

Panduan Dasar Draft PCB Menggunakan KiCAD

Achmadi ST MT

Update: 2023/01/16



Daftar Isi

Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	ix
Penggunaan Buku	xi
0.1 Umum	xi
0.2 Petunjuk	xi
1 Program KiCAD	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Instalasi	2
1.2.1 GNU/Linux	2
1.2.2 Windows	3
1.2.3 MacOS	6
1.3 Memulai Program	6
2 Dasar Konsep	9
2.1 Program Utama	9
2.2 Workflow	10
2.3 Project Baru	11
3 Schematic	13
3.1 Schematic Editor	13
3.2 Rancang Skematik	15
3.2.1 Komponen ESP32	15
3.2.2 Penambahan Sinyal	16
3.2.3 Penambahan Jalur Daya	17
3.2.4 Resistor Pull Down	18
3.2.5 Menambahkan Anotasi	20
3.2.6 Penanda Not-Connected	21
3.2.7 Sisa Skematik Selanjutnya	21
3.2.8 Atur Dokumen	23
3.3 Tes ERC	23
3.4 Skematik Penuh	24
4 Footprint Assignment	25
4.1 FP Assign	25
4.2 Langkah Assignment	26
4.3 Footprint Assignment Penuh	30

5	PCB Layout	31
5.1	PCB Editor	31
5.2	Rancang PCB	33
5.2.1	Pengaturan Desain	33
5.2.2	Update PCB dari Schematic	34
5.2.3	Peletakan Komponen	35
5.2.4	PCB Edge	37
5.2.5	Track Route	39
5.2.6	Tambah Vias	40
5.2.7	Tambah Filled Zone	41
5.2.8	Atur Dokumen	43
5.3	Tes DRC	43
5.4	Desain Penuh	44
6	Manufacturing	45
6.1	File Manufaktur	45
6.1.1	Gerber	45
6.1.2	PDF	47
6.1.3	Drill	47
6.1.4	Bill of Material	48
6.1.5	Casing MockUp	49
6.2	Vendor Manufaktur PCB	50
7	Tugas	53

Daftar Gambar

1.1	Tampilan KiCAD Windows 10	1
1.2	Download KiCAD	3
1.3	Memulai Instalasi KiCAD	4
1.4	Pilih Paket	4
1.5	Proses Instalasi	5
1.6	Instalasi Selesai	5
1.7	Memulai KiCAD via menu sistem operasi	6
1.8	Migrasi Pengaturan	6
1.9	Program Utama KiCAD	7
1.10	Peringatan OpenGL	7
2.1	Program Utama KiCAD	9
2.2	Workflow Umum KiCAD	10
2.3	Project Baru	11
2.4	Nama Project	11
2.5	Berkas Project	11
3.1	Memanggil editor skematik	13
3.2	Pilihan sumber pustaka	13
3.3	Schematic Editor	14
3.4	Dialog Komponen	15
3.5	Penempatan ESP32	15
3.6	Sinyal Properties	16
3.7	Sinyal TX0	16
3.8	Sinyal RX0	16
3.9	Sinyal Utama	17
3.10	Dialog Catu Daya	17
3.11	Jalur catu daya	18
3.12	Resistor	18
3.13	Resistor IO5	18
3.14	Ganti Nilai	19
3.15	Resistor 0 untuk IO5	19
3.16	Resistor 0 untuk booting	19
3.17	Wire untuk untuk booting	20
3.18	Dialog Annotasi	20
3.19	Komponen telah terannotasi	20
3.20	Penanda Not-Connected	21
3.21	Reset, Flash dan Header Programming	21
3.22	LED dan Decouple	22
3.23	Sensor dan Pengaturan Referensi	22
3.24	Voltage Regulator dan Lubang-Baut	22
3.25	Setting Dokumen	23
3.26	tes ERC	23

3.27	Pastikan Violation kosong	23
3.28	Skematik Penuh	24
4.1	Footprint Assigment	25
4.2	Pilih komponen	26
4.3	Pilih Pustaka	27
4.4	Pilih Footprint	27
4.5	Model Footprint	28
4.6	Footprint Assigment untuk Resistor	28
4.7	3D Footprint	29
4.8	Contoh Footprint Assigment	30
5.1	Memanggil editor pcb	31
5.2	Pilihan sumber pustaka	31
5.3	PCB Editor	32
5.4	Pengaturan Edge-Cuts	33
5.5	Pengaturan Pilihan Lebar Wire	33
5.6	Pengaturan default Net Class	33
5.7	Pengaturan Design selesai	34
5.8	Dialog update PCB	34
5.9	Komponen	35
5.10	Komponen ESP32	35
5.11	Komponen R1 dan R2	36
5.12	Komponen C1 dan C2	36
5.13	Alat Bantu	36
5.14	PCB Penuh	37
5.15	Gambar Edge Cuts	37
5.16	PCB dengan Edge Cuts	38
5.17	Model 3D PCB	38
5.18	Track Route	39
5.19	Routing selesai	39
5.20	Route Vias	40
5.21	Vias Selesai	40
5.22	Hasil Routing	41
5.23	Pengaturan Filled Zone	41
5.24	Titik Filled Zone	42
5.25	Filled Zone	42
5.26	Setting Dokumen	43
5.27	tes DRC	43
5.28	Pastikan Unconnected kosong	43
5.29	Desain Penuh	44
5.30	Desain Penuh 3D	44
6.1	Dialog Berkas Fabrikasi	45
6.2	Berkas Fabrikasi	46
6.3	Gerber Viewer	46
6.4	Kompatibilitas Format	46
6.5	Berkas Fabrikasi PDF	47
6.6	Dialog Berkas Drill	47
6.7	Berkas Drill	48
6.8	Drill Files	48
6.9	Berkas BoM	48
6.10	Berkas STEP	49

6.11 Berkas VRML 49

6.12 MockUp di FreeCAD 50

Daftar Tabel

3.1	ESP32 Sinyal IO	17
6.1	Manufaktur PCB Lokal	50
6.2	Manufaktur PCB Internasional	51
7.1	Pilihan Chip Tugas	53





Penggunaan Buku

0.1 Umum

Buku ini dibuat dengan tujuan penggunaan utama sebagai panduan digital untuk mempermudah search dan copy-paste. Anda tidak perlu mencetak buku ini ke bentuk kertas. Seluruh navigasi buku ini diharapkan menggunakan klik ke hyperlink di Daftar Isi, atau menggunakan tampilan **Index** yang tersedia di **SideBar** program pembaca PDF yang anda gunakan.

0.2 Petunjuk

Beberapa petunjuk yang digunakan di buku ini:

- **Cetak Tebal:** Menginformasikan identifier (keyword, variabel, fungsi, alamat, nama file, dst) yang berada di suatu paragraf
- **TIPS:** Menginformasikan hal-hal yang dapat membantu atau pengetahuan tambahan.
- **PERINGATAN:** Menginformasikan hal-hal yang benar-benar harus diperhatikan.
- Bentuk   dan  +  menunjukkan klik menu dan tombol keyboard.

Bab 1

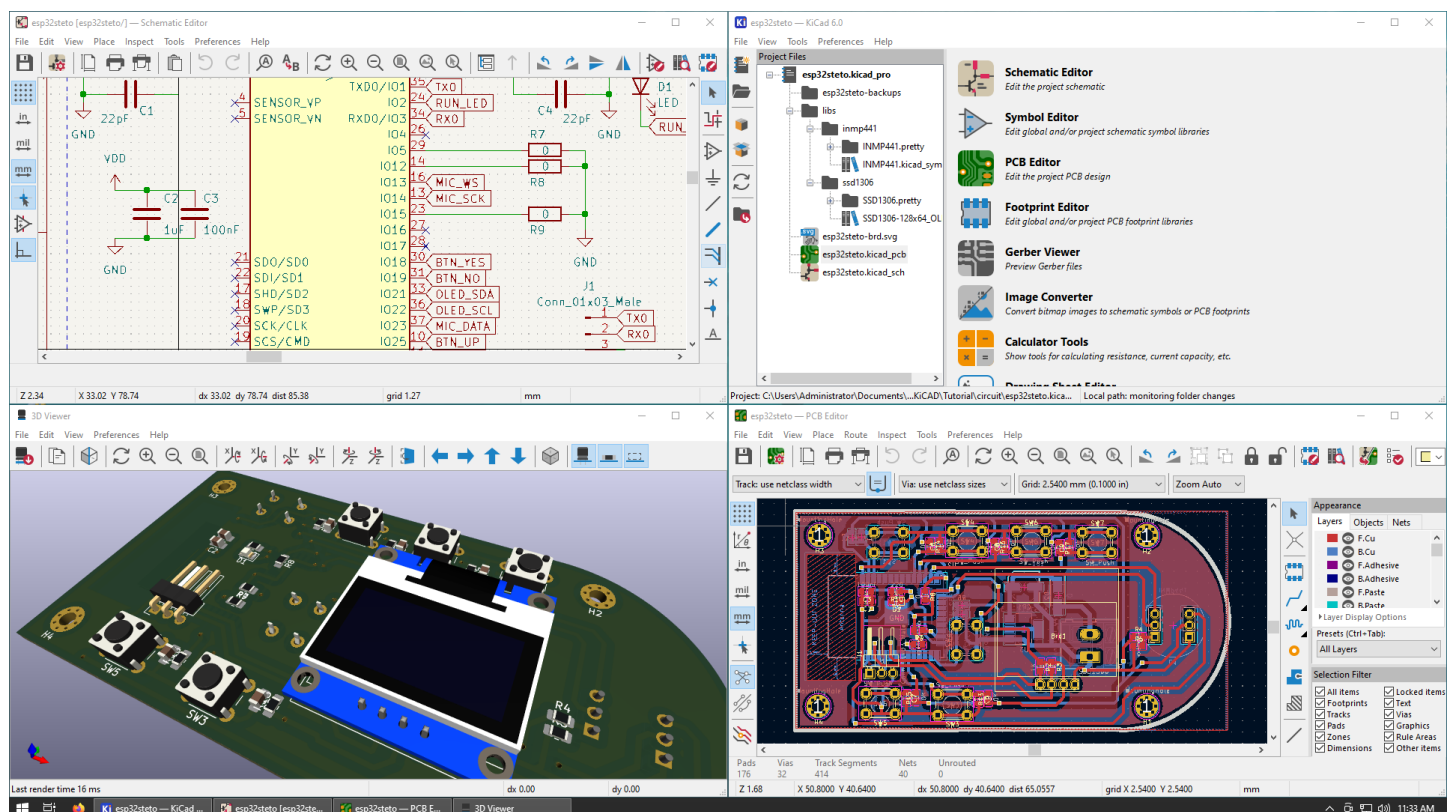
Program KiCAD

1.1 Pengenalan

KiCAD adalah paket software EDA (Electronic Design Automation) yang dikembangkan untuk perancangan papan sirkuit elektronik tercetak (Printed Circuit Board atau PCB) secara professional yang bersifat gratis dan terbuka.

KiCAD dapat disandingkan dengan perangkat perancangan PCB professional lain seperti Altium, Diptrace, EasyEDA, dan lainnya. KiCAD tersedia untuk sistem operasi Windows, GNU/Linux, dan MacOS.

Berikut adalah tampilan 4 software utama dalam paket software KiCAD:



Gambar 1.1: Tampilan KiCAD Windows 10

TIPS: Sepanjang tutorial, akan digunakan tampilan Windows 10 atau GNU/Linux sebagai acuan. Namun tutorial yang sama akan dapat pula digunakan di sistem operasi lain seperti Windows 8 dan Windows 11.

PERINGATAN: Versi KiCAD yang akan digunakan adalah versi 6, dimana untuk sistem operasi Windows hanya bisa diinstal di Windows 8 dan selanjutnya. Untuk pengguna Windows 7 dan sebelumnya, disarankan menggunakan KiCAD versi 5.

1.2 Instalasi

1.2.1 GNU/Linux

Berikut panduan instalasi KiCAD untuk dua jenis GNU/Linux yang populer, yaitu:

- Arch based, seperti Arch-Linux dan Manjaro.
- Ubuntu based, seperti Ubuntu-Mate dan Xubuntu.

TIPS: Untuk sistem operasi GNU/Linux, semua instalasi dilakukan via perintah di terminal emulator dengan sumber paket instalasi adalah mirror terdekat dari repository server masing-masing sistem operasi.

TIPS: Perlu diingat untuk instalasi di GNU/Linux dibutuhkan hak akses administratif (umumnya sudo), sehingga dibutuhkan password akses tersebut.

Arch based

Untuk instalasi software KiCAD dan pustaka dasar, perintahnya adalah:

```
sudo pacman -S kicad kicad-library
```

Ukuran download berkisar 70MB dan ukuran instalasi berkisar 400MB.

Kemudian untuk instalasi pustaka model komponen 3D, perintahnya adalah:

```
sudo pacman -S kicad-library-3d
```

Ukuran download berkisar 350Mb dan ukuran instalasi berkisar 5GB.

TIPS: Jika diperlukan, lakukan update/upgrade sistem operasi dengan perintah:

```
sudo pacman -Syu --noconfirm
```

Ubuntu based

Untuk instalasi KiCAD pada sistem operasi ini, digunakan sumber PPA khusus KiCAD 6:

<https://launchpad.net/~kicad/+archive/ubuntu/kicad-6.0-releases>

Pertama, tambahkan repository tersebut dengan perintah:

```
sudo add-apt-repository ppa:kicad/kicad-6.0-releases
sudo apt update
```

Kemudian perintah untuk instalasi seluruh paket lengkap (termasuk pustaka komponen 3D):

```
sudo apt install --install-recommends kicad
```

Ukuran download berkisar 500GB dan ukuran instalasi berkisar 6GB.

Jika ingin menghindari paket komponen 3D dan menghemat ukuran instalasi, ganti perintah menjadi:

```
sudo apt install --install-recommends kicad kicad-library-packages3d -
```

TIPS: Jika memilih sistem operasi berbasis Ubuntu, disarankan memilih versi Ubuntu LTS dibandingkan reguler release.

PERINGATAN: Hingga waktu penulisan tutorial ini, penulis hanya sebatas menggunakan KiCAD di Windows 10 dan Arch-Linux. Penulis belum mencoba pada sistem operasi Ubuntu.

1.2.2 Windows

Berikut panduan instalasi KiCAD untuk Windows 8, Windows 10, dan Windows 11.

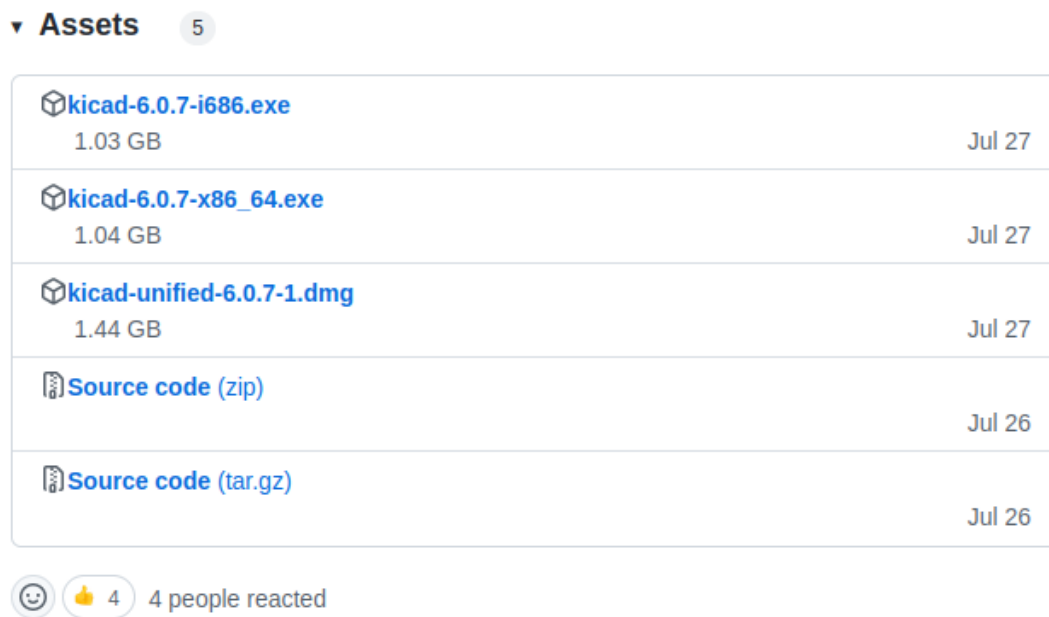
Download

Installer KiCAD untuk Windows dapat didownload di alamat:

<https://github.com/KiCad/kicad-source-mirror/releases>

Atau spesifik untuk versi 6.0.7 untuk 64-bit di alamat:

https://github.com/KiCad/kicad-source-mirror/releases/download/6.0.7/kicad-6.0.7-x86_64.exe



Gambar 1.2: Download KiCAD

Ukuran berkas instalasi berkisar 1GB.

TIPS: Penulis hanya merekomendasikan sumber instalasi dari URL Github di atas. Selain merupakan sumber resmi, juga Github menyediakan kecepatan download cukup tinggi.

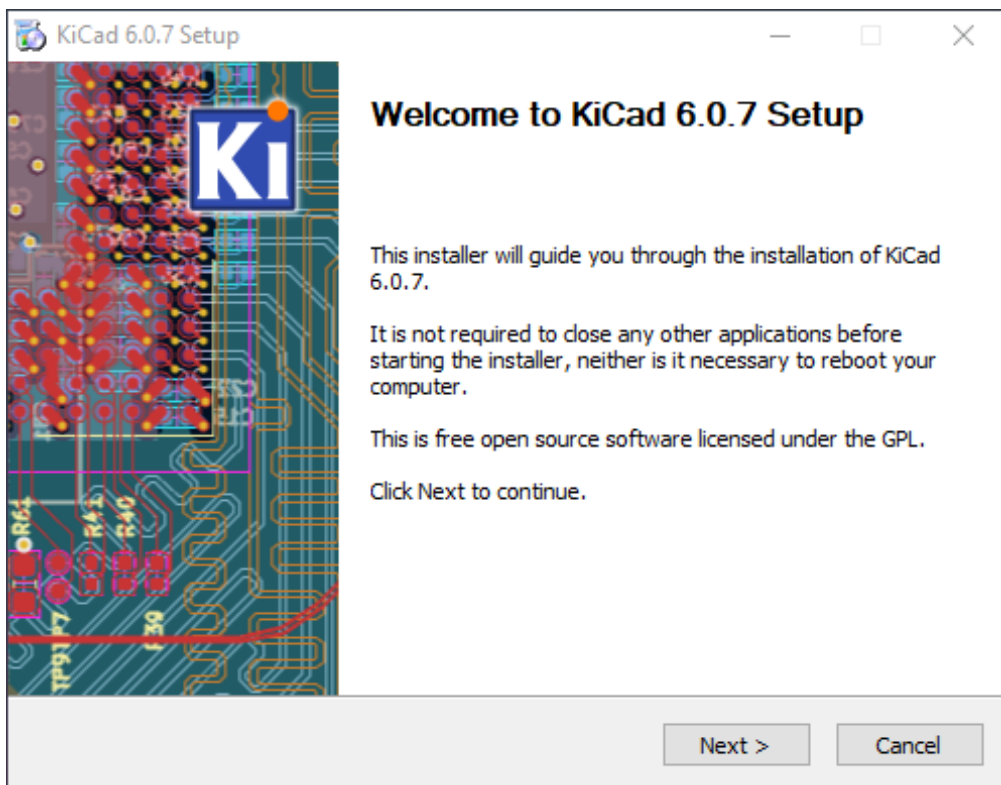
TIPS: Jika dibutuhkan versi 5 (seperti untuk Windows 7), dapat dikunjungi alamat berikut:

<https://downloads.kicad.org/kicad/windows/explore/stable>

Tutorial ini hanya akan menjelaskan KiCAD versi 6.

