
MODUL PRAKTIKUM SISTEM DIGITAL II



**LABORATORIUM SISTEM PENGATURAN & KOMPUTER
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
2019**

Bab 1

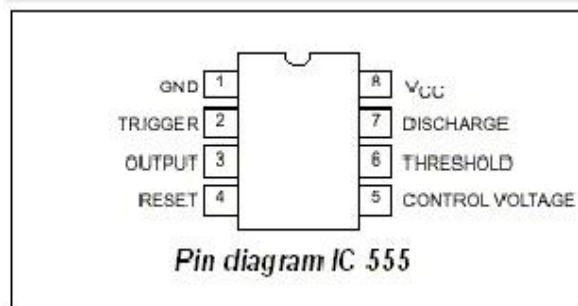
Pengenalan IC (Integrated Circuit)

1.1 Tujuan

- ✓ Mengetahui cara pembacaan datasheet
- ✓ Mempelajari cara kerja sebuah IC dari datasheet
- ✓ Menganalisa input dan output pin dari datasheet

1.2 Teori

IC yang kita gunakan pada pembelajaran kali ini adalah IC 555/ IC NE555. IC timer 555 ini sudah lama dikenal dan masih populer sampai saat ini sejak puluhan tahun yang lalu. Tepatnya IC 555 pertama kali dibuat oleh Signetics Corporation pada tahun 1971. IC timer 555 memberi solusi praktis dan relatif murah untuk berbagai aplikasi elektronik yang berkenaan dengan pewaktuan (timing). Terutama dua aplikasinya yang paling populer adalah rangkaian pewaktu monostable dan osilator astable. Jeroan utama komponen ini terdiri dari komparator dan flip-flop yang direalisasikan dengan banyak transistor.



