk gambar simbol tersulit IC sebanyak 11, **transformator 13**, relai 4, transistor 2, dan LCD dan inductor 1. Jadi yang tersulit adalah menggambar simbol transformator.

Adapun tingkat kesulitan untuk **gambar simbol 24**, stucklist 5, gambar kontak 2, tulisan nilai komponen 5 dan gambar garis 3. Jadi yang tersulit adalah menggambar symbol komponen.

Menggambar lay-out tata letak komponen pada gambar desain PCB yang menyatakan sangat mudah dengan skala kesulitan 2 sebanyak 1 orang, sedangkan sangat sulit dengan tingkat kesulitan 10 dinyatakan oleh 1 orang.

Menentukan jarak kaki komponen pada lay-out tata letak komponen yang menyatakan mudah dengan skala kesulitan 3 sebanyak 3 orang, sedangkan sangat sulit dengan tingkat kesulitan 9 dinyatakan oleh 3 orang.

Menentukan ukuran space (luas ruang) komponen pada lay-out tata letak komponen yang menyatakan sangat mudah dengan skala kesulitan 2 sebanyak 1 orang, sedangkan sangat sulit dengan tingkat kesulitan 10 dinyatakan oleh 2 orang.

Mendesain dengan mengumpulkan komponen sejenis pada lay-out tata letak komponen yang menyatakan mudah dengan skala kesulitan 3 sebanyak 1 orang, sedangkan sangat sulit dengan tingkat kesulitan 10 dinyatakan oleh 2 orang.

Mendesain dengan mengumpulkan komponen berpasangan pada lay-out tata letak komponen yang menyatakan sangat mudah dengan skala kesulitan 2 sebanyak 1 orang, sedangkan sangat sulit dengan tingkat kesulitan 10 dinyatakan oleh 1 orang.

Responden yang menyatakan tingkat tersulit dalam desain tata letak komponen yang meliputi : menentukan ukuran jarak kaki komponen sebanyak 6, menentukan space (luas ruang) komponen sebanyak 8, **menyusun komponen sejenis sebanyak 13**, dan menyusun komponen berpasangan sebanyak 7. Jadi yang tersulit adalah menyusun komponen yang sejenis.

Menentukan ukuran PCB yang menyatakan sangat mudah dengan skala kesulitan 1 sebanyak 1 orang, sedangkan sulit dengan tingkat kesulitan skala 8 dinyatakan oleh 1 orang.

Menentukan Lebar jalur PCB yang menyatakan sangat mudah dengan skala kesulitan 1 sebanyak 1 orang, sedangkan sangat sulit dengan

tingkat kesulitan 9 dinyatakan oleh 2 orang.

Menentukan sudut atau lengkungan pada jalur PCB yang menyatakan sangat mudah dengan skala kesulitan 1 sebanyak 1 orang, sedangkan sulit dengan tingkat kesulitan 8 dinyatakan oleh orang.

Membuat terminal kaki komponen pada jalur PCB yang menyatakan sangat mudah dengan skala kesulitan 1 sebanyak 1 orang, sedangkan sangat sulit dengan tingkat kesulitan 9 dinyatakan oleh 1 orang.

Tingkat kesulitan tertinggi dalam mendesain jalur PCB yang tersulit meliputi : menentukan lebar jalur dinyatakan oleh 6, menentukan sudut jalur sebanyak 2, **menentukan persimpangan jalur sebanyak 15**, dan menentukan besar pad (tempat solder komponen)/terminal komponen 10. Jadi yang tersulit adalah menentukan persimpangan jalur.