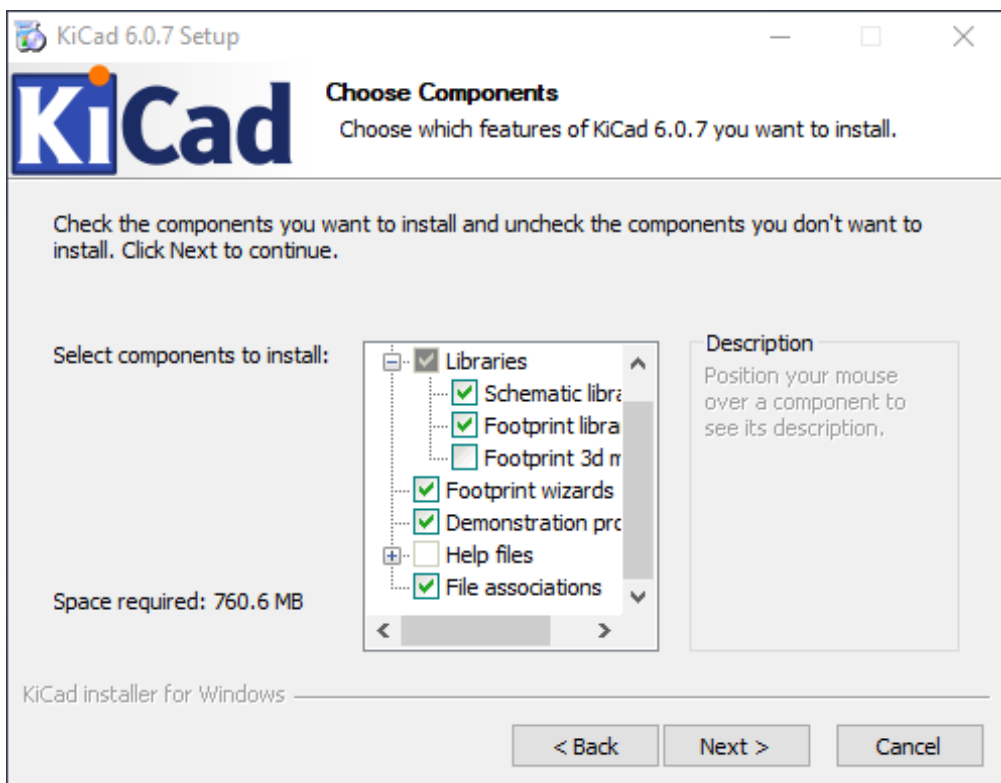
Proses Instalasi

Jalankan program installer yang telah di download. Klik



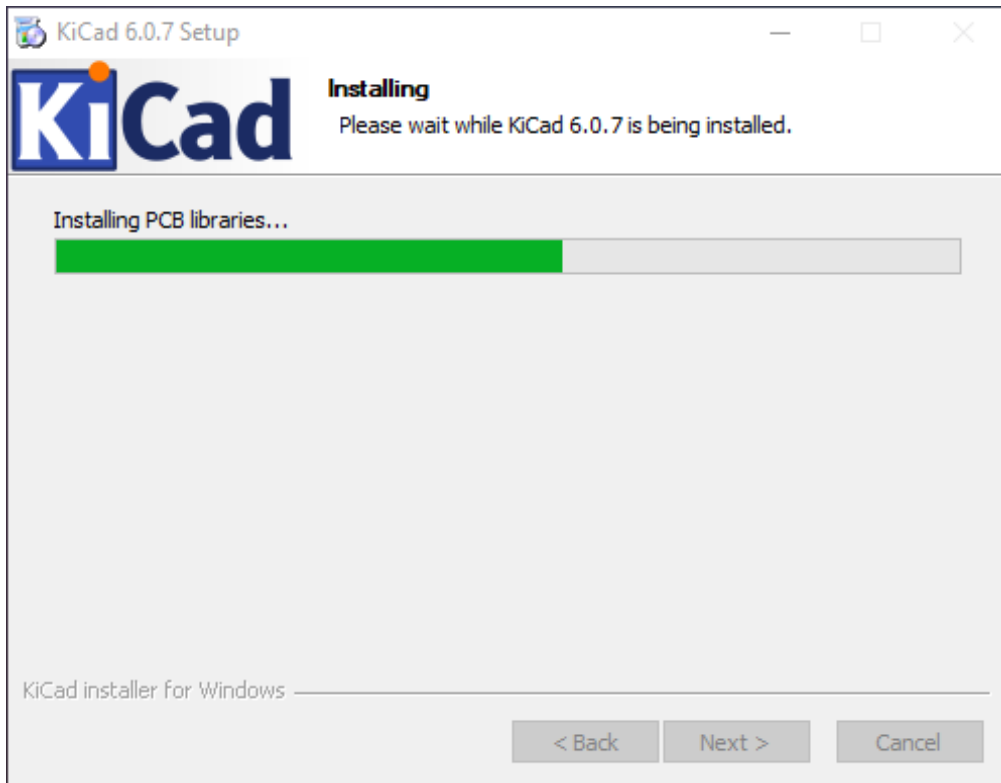
Gambar 1.3: Memulai Instalasi KiCAD

Pilih paket apa saja yang ingin diinstal. Disini dapat di-unselect paket Footprint 3D jika ada ingin menghemat 5GB instalasi. Lanjut klik



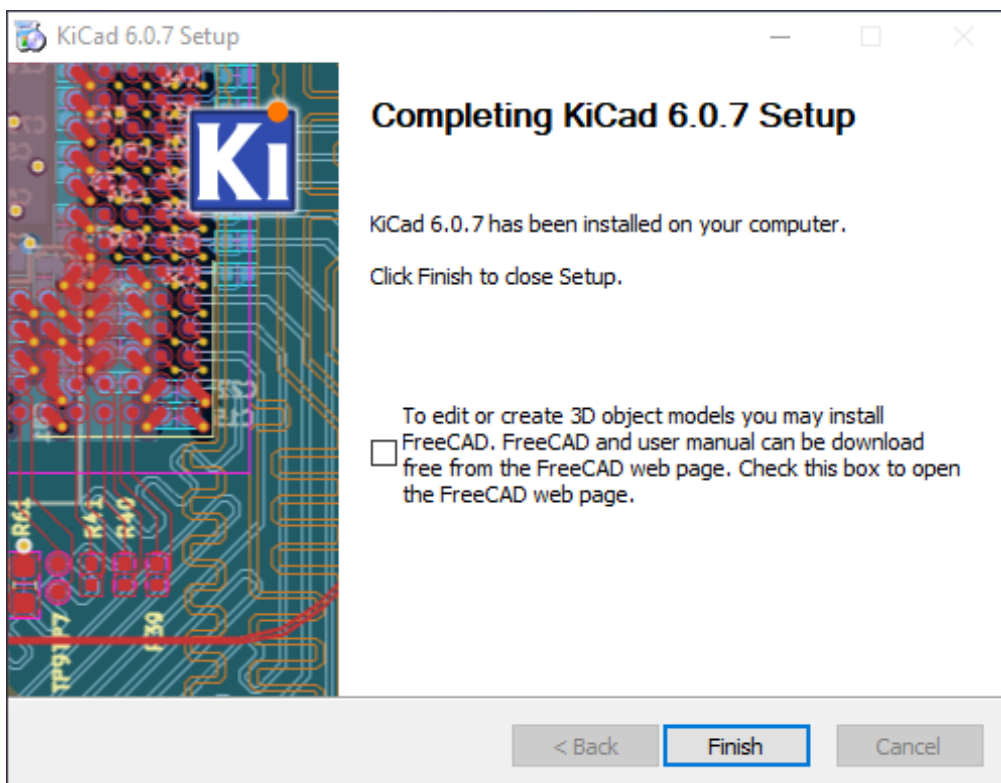
Gambar 1.4: Pilih Paket

Tunggu proses instalasi hingga selesai



Gambar 1.5: Proses Instalasi

Setelah instalasi selesai, dapat diklik **Finish**. Tidak perlu install FreeCAD untuk saat ini.



Gambar 1.6: Instalasi Selesai

1.2.3 MacOS

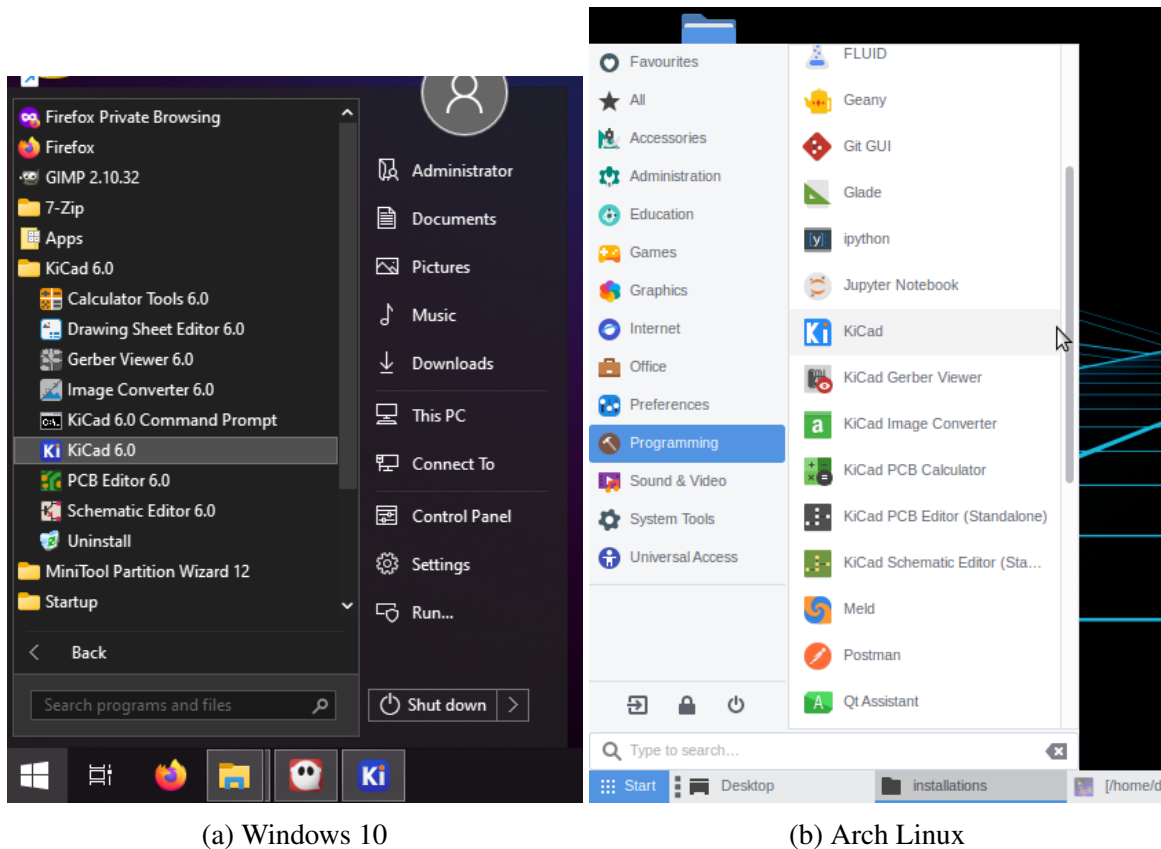
Nanti akan dilengkapi saat penulis cukup berduit untuk memiliki laptop Apple dan MacOS.

1.3 Memulai Program

Untuk memulai program KiCAD pada GNU/Linux, dapat digunakan perintah:

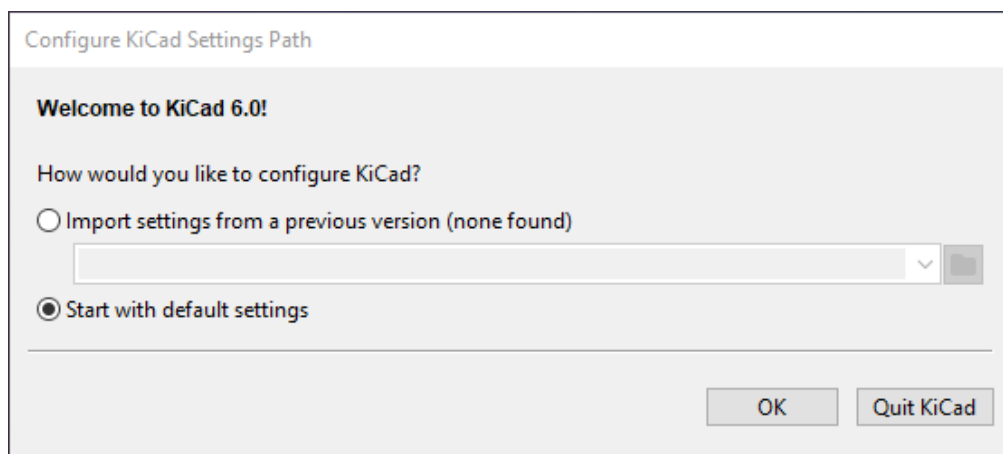
```
kicad
```

Atau dapat pula melalui menu sistem seperti pada sistem operasi Windows



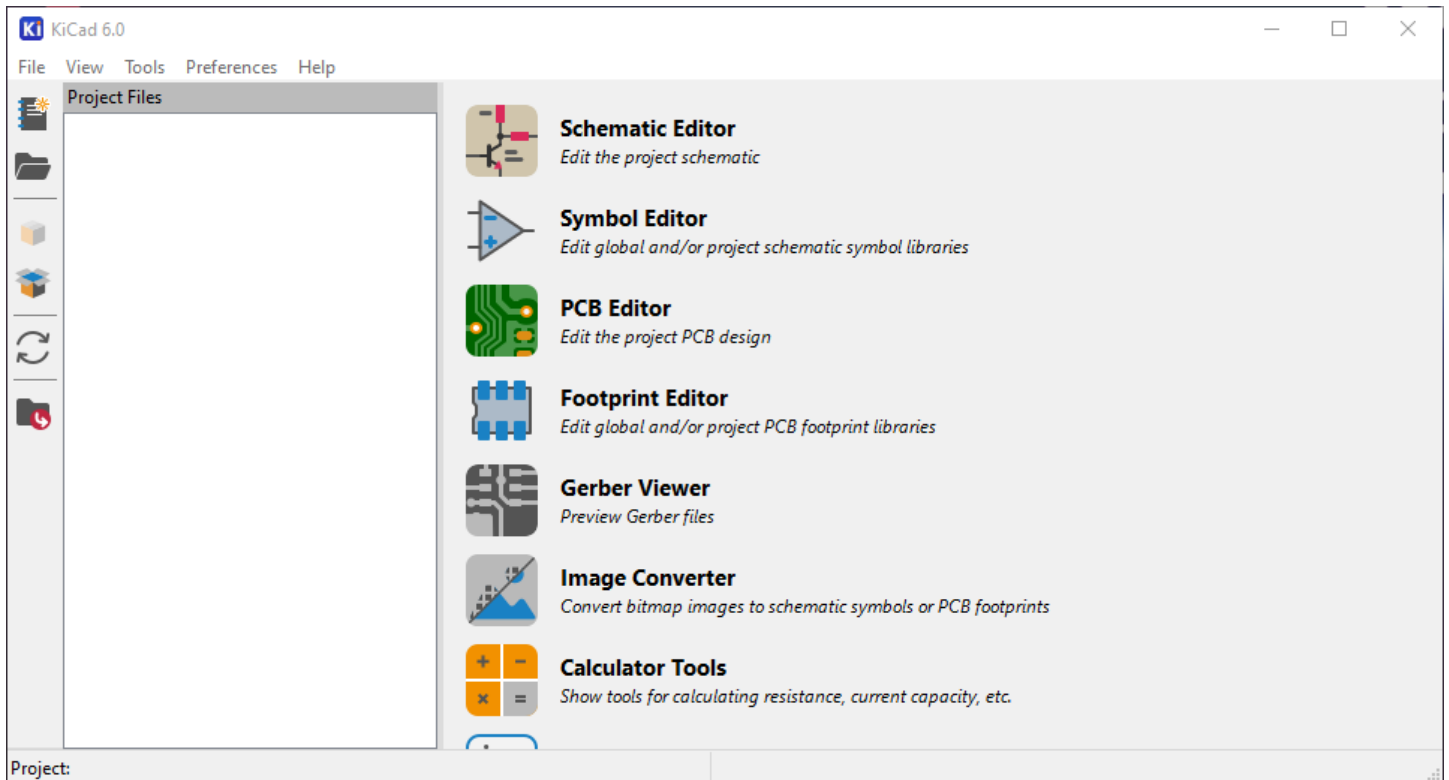
Gambar 1.7: Memulai KiCAD via menu sistem operasi

Jika instalasi sukses, akan tampil pilihan migrasi pengaturan. Pilih default saja dan klik **OK**.



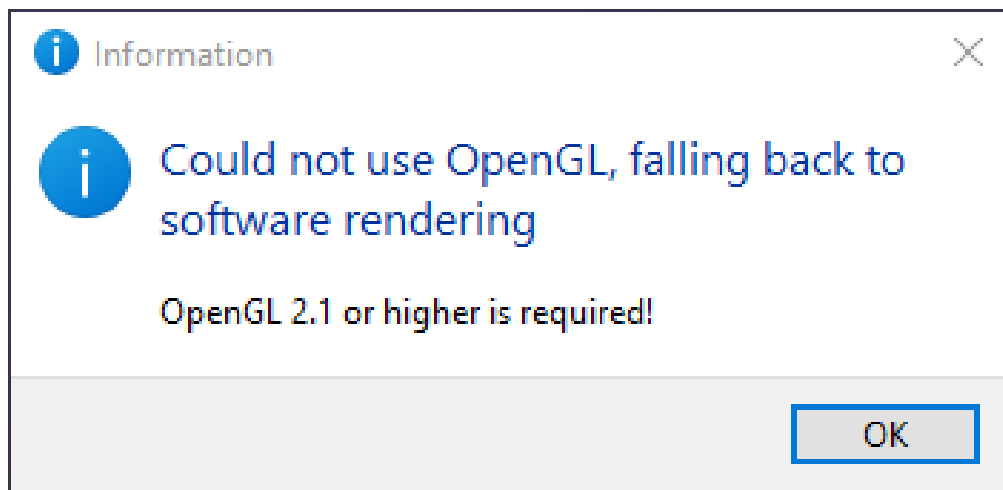
Gambar 1.8: Migrasi Pengaturan

Tunggu beberapa saat, maka program utama KiCAD akan muncul.



Gambar 1.9: Program Utama KiCAD

PERINGATAN: Jika saat menjalankan KiCAD muncul pesan OpenGL error seperti di bawah ini:



Gambar 1.10: Peringatan OpenGL

Maka besar kemungkinan driver display atau VGA komputer masih menggunakan driver bawaan Windows. Silahkan update driver display komputer anda sesuai hardware yang terpasang.