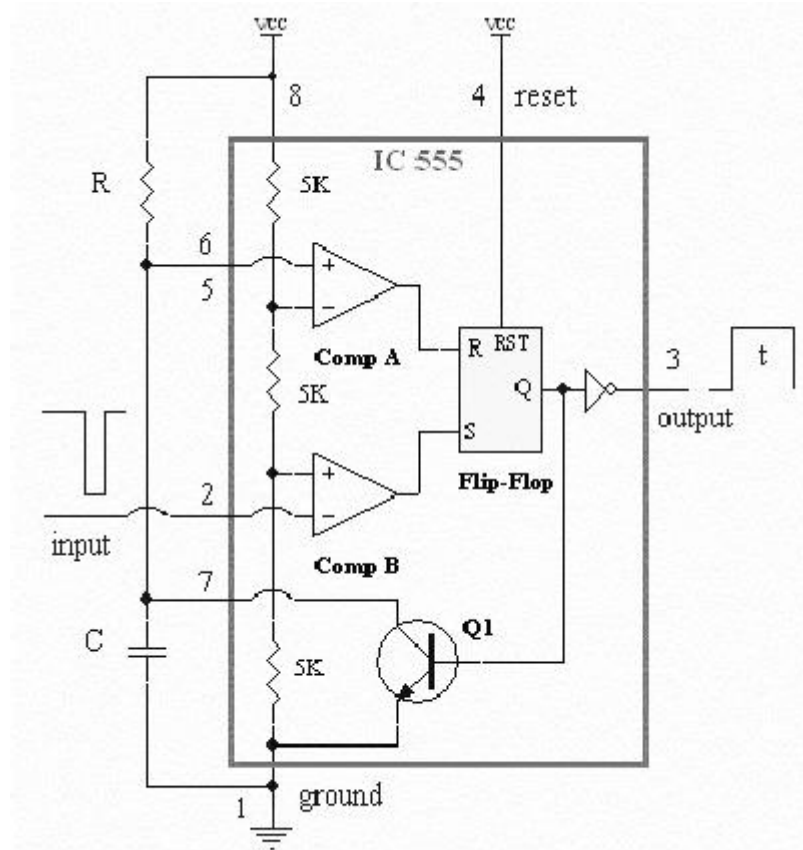
Gambar 1.1 : IC Timer 555

Dari dulu hingga sekarang, prinsip kerja komponen jenis ini tidak berubah namun masing-masing pabrikan membuatnya dengan desain IC dan teknologi yang berbeda-beda. Hampir semua pabrikan membuat komponen jenis ini, walaupun dengan nama yang berbeda-beda. Misalnya National Semiconductor menyebutnya dengan LM555, Philips dan Texas Instrument menamakannya SE/NE555. Motorola / ON-Semi mendesainnya dengan transistor CMOS sehingga konsumsi powernya cukup kecil dan menamakannya MC1455. Philips dan Maxim membuat versi CMOS-nya dengan nama ICM7555. Walaupun namanya berbeda-beda, tetapi fungsi dan pin diagramnya saling kompatibel satu dengan yang lainnya (functional and pin-to-pin compatible). Hanya saja ada beberapa karakteristik spesifik yang berbeda misalnya konsumsi daya, frekuensi maksimum dan sebagainya. Spesifikasi lebih detail biasanya dicantumkan pada datasheet masing-masing pabrikan. Dulu pertamakali casing dibuat dengan 8 pin T-package (tabular dari kaleng mirip transistor), namun sekarang lebih umum dengan kemasan IC DIP 8 pin.

Rangkaian Monostable

IC ini didesain sedemikian rupa sehingga hanya memerlukan sedikit komponen luar untuk bekerja. Diantaranya yang utama adalah resistor dan kapasitor luar (eksternal). IC ini memanggubekerja dengan memanfaatkan prinsip pengisian (charging) dan pengosongan (discharging) dari kapasitor melalui resistor luar tersebut. Untuk menjelaskan prinsip kerjanya, coba perhatikan diagram gambar IC 555 dengan resistor dan kapasitor luar berikut ini. Rangkaian ini tidak lain adalah sebuah rangkaian pewaktu (timer) monostable. Prinsipnya rangkaian ini akan menghasilkan pulsa tunggal dengan lama tertentu pada keluaran pin 3, jika

pin 2 dari komponen ini dipicu. Perhatikan didalam IC ini ada dua komparator yaitu Comp A dan Comp B. Perhatikan juga di dalam IC ini ada 3 resistor internal R yang besarnya sama. Dengan susunan seri yang demikian terhadap VCC dan GND, rangkaian resistor internal ini merupakan pembagi tegangan. Susunan ini memberikan tegangan referensi yang masing-masing besarnya $\frac{2}{3} VCC$ pada input negatif komparator A dan $\frac{1}{3} VCC$ pada input positif komparator B.



Gambar 1.2 : Rangkaian pewaktu monostable

Pada keadaan tanpa input, keluaran pin 3 adalah 0 (ground atau normally low). Transistor Q1 yang ada di dalam IC ini selalu ON dan mencegah kapasitor eksternal C dari proses pengisian (charging). Ketika ada sinyal trigger dari 1 ke 0 (VCC to GND) yang diumpankan ke pin 2 dan lebih kecil dari $\frac{1}{3} VCC$, maka serta merta komparator B men-set keluaran flip-flop. Ini pada gilirannya memicu transistor Q1 menjadi OFF. Jika transistor Q1 OFF akan membuka jalan bagi resistor eksternal R untuk mulai mengisi kapasitor C (charging). Pada saat yang sama output dari pin 3 menjadi high (VCC), dan terus high sampai satu saat tertentu yang diinginkan. Sebut saja lamanya adalah t detik, yaitu waktu yang diperlukan untuk mengisi kapasitor C mencapai tegangan $\frac{2}{3} VCC$. Tegangan C ini disambungkan ke pin 6 yang tidak lain merupakan input positif comp A. Maka jika tegangan $\frac{2}{3} VCC$ ini tercapai, komparator A akan men-reset flip-flop dan serta merta transistor internal Q1 menjadi ON kembali. Pada saat yang sama keluaran pin 3 dari IC 555 tersebut kembali menjadi 0 (GND). Berapa lama pulsa yang dihasilkan amat tergantung dari nilai resistor dan kapasitor eksternal yang pasangankan. Dari rumus eksponensial pengisian kapasitor diketahui bahwa :

$$V_t = VCC(1 - e^{-t/RC}) \dots (1)$$

V_t adalah tegangan pada saat waktu t . Jika t adalah waktu eksponensial yang diperlukan untuk mengisi kapasitor sampai $V_t = 2/3 V_{CC}$, maka rumus (1) dapat disubstitusi dengan nilai ini menjadi :

$$\begin{aligned} 2/3 &= 1 - e^{-t/RC} \\ 1/3 &= e^{-t/RC} \\ \ln(1/3) &= -t/RC \end{aligned}$$