Kesulitan yang dirasakan dalam beberapa aspek gambar diatasi oleh mahasiswa dengan berbagai cara diantaranya: (1) Aspek Gambar Rangkaian Elektronika, yang meliputi: (a). Mengatasi Kesulitan menggambar koneksi hubungan percabangan pada gambar rangkaian Elektronika dilakukan dengan cara: harus mengetahui titik percabangan, mengatur pola rangkaian, menyesuaikan gambar koneksi dengan jalur/garis, dan membuat sket. (b). Kesulitan menggambar simbol-simbol pada gambar rangkaian Elektronika diatasi dengan cara: harus teliti, menggunakan kertas milimeterblok, membaca panduan terlebih dahulu, menentukan jarak dan ukuran, sabar dan tekun, menggunakan mal. (c). Kesulitan menentukan ukuran simbol-simbol pada gambar rangkaian Elektronika diatasi dengan cara: harus teliti dan mengetahui ukuran komponen, disesuaikan dengan ukuran kertas gambar, belajar dari contoh yang ada, belajar dari panduan. (2). Aspek Gambar Tata Letak Komponen, yang meliputi: (a). Kesulitan menggambar lay-out tata letak komponen pada gambar desain PCB diatasi dengan cara: memperhitungkan ukuran komponen dan menentukan jalur, membuat rancangan/sket pd kertas mmblok, menentukan ukuran kertas, jalur, dan peletakan komponen, menghitung skala, teliti, dan membaca panduan, (b). Kesulitan menentukan jarak kaki komponen pada lay-out tata letak komponen diatasi dengan cara: harus teliti dan cermat, membuat sket/rancangan awal, mengatur ukuran kaki komponen, memperhitungkan ukuran

komponen dan jarak antar komponen, dan latihan menggambar di kertas kosong, (c). Kesulitan menentukan ukuran space (luas ruang) komponen pada tata letak komponen diatasi dengan cara: membuat rancangan awal, menentukan jarak dan ukuran kaki komponen, dan memperhitungkan besar komponen, (d). Kesulitan mendesain dengan mengumpulkan komponen sejenis pada tata letak komponen diatasi dengan cara: menentukan pasangan komponen pada jalur yang sama, harus hati-hati, membuat jalur yang sesuai dg letak komponen, dan menghitung jumlah komponen yg sama, (e). Kesulitan mendesain dengan mengumpulkan komponen berpasangan pada tata letak komponen diatasi dengan cara: menentukan pasangan komponen pada jalur yang sama, harus dalam satu jalur, memperhatikan jalur, mendata komponen yg digunakan terlebih dahulu, dan membuat skets. (3). Aspek Gambar Desain PCB yang meliputi: (a). Kesulitan menentukan ukuran PCB diatasi dengan cara: menyesuaikan dengan lebar dan panjang rangkaian, mendesain pada kertas milimeterblok, menyusun komponen, dan harus benar-benar mengetahui ukuran komponen, (b). Kesulitan dalam menentukan lebar jalur PCB diatasi dengan cara: menyesuaikan dengan ruang sela yang tersedia, membuat desain awal di kertas lain, dan memperhitungkan jarak komponen, (c). Kesulitan menentukan sudut atau lengkungan pada jalur PCB diatasi dengan cara: memperhitungkan letak komponen agar tidak saling menyentuh, menentukan posisi komponen dan ruang jalur lebih dahulu, memperhitungkan jarak komponen dan estetika desain, dan berdiskusi dengan teman, (d). Kesulitan membuat terminal kaki komponen pada jalur PCB diatasi dengan cara: menggunakan mal, mendesain di kertas mmblok, dan membuat sketsa.

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat dirumuskan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan adalah: (1) Kesulitan yang dirasakan mahasiswa dalam meningkatkan kemampuan desain PCB yang meliputi 3 aspek yaitu: (a). Aspek menggambar rangkaian tersulit menentukan ukuran simbol-simbol pada gambar rangkaian Elektronika. Tingkat tersulit adalah menggambar simbol komponen dinyatakan oleh 70,59% responden, dan gambar simbol tersulit adalah transformator dinyatakan oleh 38,24%. Bagian yang tersulit adalah

menyusun komponen sejenis dinyatakan oleh 38,24% responden, (b). Aspek desain jalur PCB yang tersulit adalah menentukan persimpangan jalur dinyatakan oleh 41,67% responden. (2) Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kemampuan desain PCB oleh mahasiswa sangat bervariasi. Diantaranya teliti, tekun, sabar, tekun, membuat skets, baca panduan, menggunakan mal, belajar dari contoh, diskusi dengan teman, memperhitungkan komponen yang digunakan dan ukuran, dan mendesain awal di kertas millimeter blok.

DAFTAR RUJUKAN

- Arsyad, Azhar. 2005. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Irsyad S.B. 2000. *Orientasi Pembaharuan Pendidikan Dalam Tantangan Modernitas*. Dipublikasikan di Jurnal OASE edisi 16 Th.2000.
- Syahrul, Aini dan Saleh. 2004. Al-manar. In Focus Digital Journal.
- Sugiyono, (2006). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.