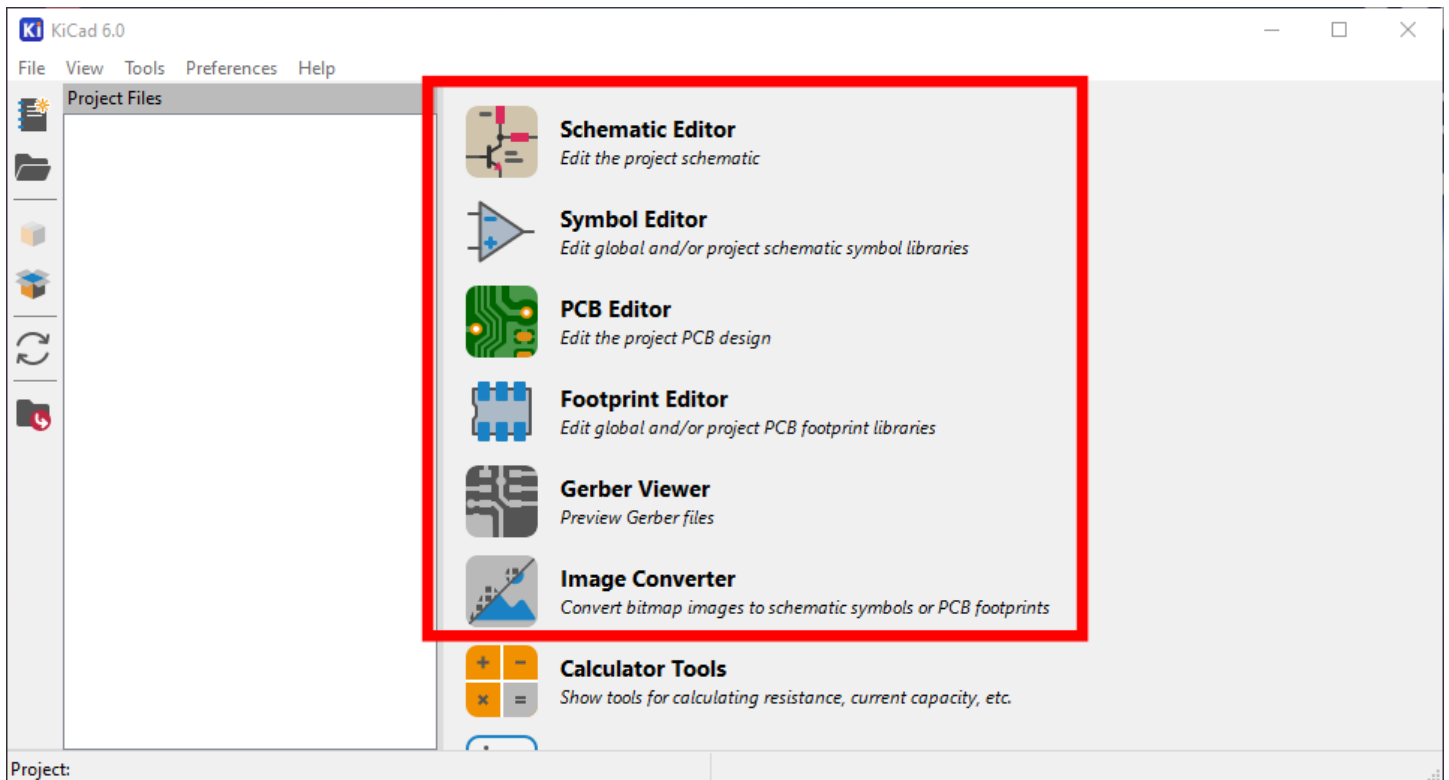
Sampai disini, proses instalasi telah selesai.

Bab 2

Dasar Konsep

2.1 Program Utama

Berikut program utama KiCAD:



Gambar 2.1: Program Utama KiCAD

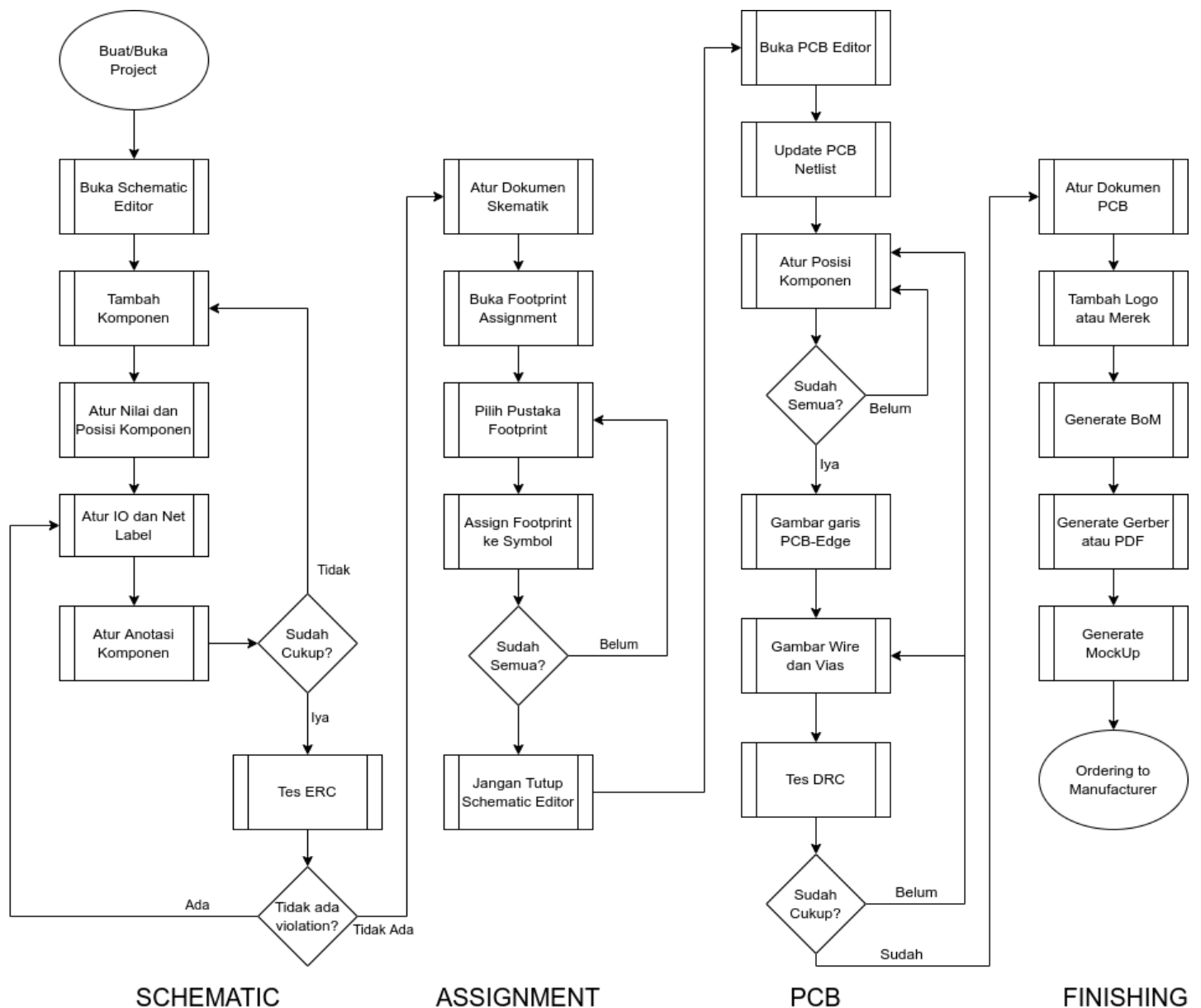
Terdiri dari:

- **Schematic Editor.** Program menggambar skematik sirkuit.
- **Symbol Editor.** Program modifikasi atau membuat sendiri simbol komponen.
- **PCB Editor.** Program menggambar layout PCB.
- **Footprint Editor.** Program modifikasi atau membuat sendiri footprint (representasi aktual) komponen.
- **Gerber View.** Program menampilkan berkas-berkas Gerber
- **Image Converter.** Program mengkonversi gambar ke footprint

Mengingat ini adalah panduan dasar, maka Symbol Editor dan Footprint Editor tidak dibahas.

2.2 Workflow

Workflow proses perancangan PCB dengan KiCAD secara umum adalah seperti berikut:

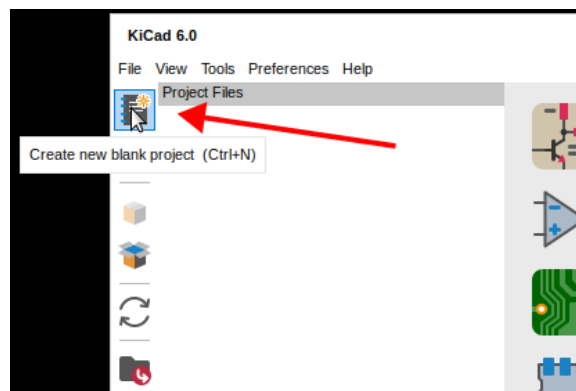


Gambar 2.2: Workflow Umum KiCAD

TIPS: Tidak perlu menghafal secara fix untuk proses diagram di atas, cukup dijadikan sebagai panduan umum.

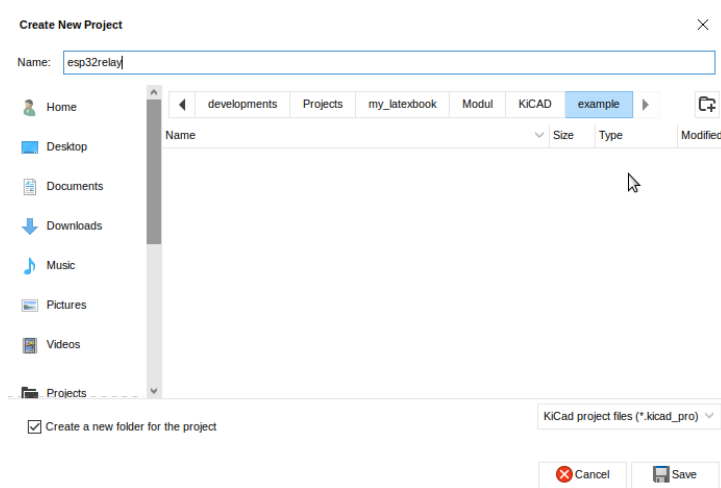
2.3 Project Baru

Untuk membuat project kosong baru, klik icon Create New Blank Project seperti digambar ini:



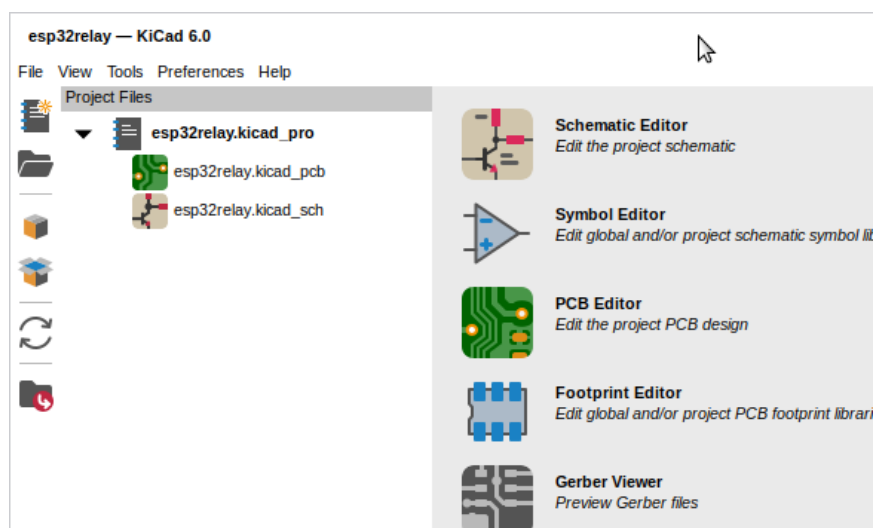
Gambar 2.3: Project Baru

Pilih folder dan beri nama project tersebut. Contoh disini adalah **esp32relay**.



Gambar 2.4: Nama Project

Kemudian akan menghasilkan 3 berkas utama, yaitu ***.kicad_pro** (berkas project), ***.kicad_sch** (berkas skematik), dan ***.kicad_pcb** (berkas PCB).



Gambar 2.5: Berkas Project

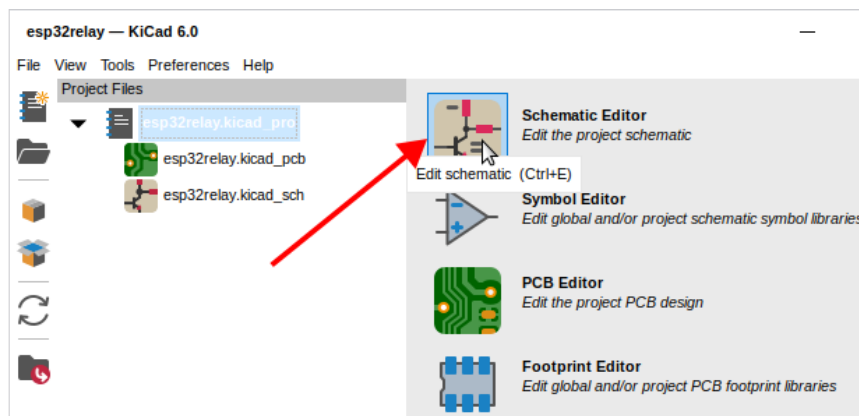
Bab 3

Schematic

Schematic adalah dokumen rancang sirkuit elektronik yang berisi simbol komponen beserta jaringan sinyal pinout atau catu daya.

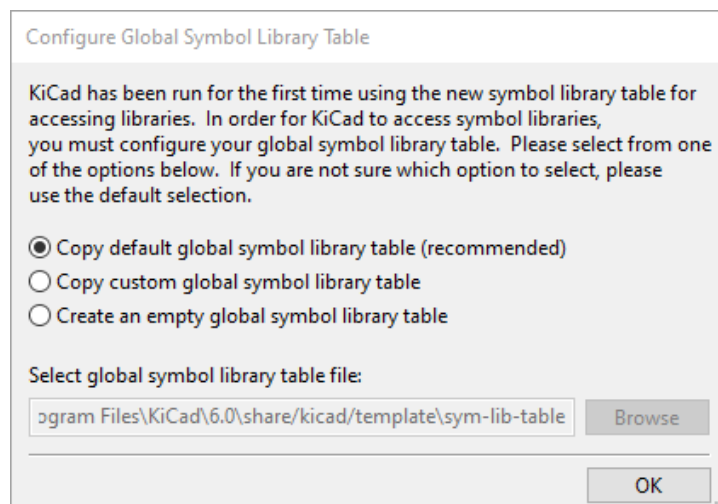
3.1 Schematic Editor

Program Schematic Editor dapat dijalankan melalui program utama KiCAD:



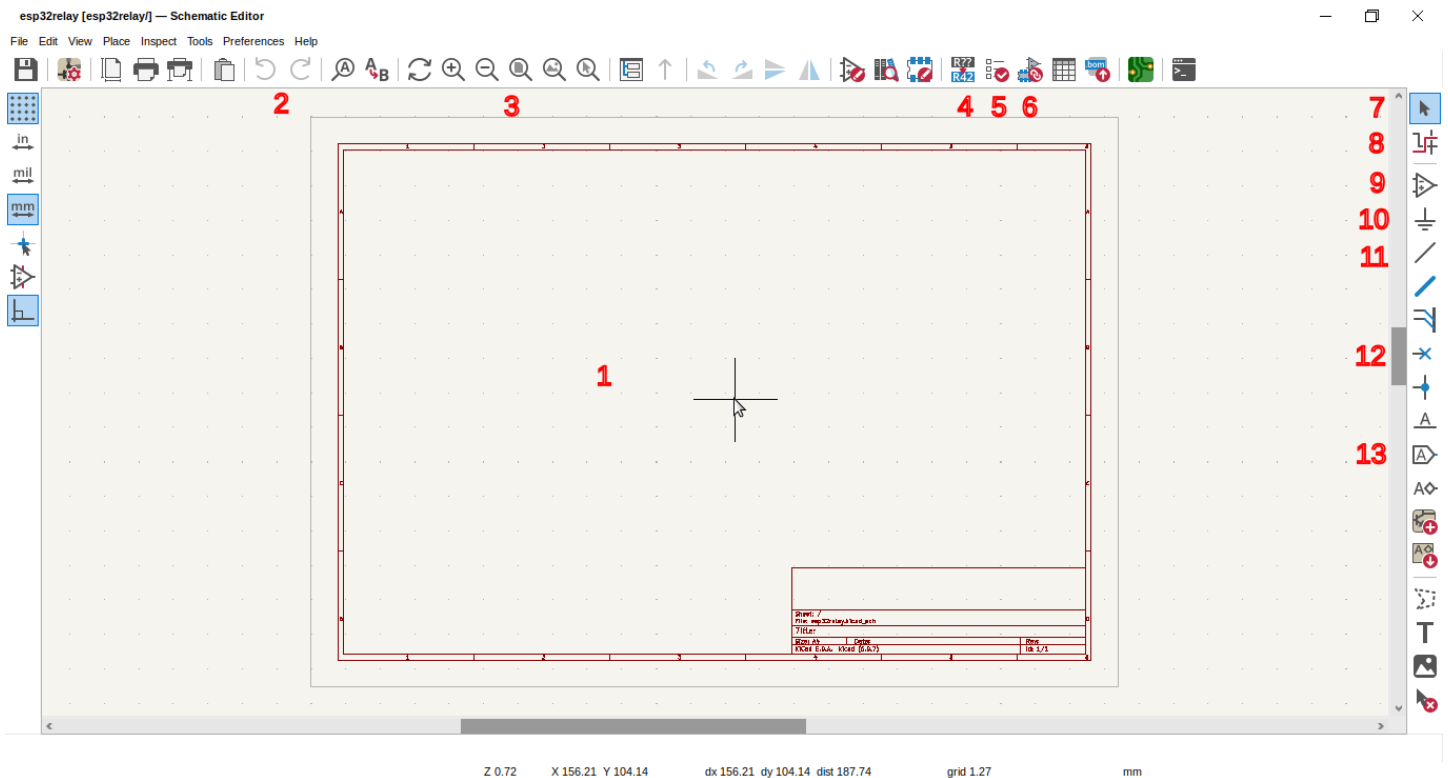
Gambar 3.1: Memanggil editor skematik

Jika baru pertama kali dijalankan akan ada konfirmasi pengaturan sumber pustaka symbol. Pilih saja yang direkomendasikan dan klik .



Gambar 3.2: Pilihan sumber pustaka

Berikut tampilan awal Schematic Editor



Gambar 3.3: Schematic Editor

Penjelasan singkat tiap bagian:

1. Kanvas untuk menggambar skematik
2. Toolbar perintah Undo-Redo
3. Toolbar pengaturan tampilan skematik
4. Toolbar perintah Anotasi komponen
5. Toolbar perintah test ERC
6. Toolbar perintah untuk Footprint Assignment
7. Mode pointer default (dapat juga dengan menekan `esc` pada keyboard)
8. Mode tracking jalur baik di skematik maupun PCB
9. Mode menambahkan komponen
10. Mode menambahkan jaringan catu daya
11. Mode menambahkan wiring
12. Mode penanda Not-Connected
13. Mode label sinyal

PERHATIAN: Panduan selanjutnya akan menggunakan angka-angka di atas sebagai acuan (**Sch:X**).