Dan seterusnya dapat diperoleh:

$$t = (1.0986123)RC$$

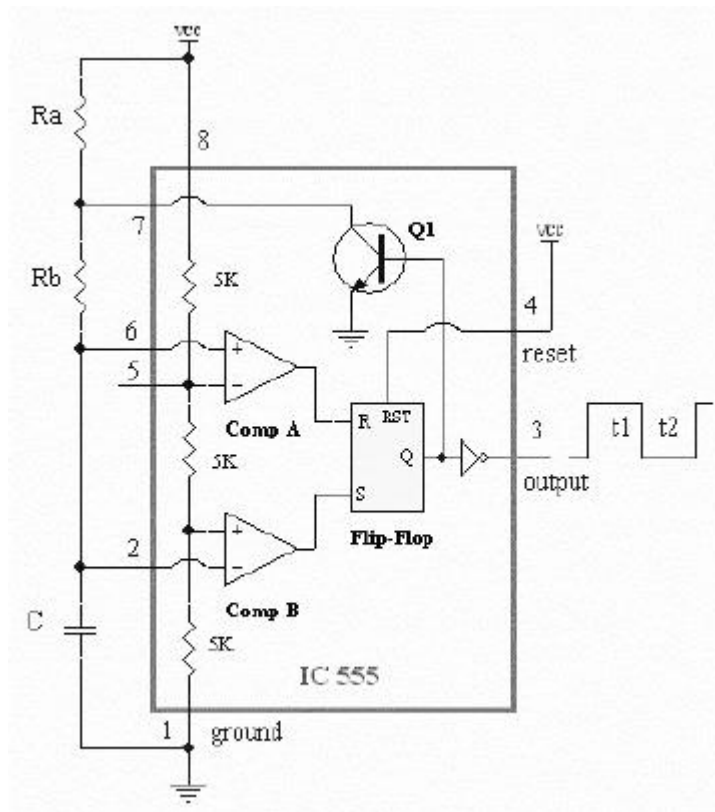
yang dibulatkan menjadi

$$t = 1.1 RC$$

Inilah rumusan untuk menghitung lamanya keluaran pulsa tunggal yang dapat dihasilkan dengan rangkaian monostable dari IC 555.

Rangkaian Astable

Sedikit berbeda dengan rangkaian monostable, rangkaian astable dibuat dengan mengubah susunan resistor dan kapasitor luar pada IC 555 seperti gambar berikut. Ada dua buah resistor R_a dan R_b serta satu kapasitor eksternal C yang diperlukan. Prinsipnya rangkaian astable dibuat agar memicu dirinya sendiri berulang-ulang sehingga rangkaian ini dapat menghasilkan sinyal osilasi pada keluarannya. Pada saat power supply rangkaian ini dihidupkan, kapasitor C mulai terisi melalui resistor R_a dan R_b sampai mencapai tegangan $2/3 V_{CC}$.



Gambar1.2 : Rangkaian osilator astable

Periode osilator adalah dapat diketahui dengan menghitung $T = t_1 + t_2$. Persentasi dari sinyal osilasi yang dihasilkan dihitung dari rumus t_1/T . Jadi jika diinginkan duty cycle osilator sebesar (mendekati) 50%, maka dapat digunakan resistor R_a yang relatif jauh lebih kecil dari resistor R_b . Satu hal yang menarik dari komponen IC 555, baik timer