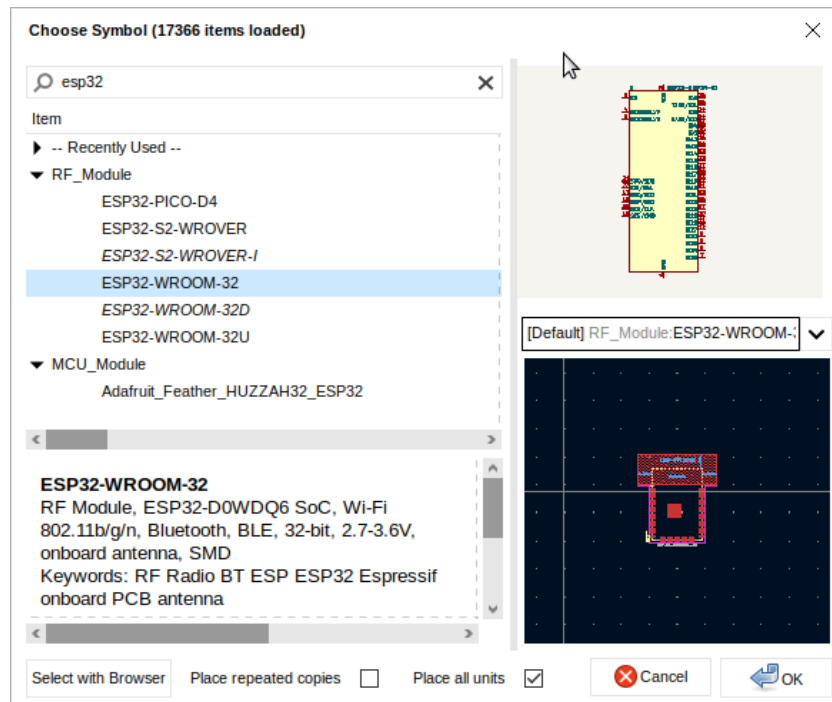
TIPS: Untuk memanipulasi objek di skematik maupun PCB, dapat melalui klik kanan objek yang ingin dimanipulasi. Sementara klik kanan pada area kosong dapat digunakan untuk menggeser kanvas.

3.2 Rancang Skematik

3.2.1 Komponen ESP32

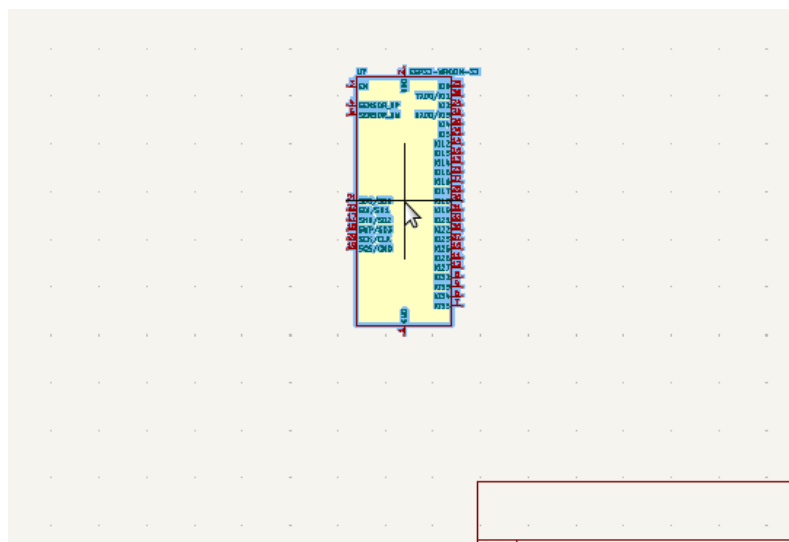
Selanjutnya untuk menambahkan komponen, kita dapat klik menu **Place** **Add Symbol**, atau klik **Sch:9**. Akan muncul dialog database komponen, cari dengan term **esp32**.

Pilih komponen ESP32-WROOM-32, pada dialog akan tampil pratinjau symbol dan default footprint yang tersedia.



Gambar 3.4: Dialog Komponen

Untuk memulai penempatan komponen, klik **OK**



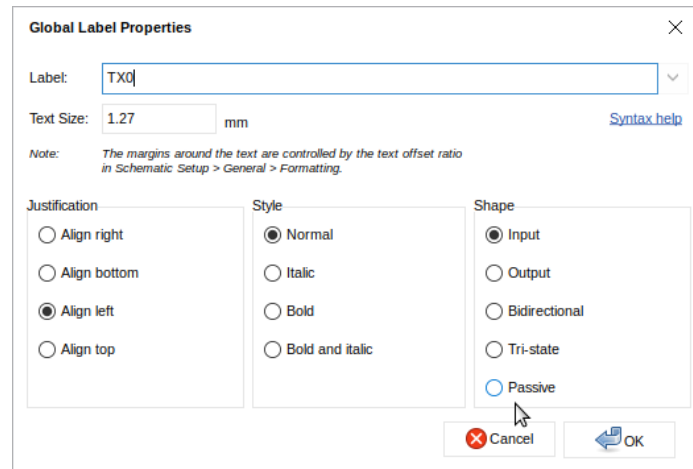
Gambar 3.5: Penempatan ESP32

Geser mouse ke tempat yang anda anggap cocok, tekan klik kiri untuk menempatkan. Anda juga dapat melakukan zoom-in dan zoom-out menggunakan roda mouse.

Jika setelah menempatkan komponen kembali muncul dialog database komponen, silahkan tekan **Cancel** dan kembali ke mode mouse pointer default (tekan **esc** pada keyboard).

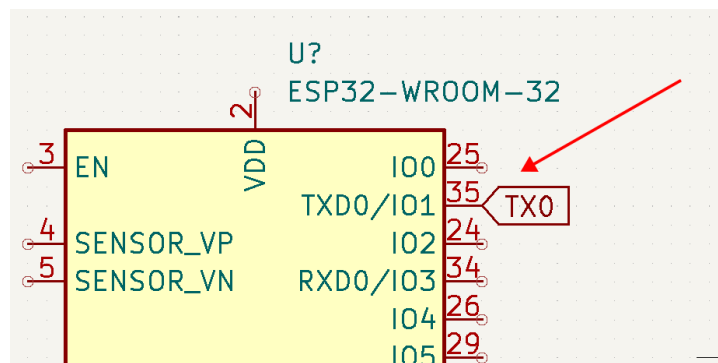
3.2.2 Penambahan Sinyal

Selanjutnya kita melakukan penambahan jaringan sinyal ke komponen ESP32. Sebagai contoh pertama kita tambahkan sinyal TX0 (transmitter untuk UART). Klik **Place** ➤ **Add Global Label** atau klik **Sch:13**.



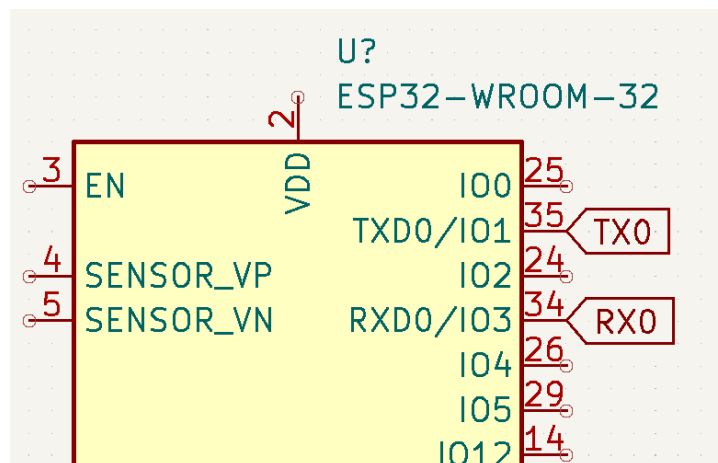
Gambar 3.6: Sinyal Properties

Isi nama sinyal dengan **TX0** dan klik **OK**. Kemudian tempatkan label sinyal pada IO1 dengan pangkal-lingkar bertemu pangkal-lingkar seperti di bawah ini:



Gambar 3.7: Sinyal TX0

Kemudian dengan cara serupa, tempatkan sinyal **RX0** ke IO3

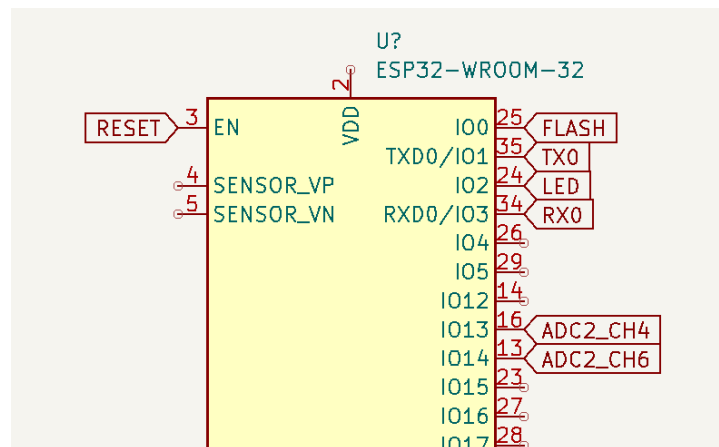


Gambar 3.8: Sinyal RX0

Lanjutkan penambahan sinyal mengikuti tabel berikut:

Sinyal	IO	Sinyal	IO	Sinyal	IO
TX0	IO1	RX0	IO3	LED	IO2
FLASH	IO0	RESET	EN	-	-
ADC2_CH4	IO13	ADC2_CH6	IO14	-	-

Tabel 3.1: ESP32 Sinyal IO



Gambar 3.9: Sinyal Utama

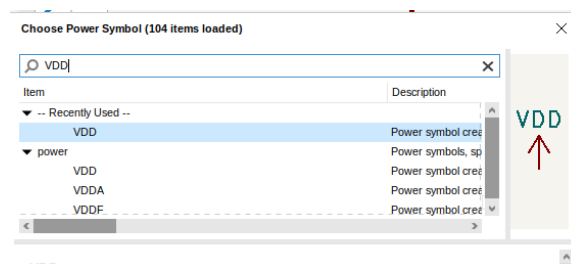
TIPS: Untuk manipulasi objek di skematik, selain menggunakan klik kanan, dapat pula menggunakan keyboard shortcut:

- **m.** Move atau memindahkan objek.
- **r.** Rotate atau memutar objek.
- **y** dan **x.** Mirror orientasi objek sepanjang sumbu Y dan X.

Untuk objek **Global Label**, memanipulasi tanpa menekan shortcut di atas akan mengubah posisi objek namun wiring tetap tersambung.

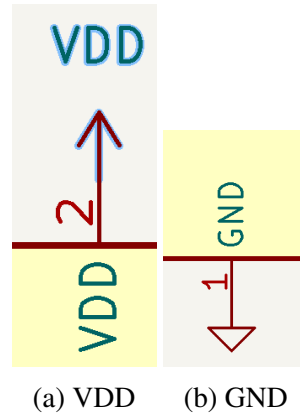
3.2.3 Penambahan Jalur Daya

Jalur daya akan ditambahkan disini adalah **VDD** (3.3v) dan acuan **GND** (0v). Klik menu **Place** > **Add Power** atau klik **Sch:10**.



Gambar 3.10: Dialog Catu Daya

TIPS: Secara mendasar, jalur catu daya dapat diperlakukan sebagaimana layaknya komponen

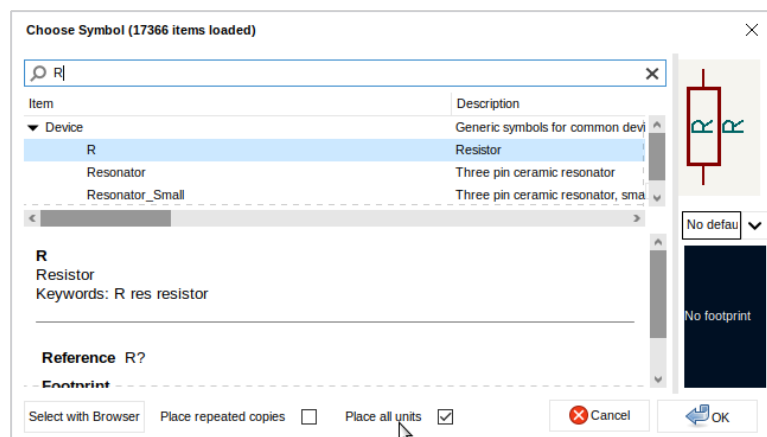


Gambar 3.11: Jalur catu daya

3.2.4 Resistor Pull Down

Pada ESP32, jalur IO5 dan IO12 perlu ditarik ke level GND untuk memastikan booting chip. Untuk itu perlu ditambahkan resistor 0 ohm yang menghubungkan IO tersebut ke GND.

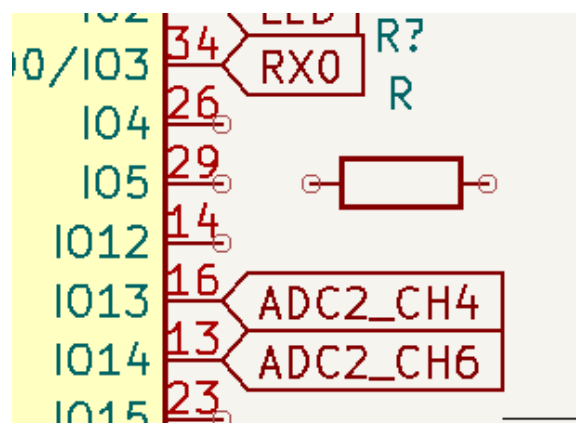
Untuk menambahkan Resistor, kembali ke menu **Place** > **Add Symbol** atau klik **Sch:9**. Masukkan **R** ke kolom search.



Gambar 3.12: Resistor

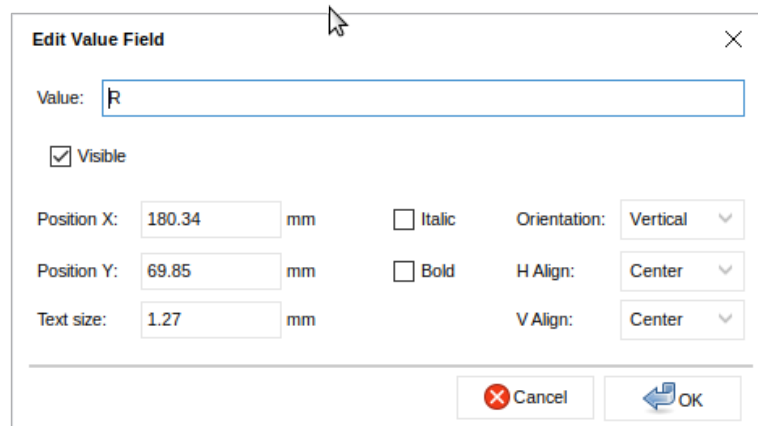
PERHATIAN: Resistor hanya memiliki default symbol, namun untuk footprint akan ditentukan nanti saat Assignment.

Tempatkan Resistor dekat IO5 seperti berikut ini:



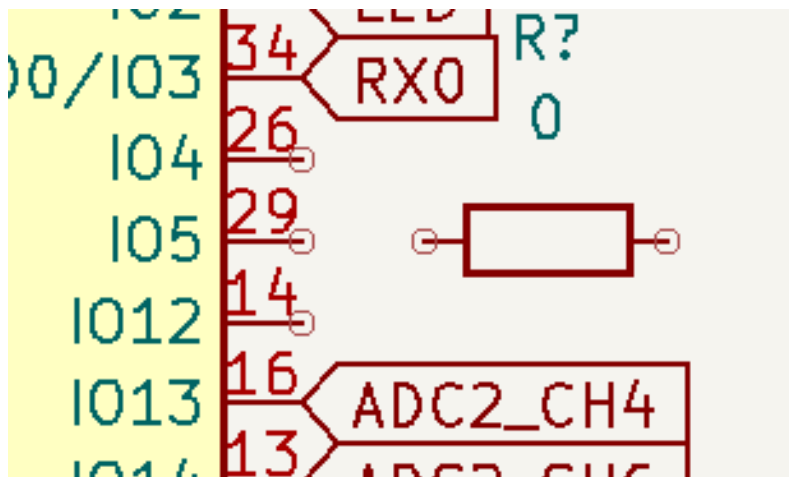
Gambar 3.13: Resistor IO5

Untuk memodifikasi nilai, double-klik huruf R yang tidak ada simbol (?) di dekatnya.



Gambar 3.14: Ganti Nilai

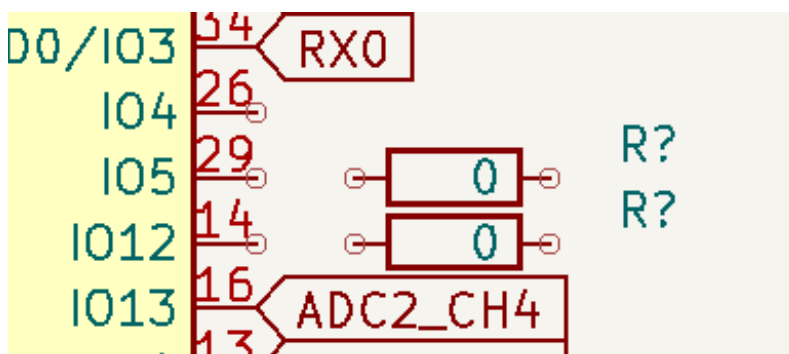
Ganti huruf **R** menjadi angka **0**. Kemudian klik **OK**.



Gambar 3.15: Resistor 0 untuk IO5

Duplikat resistor tersebut dengan klik kanan dan klik **Duplicate** atau langsung tekan **ctrl** + **d** di keyboard. Taruh komponen duplikat dekat IO12.

TIPS: Anda dapat pula menggeser nilai dan nama komponen agar terlihat lebih jelas.



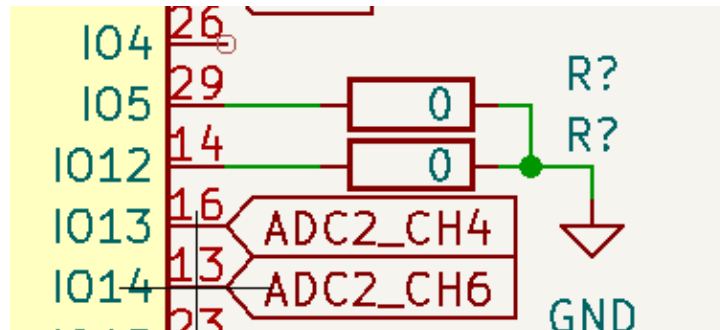
Gambar 3.16: Resistor 0 untuk booting

Selanjutnya ambil satu GND dan letakkan dekat kedua komponen tersebut.

Kemudian karena komponen berdekatan, dapat dipilih menghubungkan pangkal-lingkar komponen menggunakan wiring. Klik menu **Place** > **Add Wire** atau klik **Sch:11**.

Taruh pointer mouse ke salah satu pangkal-lingkar, klik kiri, kemudian geser ke pangkal-lingkar lain yang akan dihubungkan, kemudian klik kiri sekali lagi.

Hubungkan wire hingga seperti ini:



Gambar 3.17: Wire untuk untuk booting

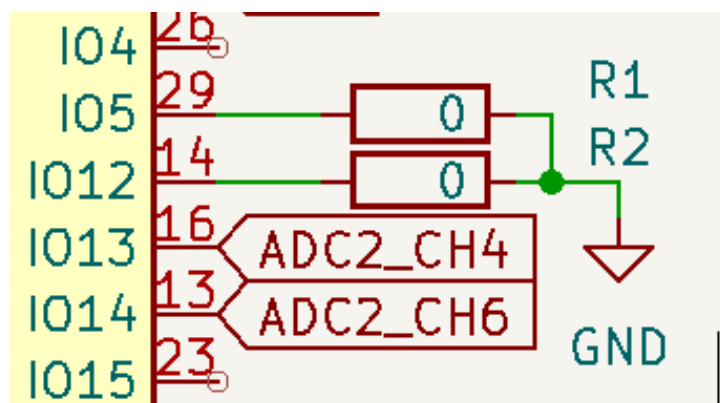
3.2.5 Menambahkan Anotasi

Proses Anotasi adalah mengubah simbol (?) menjadi angka yang dapat menjadi index pembeda antara satu komponen dengan komponen lain yang sejenis. Untuk melakukan Anotasi, klik menu **Tools** > **Annotate Schematic** atau klik **Sch:4**. Kemudian klik **Annotate** dan **Close** saat selesai.



Gambar 3.18: Dialog Anotasi

Simbol (?) disebelah nama komponen yang telah tergantikan dengan angka yang berbeda di tiap project.



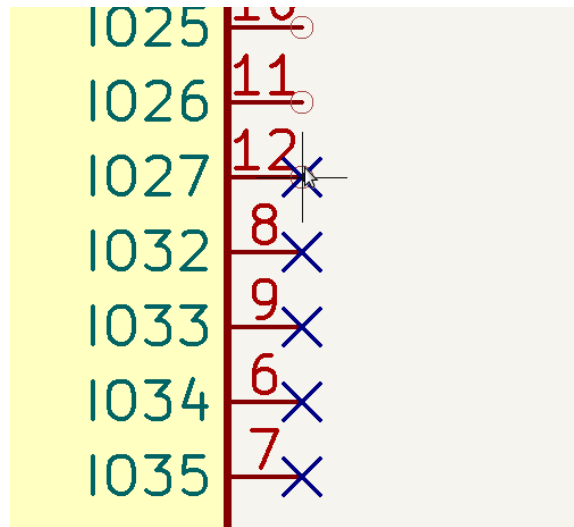
Gambar 3.19: Komponen telah teranotasi

TIPS: Anda dapat melakukan **Save** (menu **File** > **Save** atau **ctrl** + **s**) dan **Annotate Schematic** sesering yang anda suka.

3.2.6 Penanda Not-Connected

Agar tidak membingungkan proses tes ERC (Electrical Rule Check), maka pin ESP32 yang digunakan perlu ditandai sebagai Not-Connected. Klik menu **Place** > **Add No Connect Flag** atau klik **Sch:12**.

Kemudian klik kiri tiap pangkal-lingkar dari pin ESP32 yang tidak terhubung kemanapun.



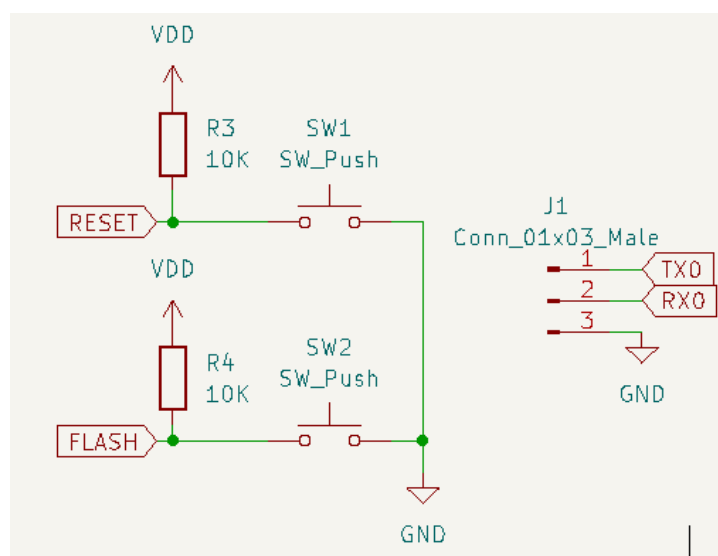
Gambar 3.20: Penanda Not-Connected

3.2.7 Sisa Skematik Selanjutnya

Diharapkan sudah mampu menggambar secara mandiri.

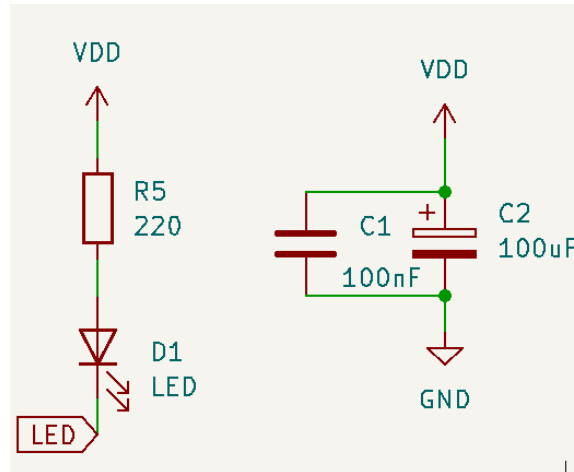
TIPS: Global Label dapat juga dilakukan **Duplicate** sebagaimana layaknya komponen.

Tombol Reset, Flash, Pin Programming



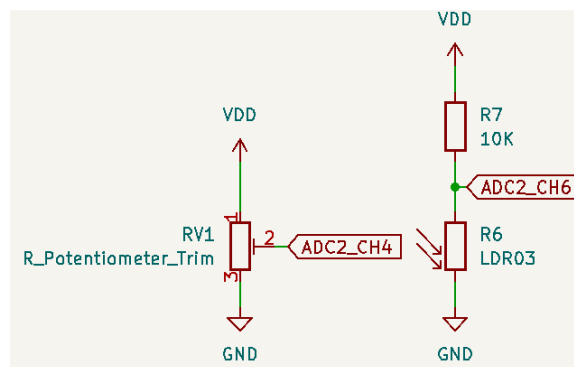
Gambar 3.21: Reset, Flash dan Header Programming

LED dan Decouple-Capacitor



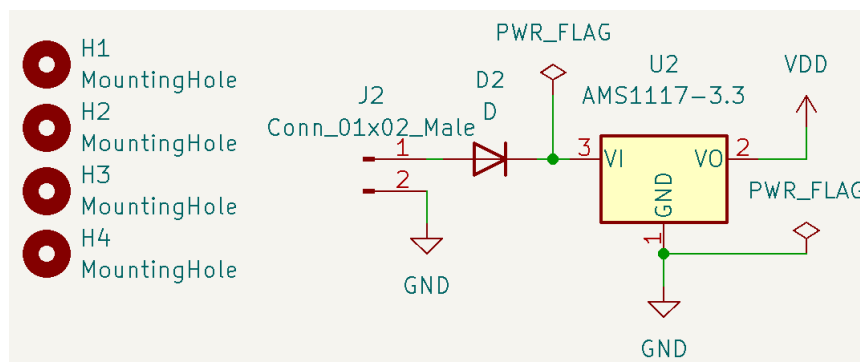
Gambar 3.22: LED dan Decouple

Sensor dan Referensi



Gambar 3.23: Sensor dan Pengaturan Referensi

Voltage Regulator dan Lubang-Baut

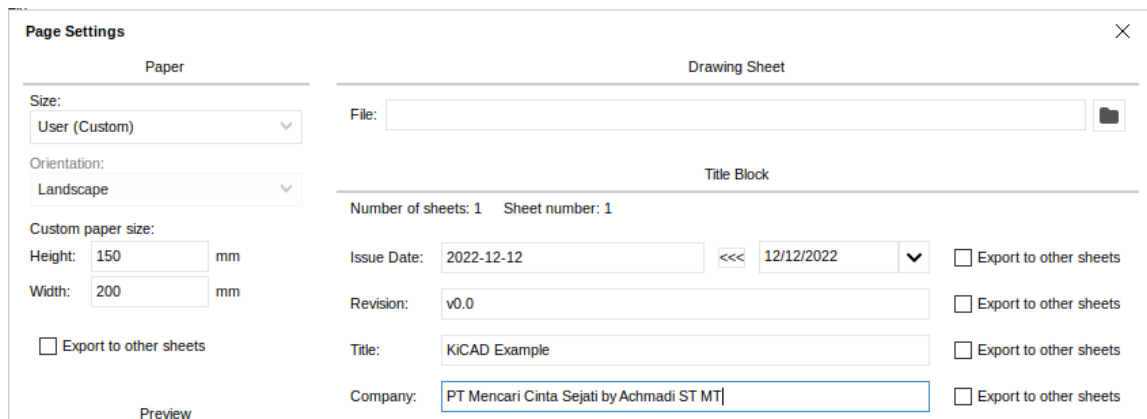


Gambar 3.24: Voltage Regulator dan Lubang-Baut

PERHATIAN: Jangan lupa menambahkan penanda **PWR_FLAG** yang tersedia di jalur catu daya agar tes ERC valid. Label **PWR_FLAG** tersedia di menu **Place > Add Power** atau **Sch:10**.

3.2.8 Atur Dokumen

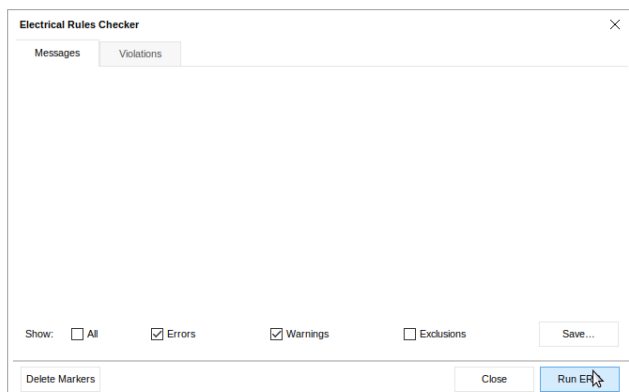
Langkah selanjutnya anda dapat mengatur properti dokumen. Klik menu **File** > **Page Settings**. Akan muncul dialog berikut. Klik **OK** setelah pengaturan dianggap cukup.



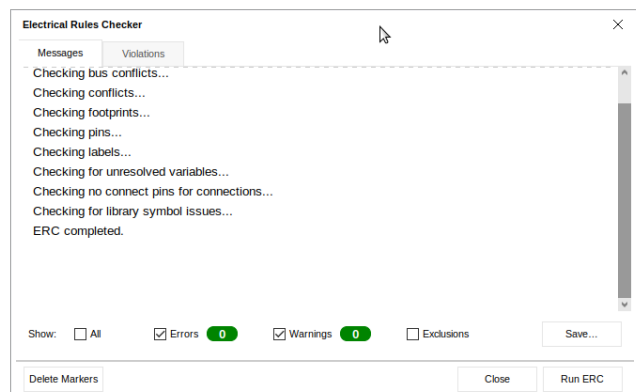
Gambar 3.25: Setting Dokumen

3.3 Tes ERC

Untuk cek skematik, dapat memanfaatkan fitur ERC yang tersedia di menu **Inspect** > **Electrical Rules Checker** atau **Sch:5**. Kemudian klik **Run ERC** dan tunggu hingga cek selesai:



(a) Mulai



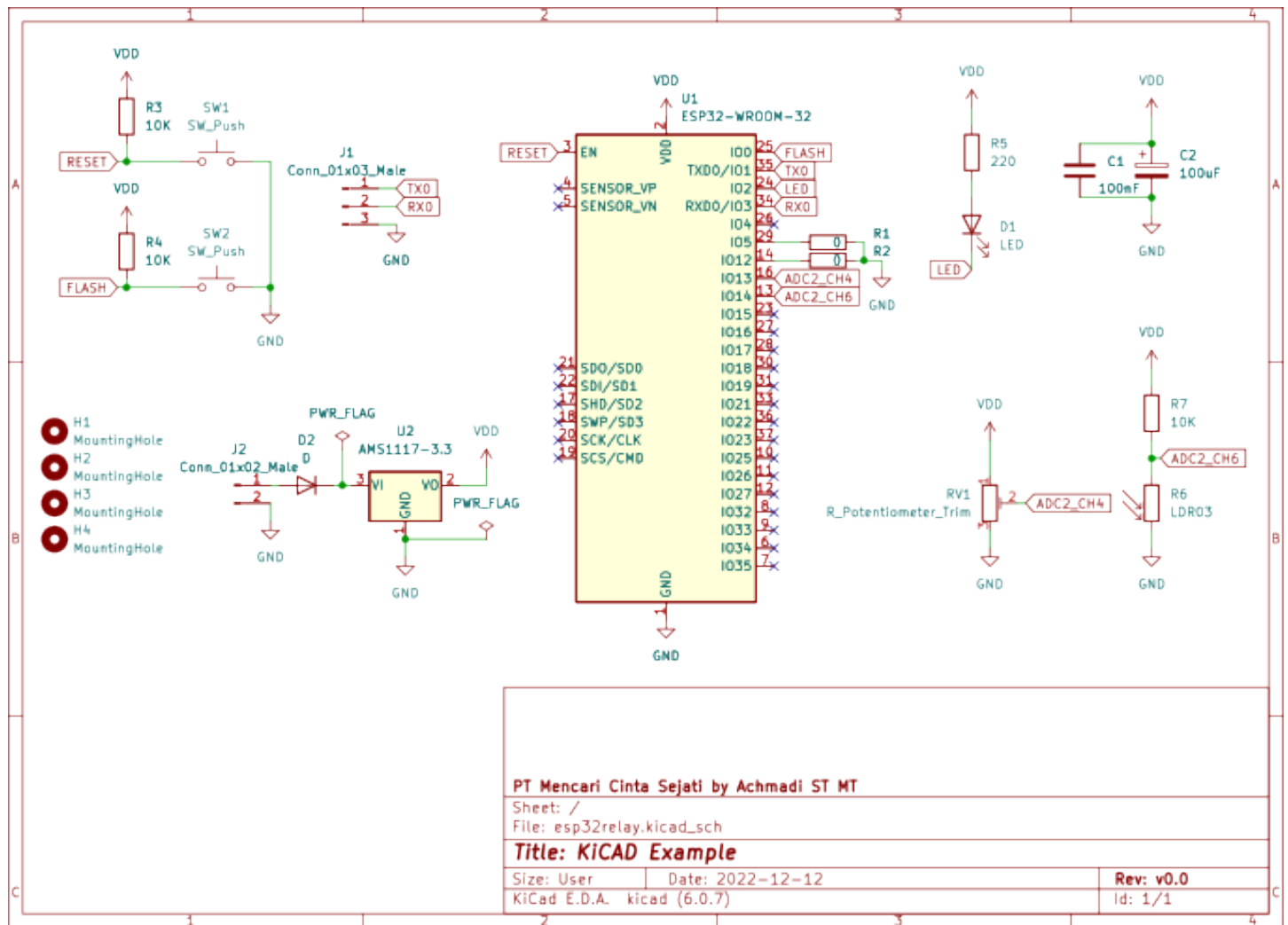
(b) Sukses

Gambar 3.26: tes ERC



Gambar 3.27: Pastikan Violation kosong

3.4 Skematik Penuh



Gambar 3.28: Skematik Penuh

Sampai disini, rancang skematik telah selesai.

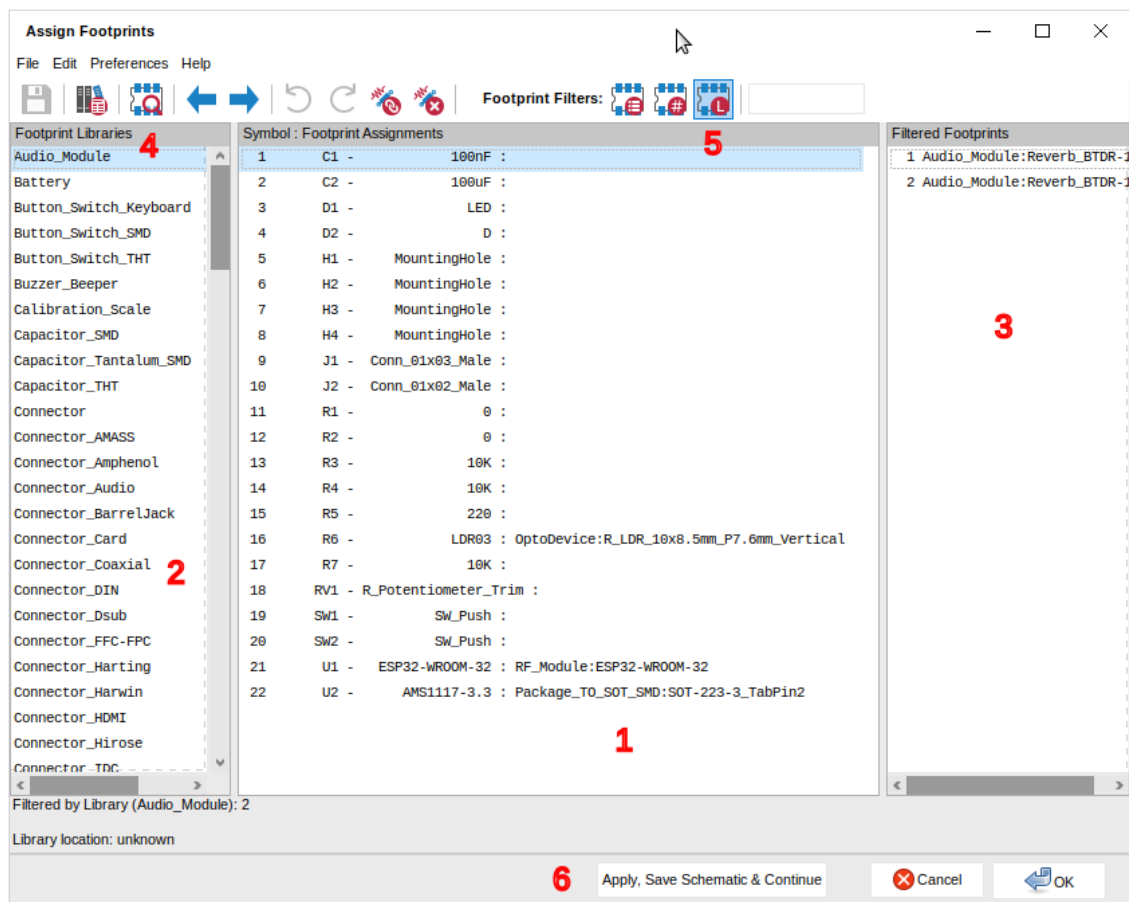
Bab 4

Footprint Assignment

Footprint Assignment adalah proses menautkan antara symbol pada skematik dengan footprint (representasi nyata komponen) yang nantinya akan digunakan pada layout PCB. Satu symbol seperti resistor misalnya dapat memiliki beberapa pilihan footprint.

4.1 FP Assign

Program untuk footprint assignment dapat dijalankan dari Schematic Editor melalui menu **Tools > Assign Footprints** atau klik **Sch:6**. Berikut tampilan awal Footprint Assignment



Gambar 4.1: Footprint Assignment

Penjelasan singkat tiap bagian:

1. Kolom daftar footprint assignment

2. Kolom daftar pustaka footprint yang tersedia
3. Kolom daftar footprint yang dapat dipilih
4. Toolbar untuk pratinjau model footprint
5. Toolbar untuk pilih mode seleksi pustaka
6. Tombol untuk simpan dan menyelesaikan.

PERHATIAN: Panduan selanjutnya akan menggunakan angka-angka di atas sebagai acuan (**Fpa:X**).

TIPS: Anda dapat klik Apply, Save Schematic and Continue sesering yang anda suka.