aplikasi rangkaian mono stable maupun frekuensi osilasi dari rangkaian astable tidak tergantung dari berapa nilai tegangan kerja VCC yang diberikan. Tegangan kerja IC 555 bisa bervariasi antara 5 sampai 15 Vdc. Tingkat keakuratan waktu (timing) yang dihasilkan tergantung dari nilai dan toleransi dari resistor dan kapasitor eksternal yang digunakan. Untuk rangkaian yang tergolong time critical, biasanya digunakan kapasitor dan resistor yang presisi dengan toleransi yang kecil. Pada banyak nota aplikasi, biasanya juga ditambahkan kapasitor 10 nF pada pin 5 ke ground untuk menjamin kestabilan tegangan referensi $\frac{2}{3} VCC$. Banyak aplikasi lain yang bisa dibuat dengan IC 555, salah satu aplikasi yang populer lainnya adalah rangkaian PWM (Pulse Width Modulator). Rangkaian PWM mudah direalisasikan dengan sedikit mengubah fungsi dari rangkaian pewaktu monostable. Yaitu dengan memicu pin trigger (pin 2) secara kontinu sesuai dengan perioda clock yang diinginkan, sedangkan lebar pulsa dapat diatur dengan memberikan tegangan variabel pada pin control voltage (pin 5). Di pasaran banyak juga jumpai dua timer 555 yang dikemas didalam satu IC misalnya IC LM556 atau MC1456

Keterangan tiap pin IC :

Pin	Nama	Kegunaan
1	GND	Ground , level rendah (0 V)
2	TRIG OUT	Pemicu masukan dari luar lebih kecil dari $\frac{1}{3}VCC$
3	OUT	Output 0,5 V dibawah +VCC atau 0,1 V diatas GND
4	RESET	Reset atau untuk menolak masukan pemicu (dihubungkan GND jika digunakan, jika tidak dihubungkan ke +VCC)
5	CTRL	"Control" pengendali tegangan internal ($\frac{2}{3}VCC$)
6	THR	Ambang
7	DIS	Discharge atau tempat pengosongan kapasitor
8	V+	VCC Tegangan sumber biasanya antara 3 sampai 15 V.

*Datasheet IC 555 ada pada lembar lampiran

Bab 2

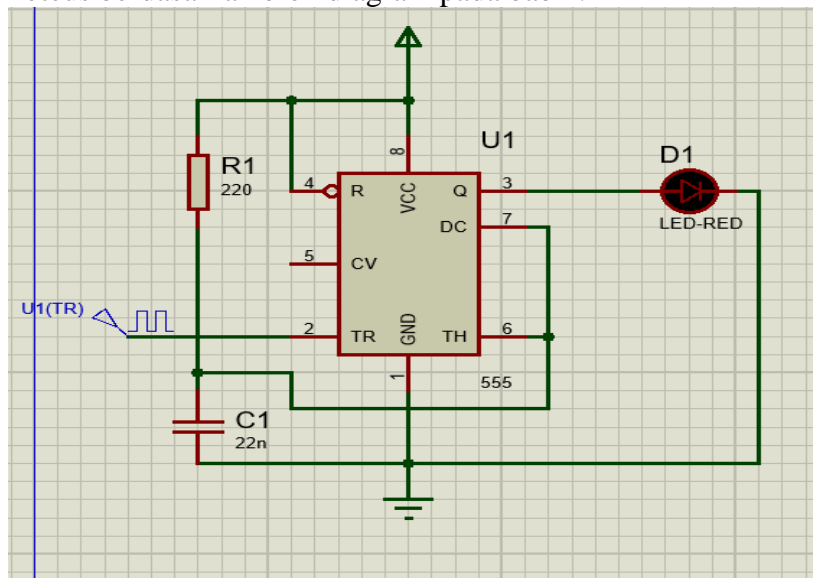
Rangkaian Elektronika Integrated Circuit