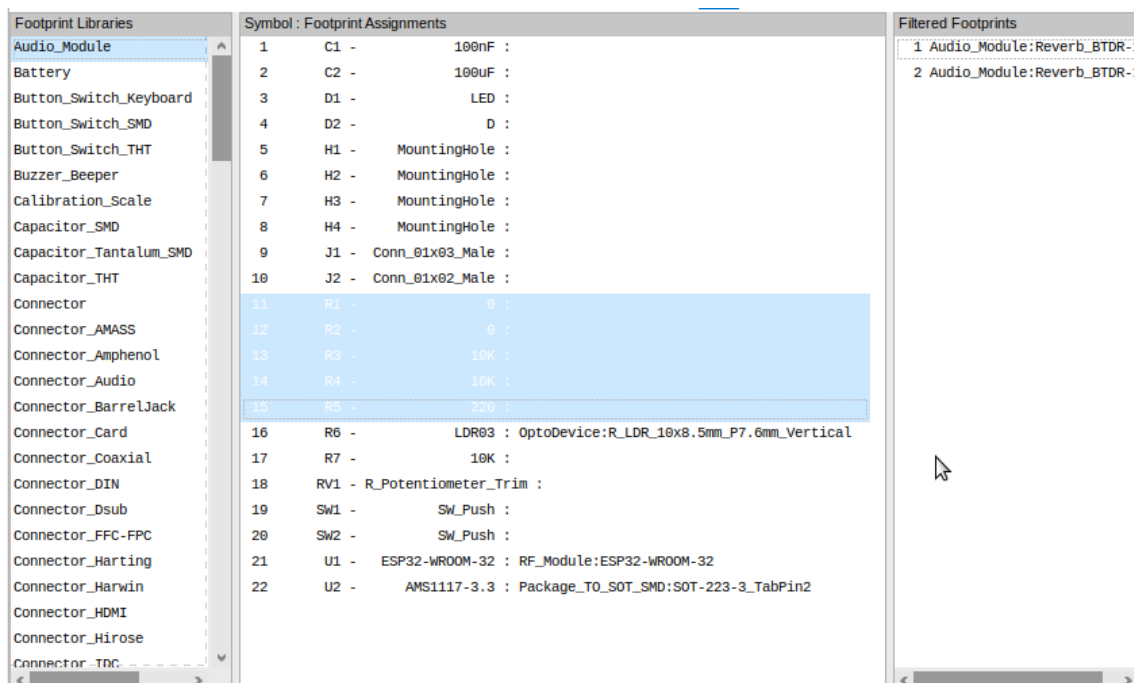
TIPS: Disarankan menggunakan mode seleksi footprint **Fpa:5** berdasarkan library (L) agar terkumpul sesuai pustaka.

TIPS: Klik Apply, Save Schematic and Continue tidak menutup dialog footprint assignment. Klik Cancel atau OK untuk menutup dialog tersebut.

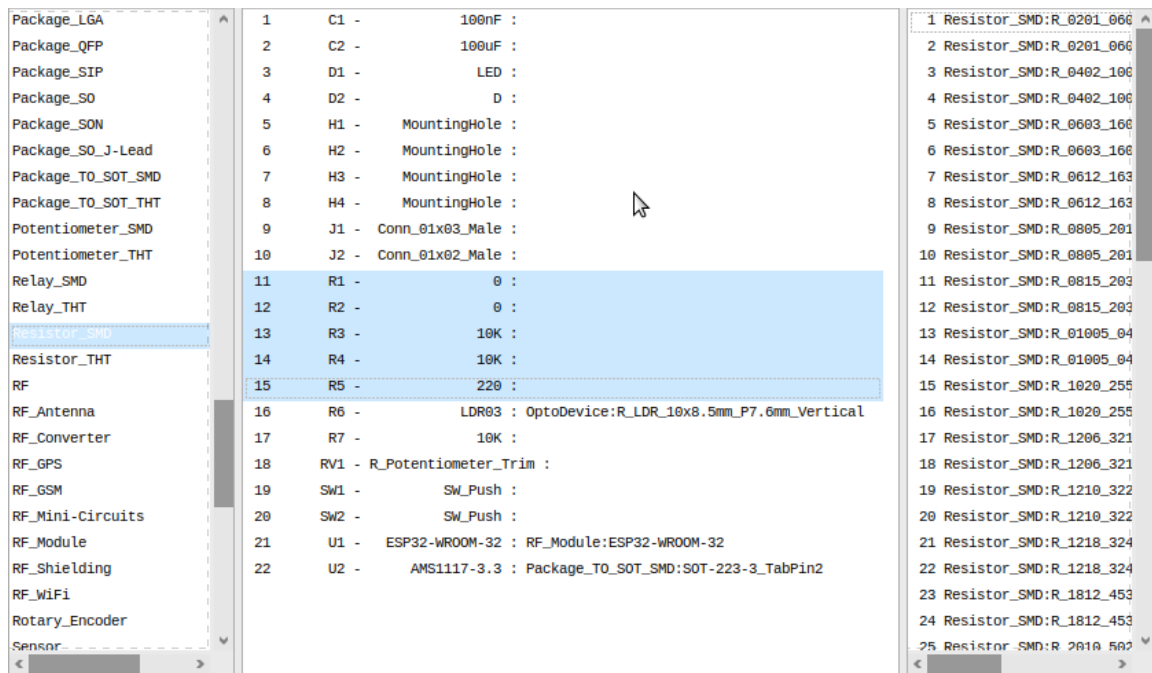
4.2 Langkah Assignment

Berikut urutan langkah footprint assignment secara umum. Disini dipilih resistor sebagai contoh pertama.

1. Pilih komponen atau kelompok komponen di kolom **Fpa:1**. Dapat digunakan tombol shift dan panah atas-bawah untuk memilih beberapa komponen.



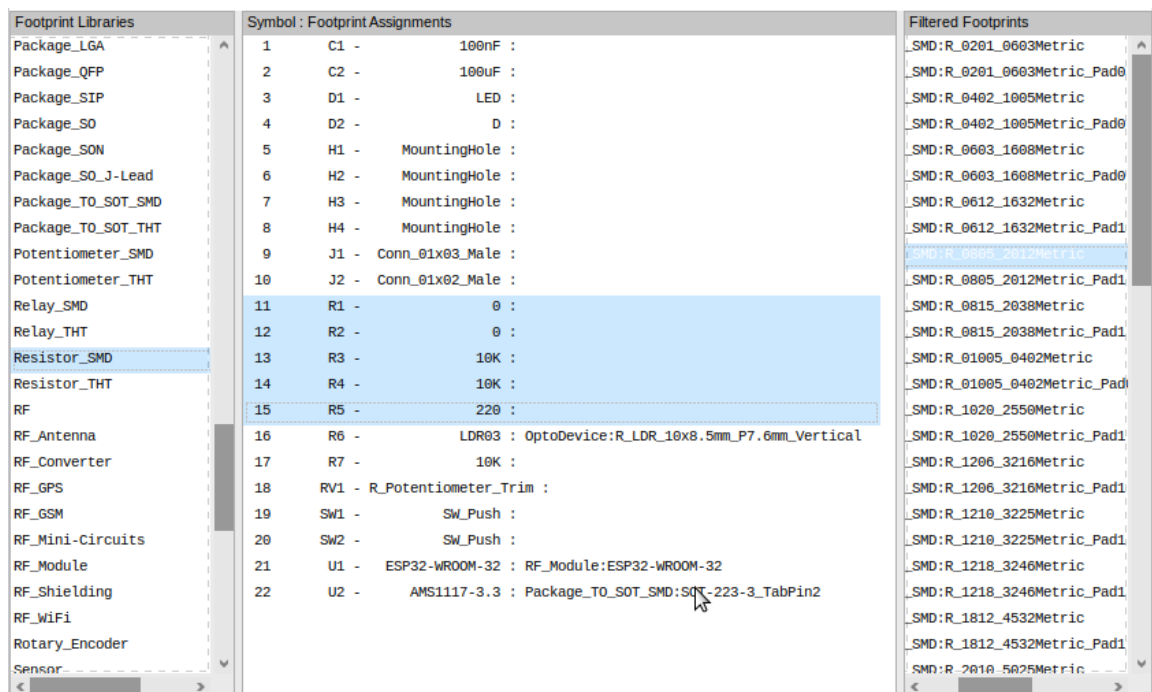
Gambar 4.2: Pilih komponen

2. Pilih pustaka **Resistor SMD** di kolom **Fpa:2**.

Gambar 4.3: Pilih Pustaka

Dapat terlihat kolom pilihan footprint **Fpa:3** sudah berubah menyesuaikan pilihan pustaka.

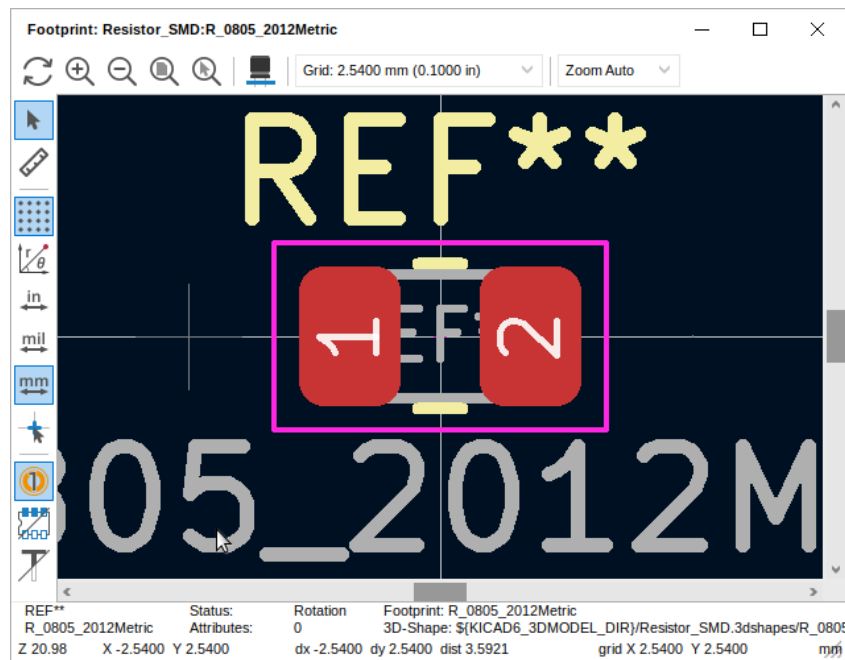
3. Pilih footprint yang sesuai dan tersedia di pembelian nantinya. Sebagai contoh disini dipilih Resistor SMD tipe 0805



Gambar 4.4: Pilih Footprint

TIPS: Nama footprint pada dialog assignment berpola **Pustaka:Footprint_Variasi**.

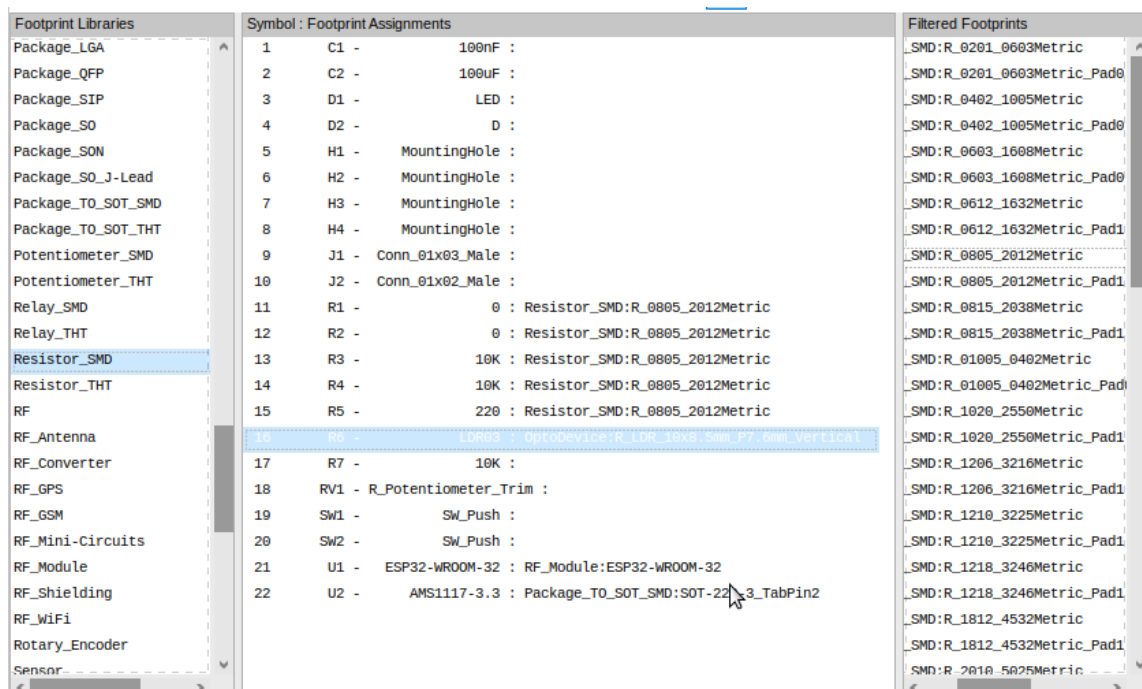
4. Anda dapat pula pratinjau model footprint yang tersedia dengan klik **Fpa:4**



Gambar 4.5: Model Footprint

Tutup jendela pratinjau jika dianggap sudah sesuai.

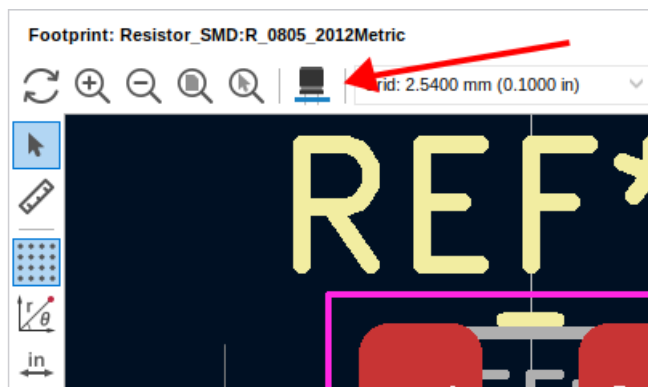
5. Kemudian double-click footprint yang dipilih di kolom **Fpa:3**. Komponen yang dipilih akan diset sesuai footprint yang di double-click.



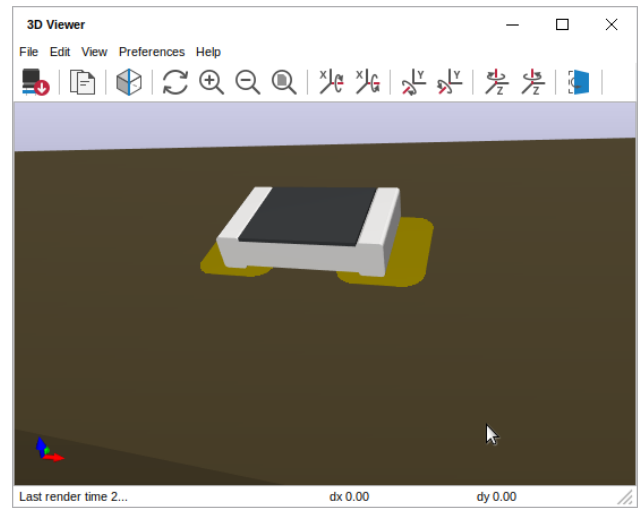
Gambar 4.6: Footprint Assignment untuk Resistor

Klik **Apply, Save Schematic and Continue** dan lanjutkan ke komponen lainnya yang belum memiliki footprint.

TIPS: Dapat pula dicek model 3D komponen dengan klik icon komponen 3D pada jendela pratinjau footprint.



(a) Pratinjau 3D



(b) Model 3D

Gambar 4.7: 3D Footprint

4.3 Footprint Assignment Penuh

Berikut contoh Footprint Assignment secara penuh:

1	C1 -	100nF : Capacitor_SMD:C_0805_2012Metric
2	C2 -	100uF : Capacitor_SMD:C_0805_2012Metric
3	D1 -	LED : LED_SMD:LED_0805_2012Metric
4	D2 -	D : Diode_SMD:D_SMA
5	H1 -	MountingHole : MountingHole:MountingHole_2.5mm_Pad_Via
6	H2 -	MountingHole : MountingHole:MountingHole_2.5mm_Pad_Via
7	H3 -	MountingHole : MountingHole:MountingHole_2.5mm_Pad_Via
8	H4 -	MountingHole : MountingHole:MountingHole_2.5mm_Pad_Via
9	J1 -	Conn_01x03_Male : Connector_PinHeader_2.54mm:PinHeader_1x03_P2.54mm_Horizontal
10	J2 -	Conn_01x02_Male : TerminalBlock_Altech:Altech_AK300_1x02_P5.00mm_45-Degree
11	R1 -	0 : Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
12	R2 -	0 : Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
13	R3 -	10K : Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
14	R4 -	10K : Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
15	R5 -	220 : Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
16	R6 -	LDR03 : OptoDevice:R_LDR_10x8.5mm_P7.6mm_Vertical
17	R7 -	10K : Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
18	RV1 -	R_Potentiometer_Trim : Potentiometer_SMD:Potentiometer_Vishay_TS53YJ_Vertical
19	Sw1 -	Sw_Push : Button_Switch_THT:SW_PUSH_6mm
20	Sw2 -	Sw_Push : Button_Switch_THT:SW_PUSH_6mm
21	U1 -	ESP32-WROOM-32 : RF_Module:ESP32-WROOM-32
22	U2 -	AMS1117-3.3 : Package_TO_SOT_SMD:SOT-223-3_TabPin2

Gambar 4.8: Contoh Footprint Assignment

Sampai disini, footprint assignment telah selesai.

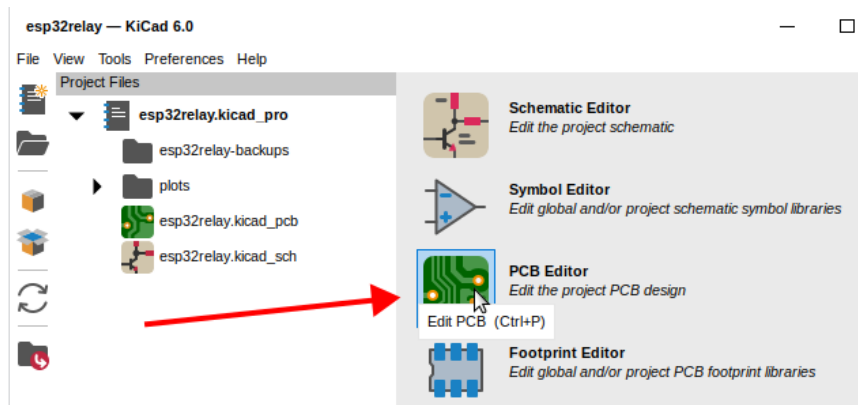
Bab 5

PCB Layout

PCB Layout adalah dokumen rancang sirkuit sebenarnya yang berisi representasi komponen yang menjadi penyusun unit PCB. Jaringan dan komponen PCB Layout dibuat berdasarkan dokumen Schematic.

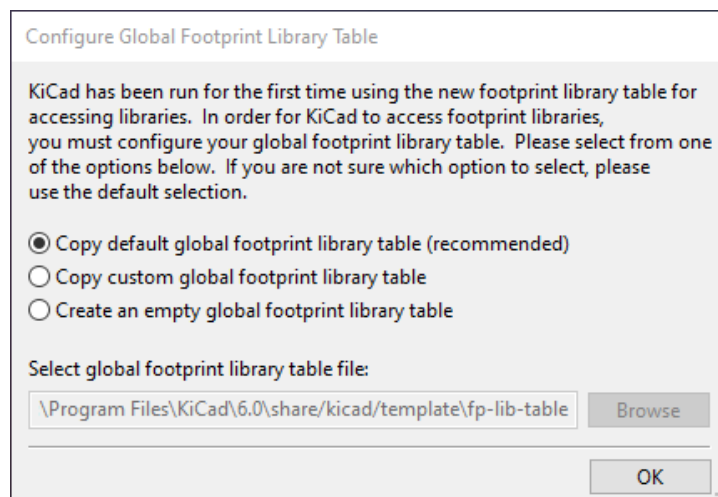
5.1 PCB Editor

Program PCB Editor dapat dijalankan melalui program utama KiCAD:



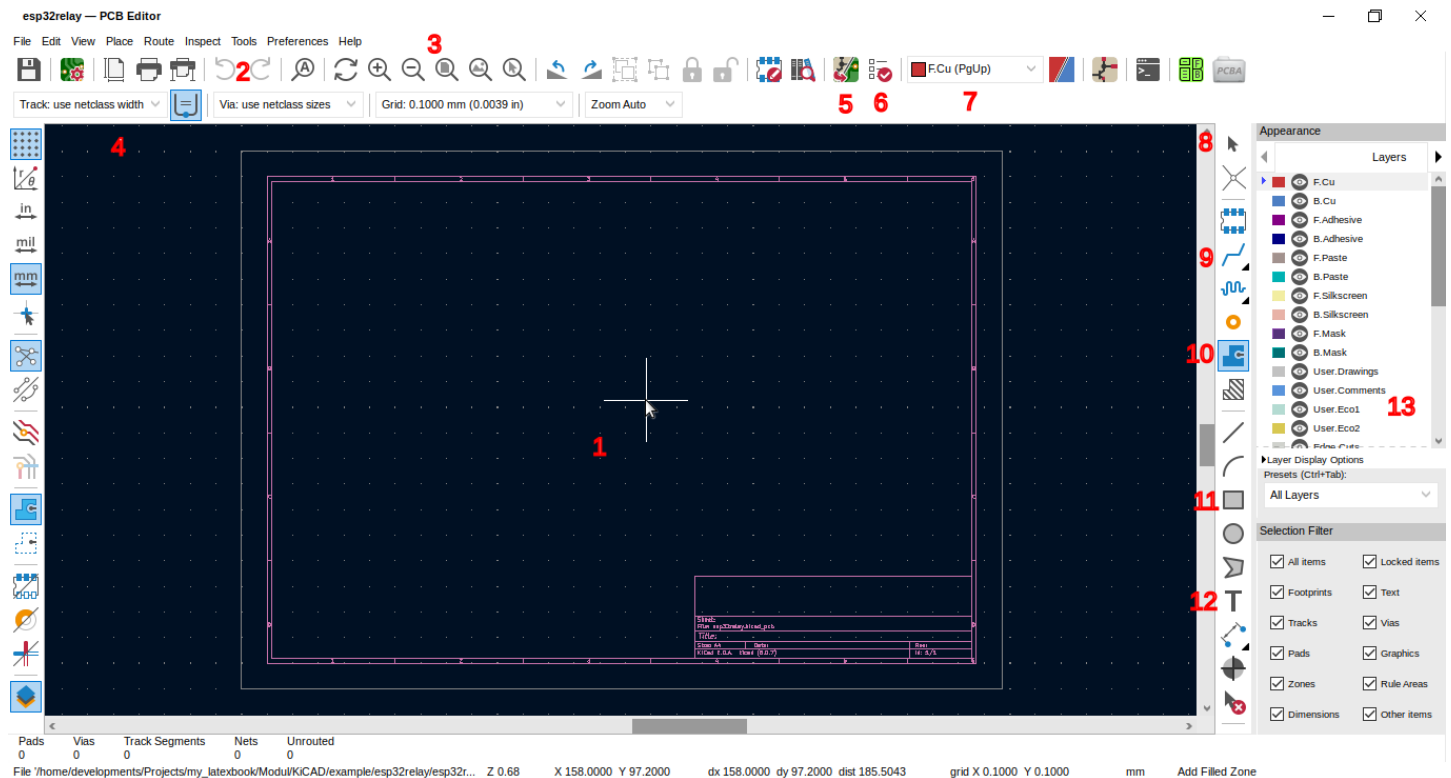
Gambar 5.1: Memanggil editor pcb

Jika baru pertama kali dijalankan akan ada konfirmasi pengaturan sumber pustaka footprint. Pilih saja yang direkomendasikan dan klik .



Gambar 5.2: Pilihan sumber pustaka

Berikut tampilan awal PCB Editor



Gambar 5.3: PCB Editor

Penjelasan singkat tiap bagian:

1. Kanvas untuk menggambar PCB
2. Toolbar perintah Undo-Redo
3. Toolbar pengaturan tampilan skematik
4. Dropdown pilihan lebar jalur
5. Toolbar update PCB dari skematik
6. Toolbar perintah tes DRC
7. Dropdown pilihan layer yang aktif
8. Mode pointer default (dapat juga dengan menekan **esc** pada keyboard)
9. Mode menambahkan wire
10. Mode menambahkan fill-area
11. Mode menambahkan shape
12. Mode menambahkan teks
13. Kolom Layer Manager

PERHATIAN: Panduan selanjutnya akan menggunakan angka-angka di atas sebagai acuan (**Pcb:X**).

TIPS: Untuk memanipulasi objek di skematik maupun PCB, dapat melalui klik kanan objek yang ingin dimanipulasi. Sementara klik kanan pada area kosong dapat digunakan untuk menggeser kanvas.

5.2 Rancang PCB

5.2.1 Pengaturan Desain

Berikut beberapa pengaturan dasar desain yang direkomendasikan. Tahap ini hanya sekedar penyesuaian dengan vendor pemesanan PCB lokal yang pernah penulis pesan. Untuk membuka dialog pengaturan desain, klik menu

File » Board Setup

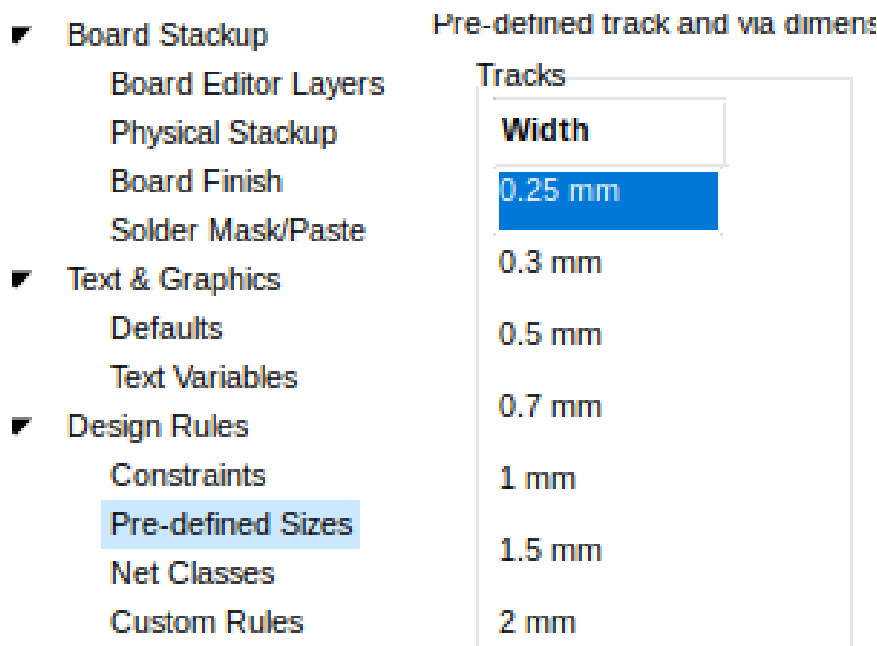
Beberapa pengaturan yang biasa penulis gunakan:

- Buka Text and Graphics » Defaults, isi nilai **Edge Cuts** sebesar 0.5mm



Gambar 5.4: Pengaturan Edge-Cuts

- Buka Design Rules » Pre-defined Sizes, tambahkan pilihan lebar wire pada kolom Tracks. Klik icon + di bawah kolom untuk menambahkan.



Gambar 5.5: Pengaturan Pilihan Lebar Wire

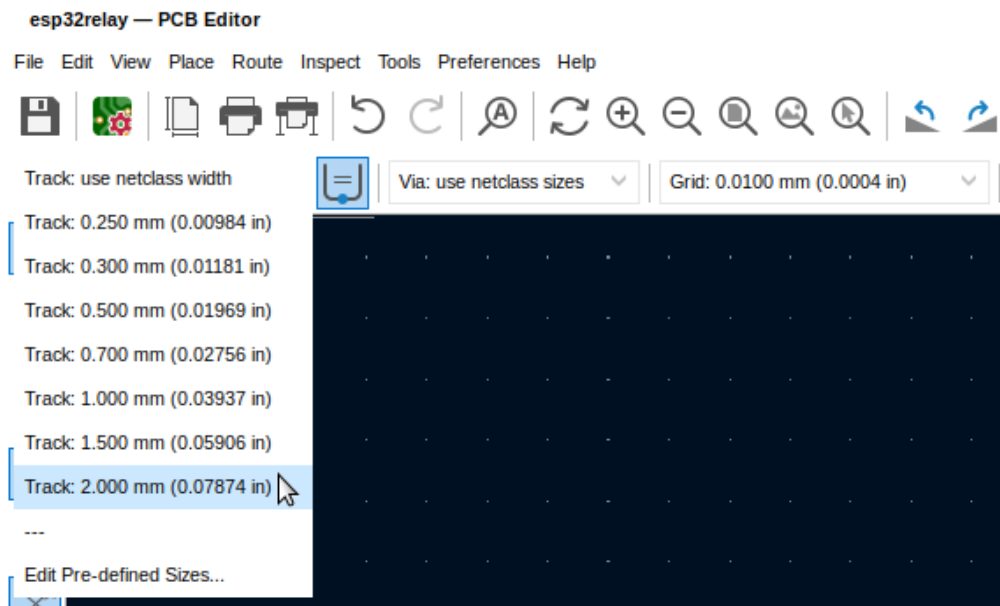
- Buka Design Rules » Net Classes, ganti ukuran **Via Size** ke 1.4 mm dan **Via Hole** menjadi 0.7 mm.

Net Class	Clearance	Track Width	Via Size	Via Hole
Default	0.2 mm	0.25 mm	1.4 mm	0.7 mm

Gambar 5.6: Pengaturan default Net Class

Setelah selesai, Klik OK.

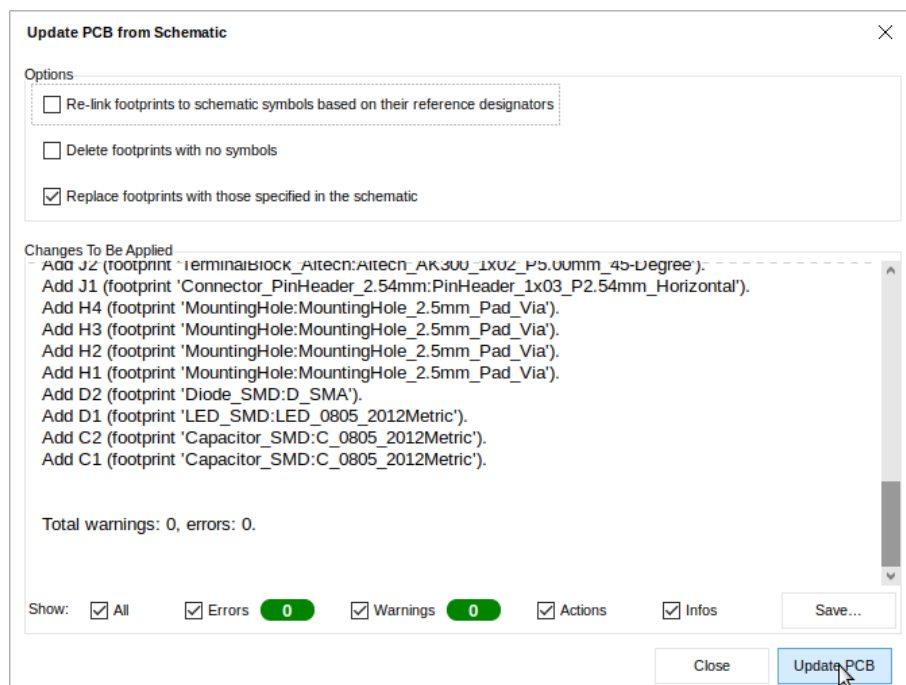
Kemudian dropdown pilihan lebar wire akan menampilkan pilihan yang tadi dibuat. Untuk ukuran **Grid**, disarankan ambil **0.01 mm** saja. Simpan berkas dengan shortcut **ctrl + s** atau melalui menu **File > Save**.



Gambar 5.7: Pengaturan Design selesai

5.2.2 Update PCB dari Schematic

Jika Schematic telah siap dan selesai footprint assignment, maka dapat dilakukan impor desain ke PCB. Klik menu **Tools > Update PCB from Schematic** atau klik **Pcb:5**. Akan muncul dialog seperti ini:

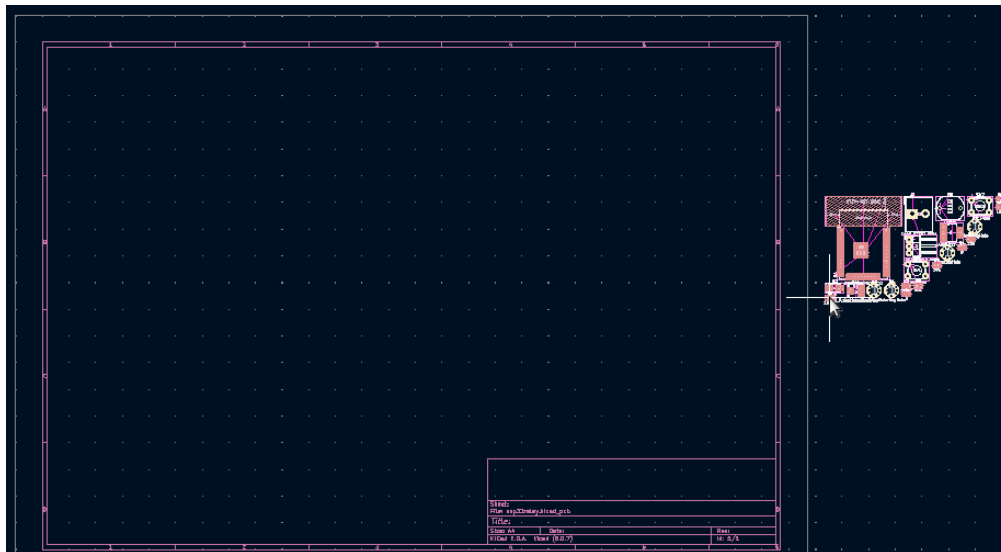


Gambar 5.8: Dialog update PCB

Jika tidak ada error atau warning, klik **Update PCB** dan **Close**.

TIPS: Update PCB dapat dilakukan setiap ada modifikasi schematic atau footprint assignment.

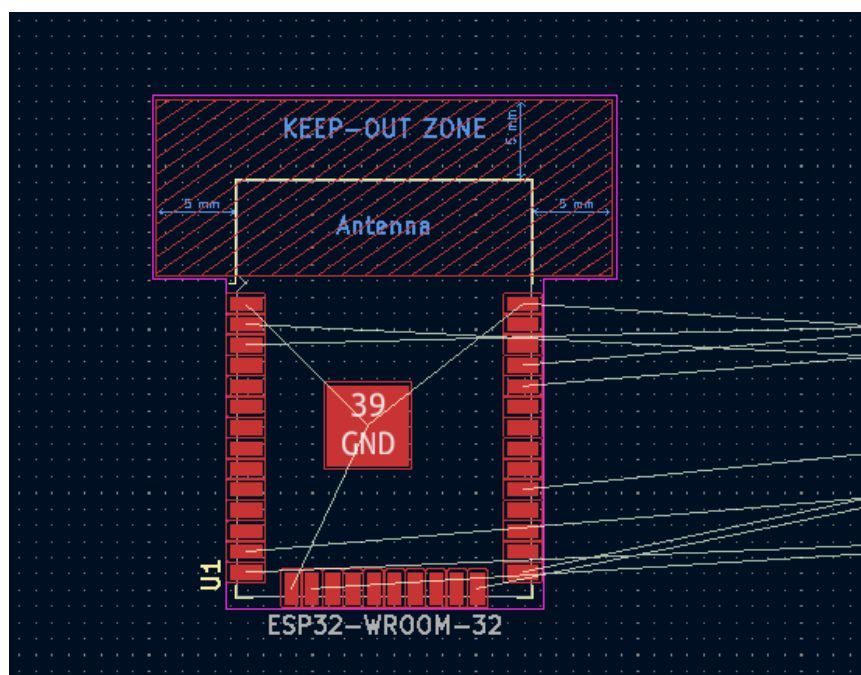
Setelah dialog update PCB ditutup, cursor akan mendapatkan grup komponen yang dapat ditaruh di kanvas. Taruh semua komponen di kanvas di luar area border.



Gambar 5.9: Komponen

5.2.3 Peletakan Komponen

Langkah selanjutnya adalah peletakan setiap komponen. Sebagai contoh awal disini, dipilih komponen **ESP32**. Klik kiri komponen tersebut, geser ke dalam border, kemudian klik kiri kembali.



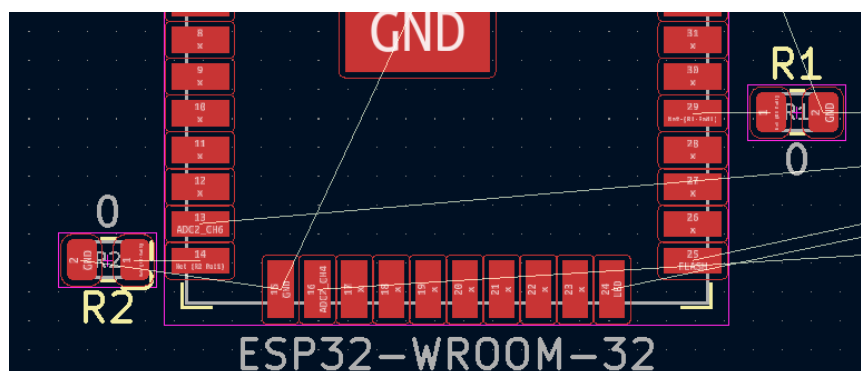
Gambar 5.10: Komponen ESP32

TIPS: Untuk manipulasi objek di pcb, selain menggunakan klik kanan, dapat pula menggunakan keyboard shortcut:

- **m.** Move atau memindahkan objek.
- **r.** Rotate atau memutar objek.
- **f.** Flip atau menukar layer objek dari top ke bottom atau sebaliknya.