2.1 Tujuan

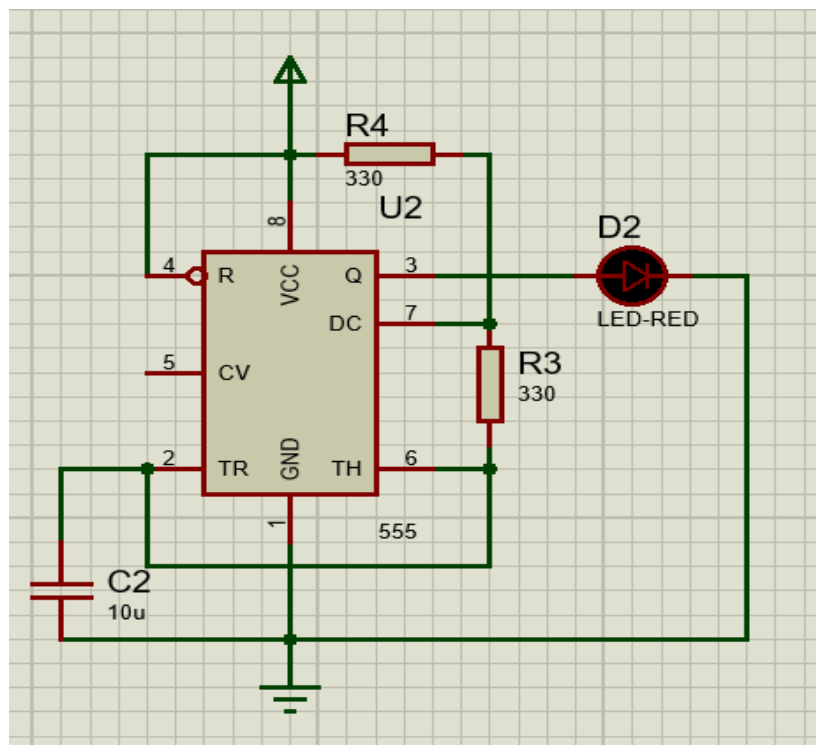
- ✓ Mengetahui cara menggunakan ISIS dan ARES
- ✓ Mengetahui tata cara membuat jalur pada ARES
- ✓ Mengetahui kesalahan mendasar pada ARES

2.2 Tata Cara Membuat Rangkaian Pada ISIS dan ARES

1. Membuat rangkaian pewaktu monostable dan astable pada ISIS yang sudah di dipelajari pada Sistem Digital I. Berikut merupakan rangkaian monostable dan astable pada ISIS Proteus berdasarkan blok diagram pada bab 1.

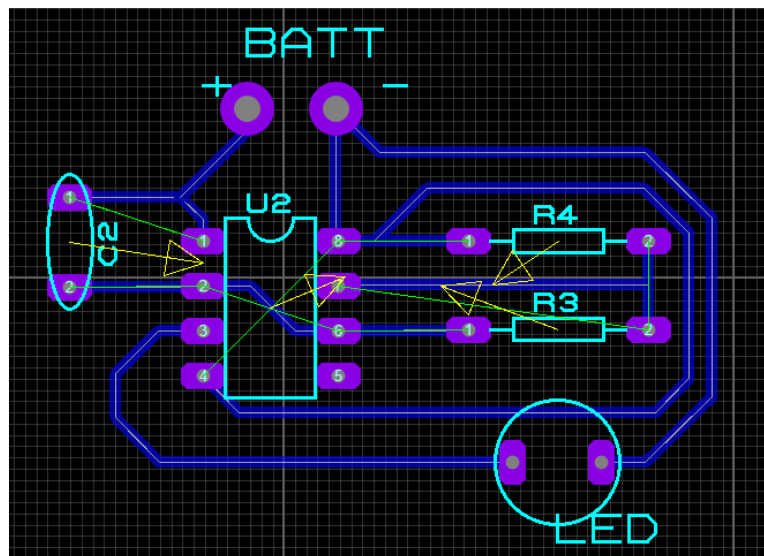


Gambar 2.1 : Rangkaian pewaktu monostable pada proteus

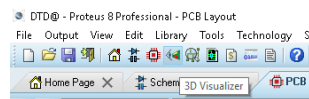


Gambar 2.2 : Rangkaian osilator astable pada proteus

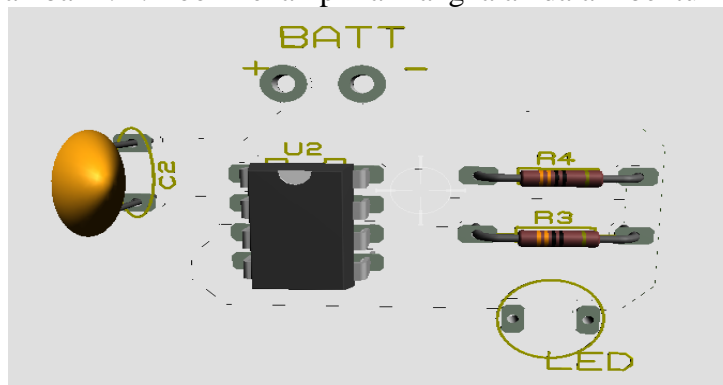
2. Berikut merupakan rangkaian astable pada ARES setelah rangkaian ISIS selesai



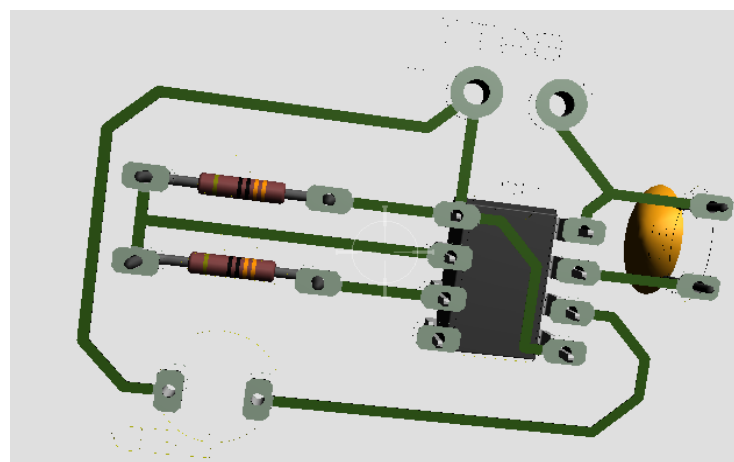
Gambar 2.3 : Rangkaian ARES osilator astable



Gambar 2.4 : Tool menampilkan rangkaian dalam bentuk 3D



Gambar 2.5 : Tampilan atas dari 3d Visualizer



Gambar 2.6 : Tampilan bawah dari 3D Visualizer

Bab 3

Membuat Rangkaian pada PCB

3.1 Tujuan

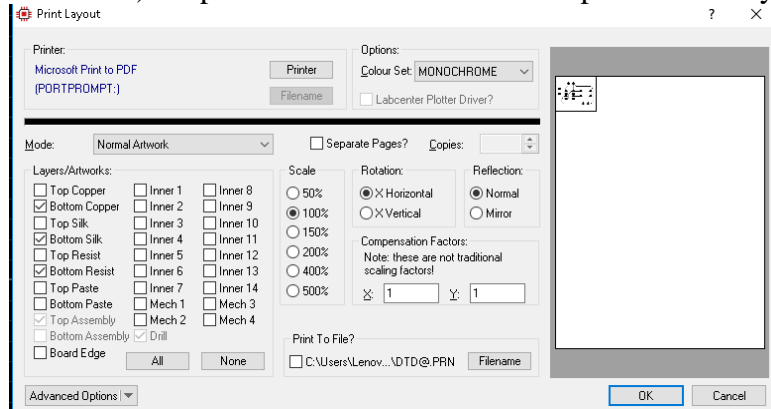
- ✓ Mengetahui langkah-langkah mencetak PCB
- ✓ Mengetahui cara print layout dari ARES
- ✓ Mengerti cara mencetak rangkaian di PCB dengan baik dan benar

3.2 Proses Mencetak Desain PCB

Teknik pembuatan PCB (Printed Circuit Board) yang akan dijelaskan dalam tulisan ini adalah teknik membuat PCB dengan cara menyetrika layout desain PCB pada suatu PCB polos. Teknik ini adalah cara pembuatan PCB yang paling sederhana. Mengapa menggunakan cara yang paling sederhana? Pertama, karena tujuan dari pembuatan PCB adalah memperoleh papan (board) untuk merakit komponen-komponen yang dibutuhkan dalam membuat suatu sistem elektronika. Hal yang terpenting disini adalah PCB yang kita buat adalah PCB yang sesuai dengan harapan kita. Artinya ketika komponen telah dipasang pada PCB, maka rangkaian elektronika yang kita rancang dapat bekerja sesuai dengan harapan kita. Kedua, dengan cara yang sederhana ini kita tidak mengeluarkan banyak biaya untuk membuat PCB. Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan PCB-nya:

Langkah 1: Mencetak desain pada kertas HVS

Cetak (print) desain PCB yang telah kita gambar dengan bantuan komputer pada kertas biasa (kertas HVS). Dapat diakses melalui menu Output > Print Layout



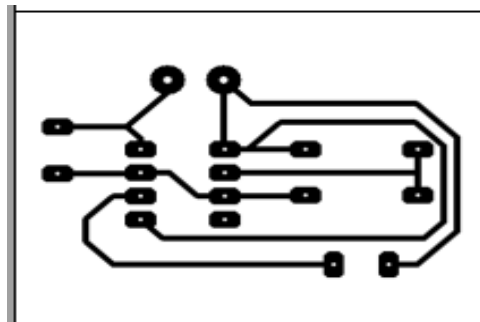
Gambar 3.1 : Tampilan print layout

Keterangan:

Copper sebagai jalur tembaga

Silk sebagai keterangan tulisan ataupun letak komponen

Resist merupakan letak pin



Gambar 3.2 Desain layout PCB

Langkah 2: Fotocopy desain PCB pada kertas glossy

Perbanyaklah hasil cetakan desain PCB tersebut dengan cara mem-fotocopy-nya. Fotocopy dilakukan dengan menggunakan kertas yang biasa digunakan untuk mencetak foto atau sering dinamakan dengan kertas glossy. Gunakan kertas glossy yang paling ringan beratnya (tipis). Untuk mendapatkan hasil yang baik (tinta yang cukup tebal), pilihlah tempat fotocopy yang menggunakan mesin fotocopy Xerox atau bisa juga langsung menggunakan printer laser dengan kertas glossy.

Langkah 3: Siapkan PCB polos

Siapkan PCB polos yang akan kita gunakan dalam pembuatan PCB, yaitu pertama, potong PCB polos sesuai dengan ukuran yang kita kehendaki untuk membuat PCB. Kedua, usahakan PCB polos yang digunakan permukaan lapisannya dalam keadaan bersih. Apabila masih kotor, bersihkan dengan menggunakan amplas yang paling halus tingkat kekasarannya.



Gambar 3. PCB polos

Langkah 4: Siapkan setrika listrik

Siapkan setrika listrik yang biasa digunakan untuk menghaluskan pakaian. Atur level panas atau temperaturnya sesuai dengan kebutuhan, yaitu tidak terlalu panas dan tidak juga hanya hangat. Tingkat panas pada permukaan setrika akan mempengaruhi keberhasilan proses pelekatan desain PCB pada PCB polos dan ada kemungkinan juga proses ini mengalami kegagalan, sehingga kita harus sabar mengulangi langkah-langkah pembuatannya dari awal. Setelah dirasa cukup sesuai temperaturnya, selanjutnya tempelkan desain PCB yang melekat pada kertas glossy di atas permukaan PCB polos yang tadi telah dipersiapkan. Atur posisi kertas tersebut, pastikan posisinya tidak miring atau melebihi luasan permukaan PCB polos.

Langkah 5: Proses penyetricaan

Setelah itu, lakukan proses menyetrica kertas glossy yang diletakkan di atas PCB polos tadi seperti halnya kita menyetrica pakaian kita. Pastikan merata proses penyetricaan kita, terutama pada bagian-bagian tepi. Dalam penyetricaan, jangan meletakkan setrika kita terlalu lama di atas PCB. Sesekali angkatlah supaya PCB tidak menerima panas yang terlalu tinggi. Jika terlalu panas, maka dapat menyebabkan lapisan tembaga pada PCB mengelupas (menggelembung) dan mungkin juga bahan PCB kita melengkung.

Langkah 6: Proses pendinginan

Jika proses penyetricaan dirasa sudah merata (menggunakan perasaan), tunggulah sampai dingin. Jangan melepaskan kertas glossy dari PCB polos ketika keadaannya masih panas, karena hal ini akan menyebabkan kegagalan perekatan tinta pada PCB polos.

Langkah 8: Proses pengelupasan kertas glosy

Siapkan nampan yang berukuran sesuai dengan ukuran PCB yang kita buat. Tidak terlalu besar dan juga tidak terlalu kecil. Isilah nampan tersebut dengan air dingin secukupnya. Selanjutnya, masukkan PCB yang tertempel padanya kertas glosy kedalam nampan berisi air dingin yang telah kita siapkan. Diamkan sejenak, kira-kira 10 sampai dengan 15 menit. Setelah itu, kemudian lakukan pengelupasan kertas glosy secara perlahan-lahan dengan menggunakan jari tangan. Dalam proses pengelupasan ini, ada kemungkinan kegagalan (tinta tidak melekat sempurna). Apabila tidak terlalu banyak jalur yang rusak, maka bagian-bagian yang rusak dapat ditutupi atau diperbaiki dengan menggunakan pena waterproof atau juga spidol permanen. Namun bila jalur yang rusak lebih dari 40%, maka mau tidak mau kita harus mengulang proses sablon tersebut dari awal.

Langkah 9:

Apabila proses-proses diatas berhasil dilakukan, selanjutnya proses yang harus dilakukan adalah melarutkan lapisan tembaga pada PCB polos yang tidak diperlukan dengan larutan ferriclorit (FeCl_3). Ferriclorit bisa didapatkan di toko Mitra setia budi. Dalam melarutkan dianjurkan menggunakan air panas sehingga tembaga pada pcb cepat larut

B. Melarutkan Lapisan Tembaga

Langkah selanjutnya setelah melakukan proses pelekatan desain layout PCB diatas lapisan tembaga PCB polos adalah melarutkan lapisan tembaga yang tidak diperlukan, yaitu lapisan yang tidak tertutup oleh warna hitam (tinta hasil setrika), sehingga nantinya akan didapatkan jalur-jalur penghantar yang diperlukan untuk merangkai komponen elektronik. Langkah pelarutan lapisan tembaga tersebut adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Siapkan tempat pelarutan

Siapkan nampan yang berukuran sesuai dengan ukuran PCB yang kita buat. Tidak terlalu besar dan juga tidak terlalu kecil. Isilah nampan tersebut dengan air secukupnya. Air yang digunakan dalam pelarutan lapisan tembaga dapat menggunakan air biasa (tidak panas) atau juga air panas.

Langkah 2: Siapkan larutan ferriclorit (FeCl_3)

Masukkan bubuk ferriclorit (FeCl_3) kedalam air dalam nampan yang telah dipersiapkan. Aduk hingga bubuk ferriclorit rata tercampur (larut) dalam air.

Langkah 3: Proses pelarutan lapisan tembaga pada PCB

Masukan PCB polos yang telah disablon kedalam larutan ferriclorit. Sebagai tindakan kehati-hatian, sebelum dimasukkan sebaiknya kita melakukan pemeriksaan ulang keadaan jalur-jalur PCB (hasil setrika), pastikan bahwa jalur yang akan kita buat sudah benar, tidak ada kesalahan. Setelah dimasukkan, untuk mempercepat proses pelarutan lapisan tembaga, maka goyanglah nampan berisi larutan ferriclorit secara perlahan bersama-sama dengan papan PCB tersebut. Langkah ini dilakukan dilakukan selama kurang lebih 10 sampai dengan 15 menit.

Langkah 4: Periksa jalur PCB

Apabila sudah mulai terlihat terbentuknya jalur-jalur tembaga pada PCB, maka angkatlah PCB yang kita buat. Periksa apakah masih ada lapisan tembaga yang tidak diperlukan yang belum terlarutkan. Jika masih, masukan kembali PCB tersebut dan goyanglah lagi nampan beberapa saat lagi sampai semua lapisan tembaga yang tidak dibutuhkan terlarut secara sempurna.

Langkah 5: Bersihkan tinta

Cuci PCB yang masih terdapat noda hitam dari tinta mesin fotocopy dengan menggunakan air. Untuk membersihkan tinta tersebut, gunakan minyak thinner, bensin, solar, atau minyak sejenisnya. Apabila masih belum bersih sempurna, gunakan amplas halus untuk membantu supaya permukaan PCB benar-benar bersih. Hal ini supaya timah (tenol) mudah menempel ketika proses penyolderan komponen.

Langkah 6: Pelapisan permukaan tembaga PCB

Agar lapisan PCB yang telah jadi tidak mudah kotor atau terkorosi, maka lapisilah permukaan tembaganya dengan cairan pelapis PCB. Setelah dilapisi, jemur PCB hingga cairan lapisan tersebut kering sempurna. Sampai dengan proses ini, PCB buatan kita telah selesai dibuat dan siap digunakan.

**TATA CARA CETAK PCB BISA DI LIHAT DI YOUTUBE:
bit.ly/2BoXVHh**