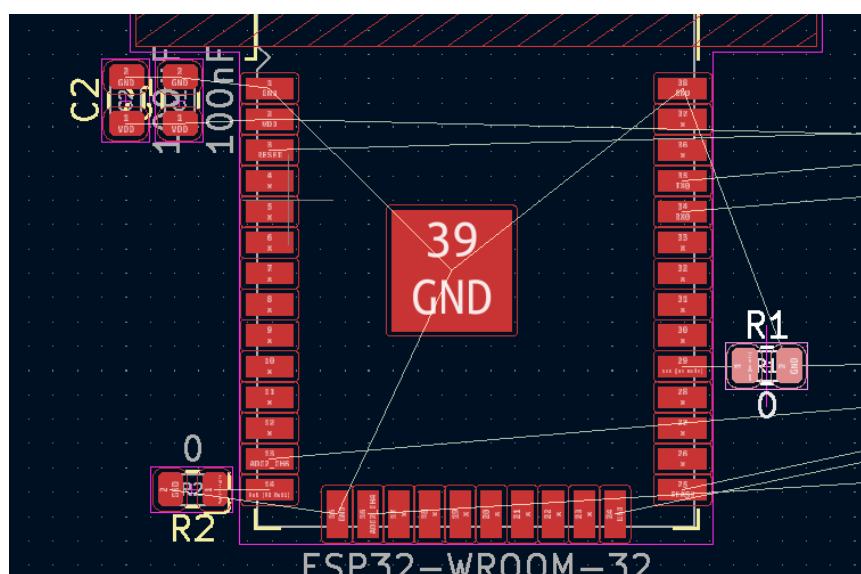
Selanjutnya, diletakkan komponen resistor **R1** dan **R2** dekat **ESP32** pada IO5 dan IO12.

TIPS: Dapat digunakan fasilitas pencarian yang ada di menu **Edit** **Find** atau keyboard **ctrl** + **f**



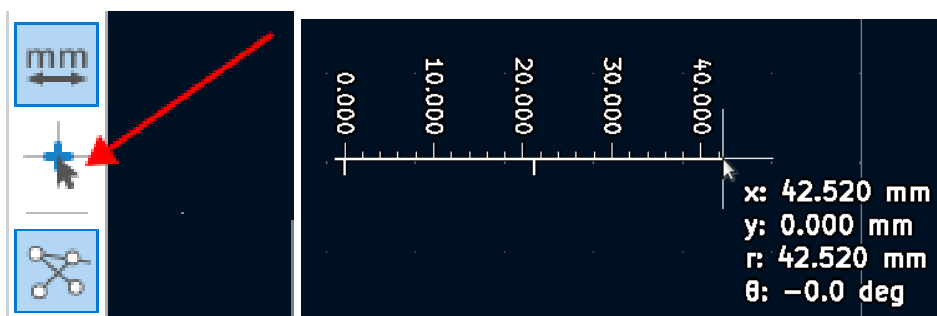
Gambar 5.11: Komponen R1 dan R2

Lanjutkan ke decouple capacitor **C1** dan **C2**.



Gambar 5.12: Komponen C1 dan C2

TIPS: Gunakan Window Size Cursor dan Penggaris (tersedia di menu **Inspect** **Measure Tool**) untuk mempermudah menentukan posisi komponen.

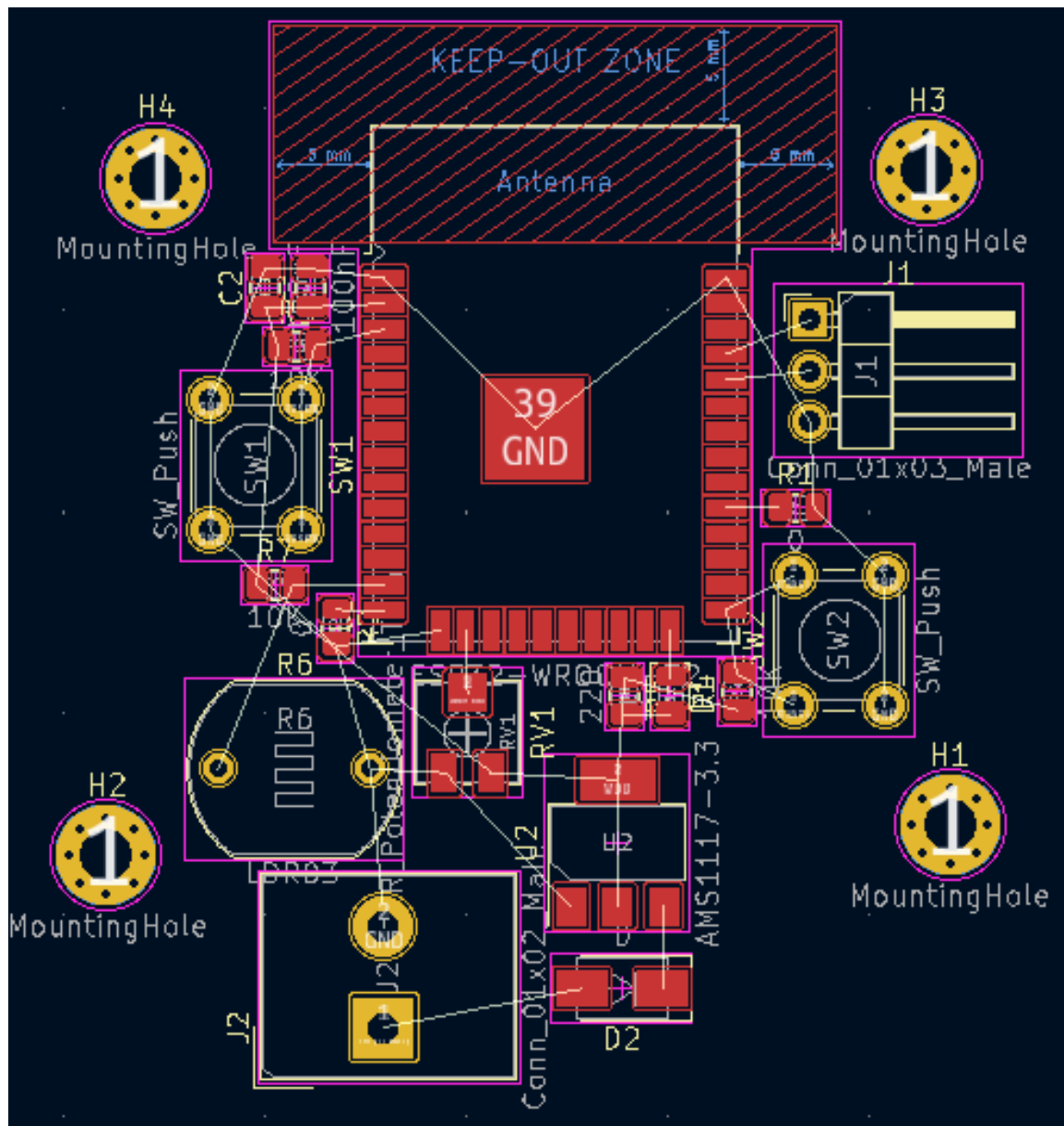


(a) Window-Size Cursor

(b) Penggaris

Gambar 5.13: Alat Bantu

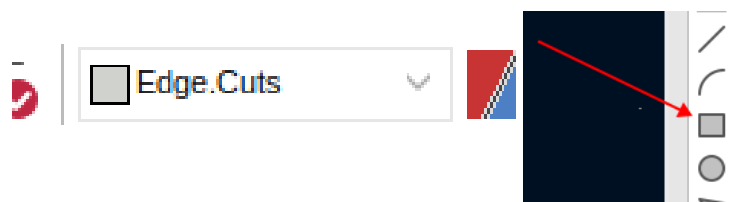
Lanjutkan penempatan komponen hingga seperti ini:



Gambar 5.14: PCB Penuh

5.2.4 PCB Edge

Selanjutnya tambahkan PCB Edge dengan memilih **Edge.Cuts** pada dropdown pilihan layer (**Pcb:7**). Kemudian pilih gambar kotak dengan klik **Pcb:11**.

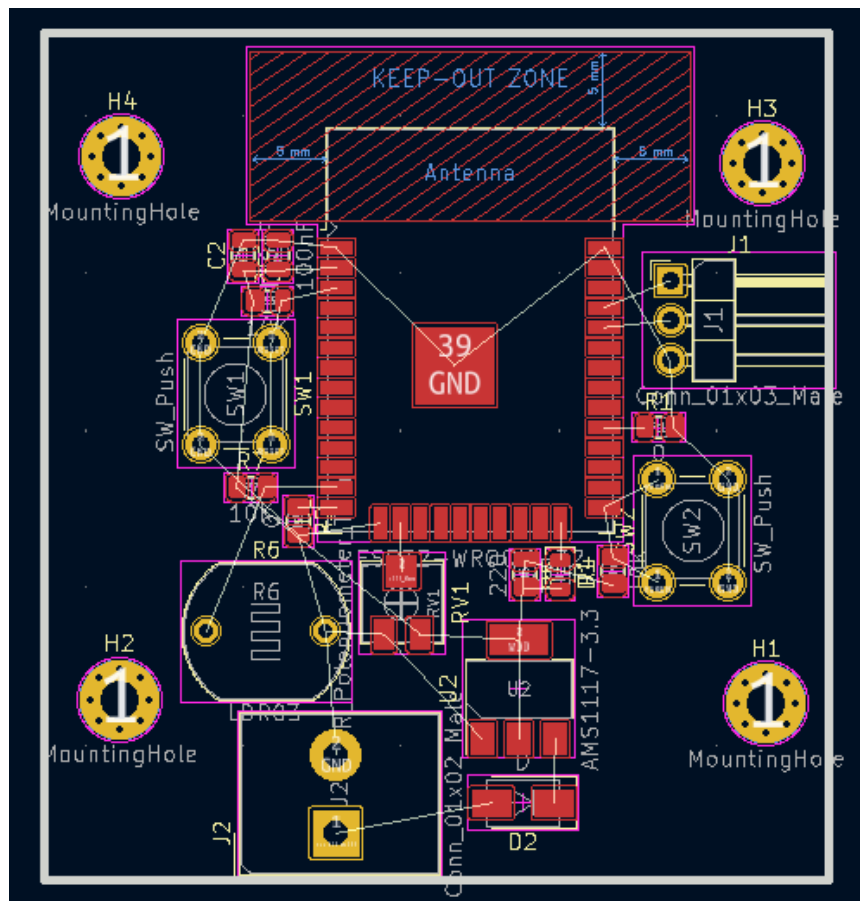


(a) Layer Edge Cuts

(b) Gambar Kotak

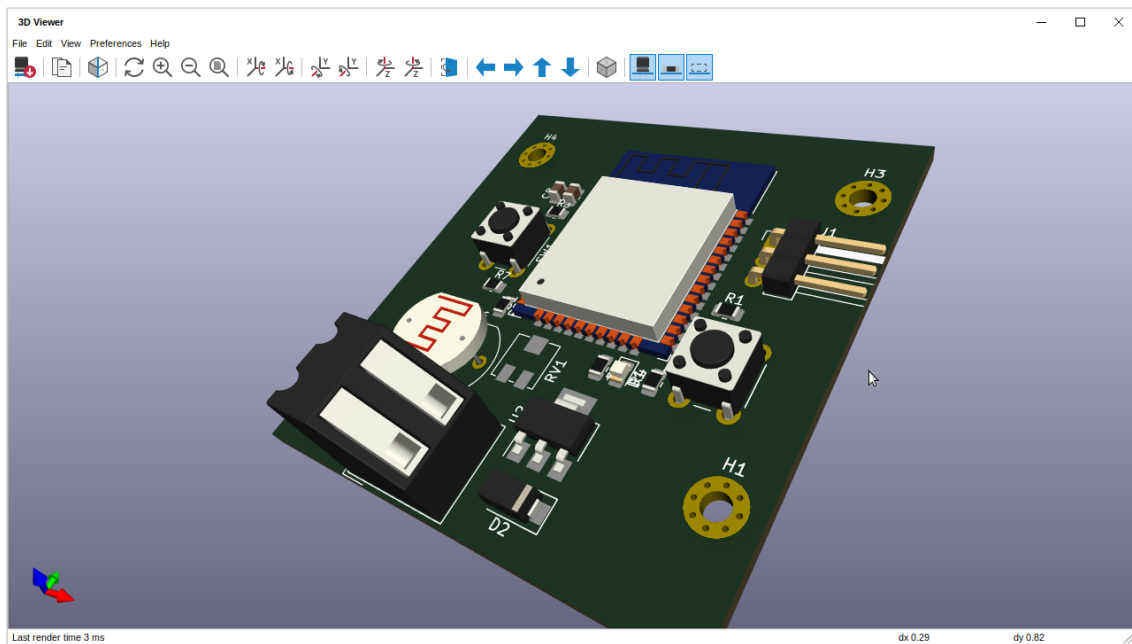
Gambar 5.15: Gambar Edge Cuts

hasil kotak Edge Cuts:



Gambar 5.16: PCB dengan Edge Cuts

Kemudian melalui menu **View > 3D Viewer**, dapat dilihat model mockup 3D dari PCB.



Gambar 5.17: Model 3D PCB

TIPS: Jika ada komponen tidak tampak model 3D, maka memang belum ada atau belum ditambahkan saja.

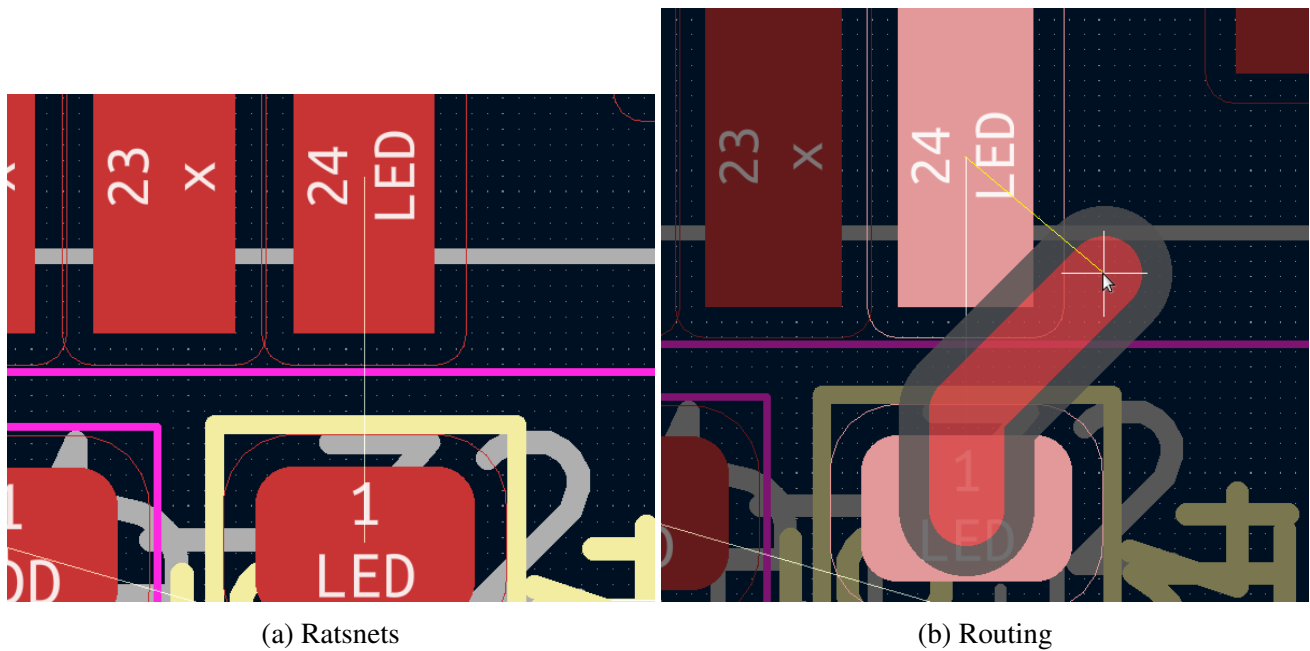
TIPS: Model 3D komponen umumnya berformat **VRML** atau **STEP/STP** yang dapat dibuat sendiri atau didownload dari internet.

5.2.5 Track Route

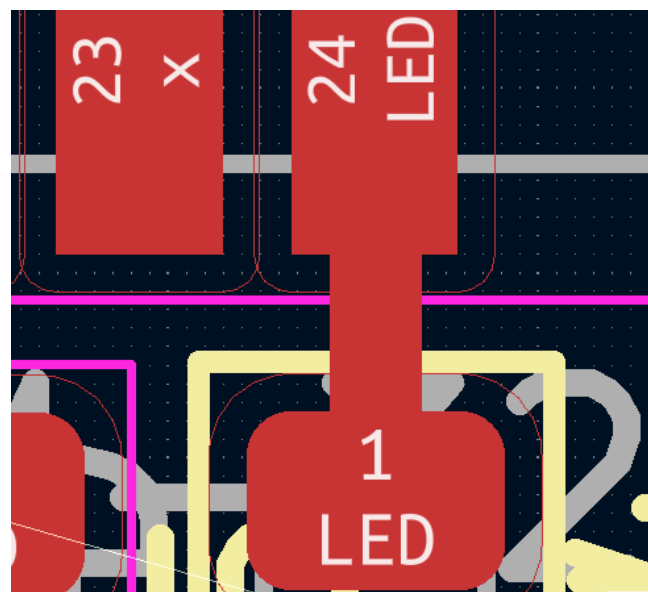
Langkah penting selanjutnya adalah route track, untuk mengubah garis penanda koneksi (disebut Ratsnest) menjadi jalur tembaga sebenarnya.

Berikut langkahnya:

- Pilih jalur **F.Cu** atau **B.Cu** di dropdown **Pcb:7**.
- Klik mode **Route Track** dengan klik **Pcb:9**.
- Pilih ukuran track di dropdown **Pcb:4**, semisal **0.5 mm**.
- Klik satu ruas garis Ratsnest, kemudian geser pointer untuk menggambar jalur,
- Klik kiri kembali untuk mengakhiri.



Gambar 5.18: Track Route



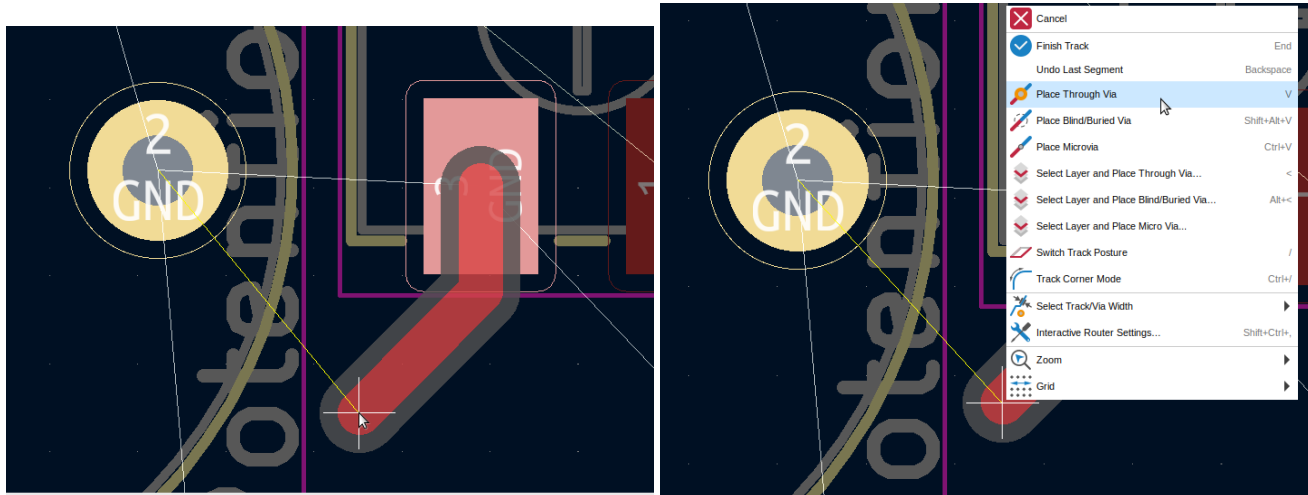
Gambar 5.19: Routing selesai

5.2.6 Tambah Vias

Vias adalah komponen tambahan yang menjadi jembatan antara layer top dan layer bottom pada track.

Untuk menambahkan vias, berikut langkahnya:

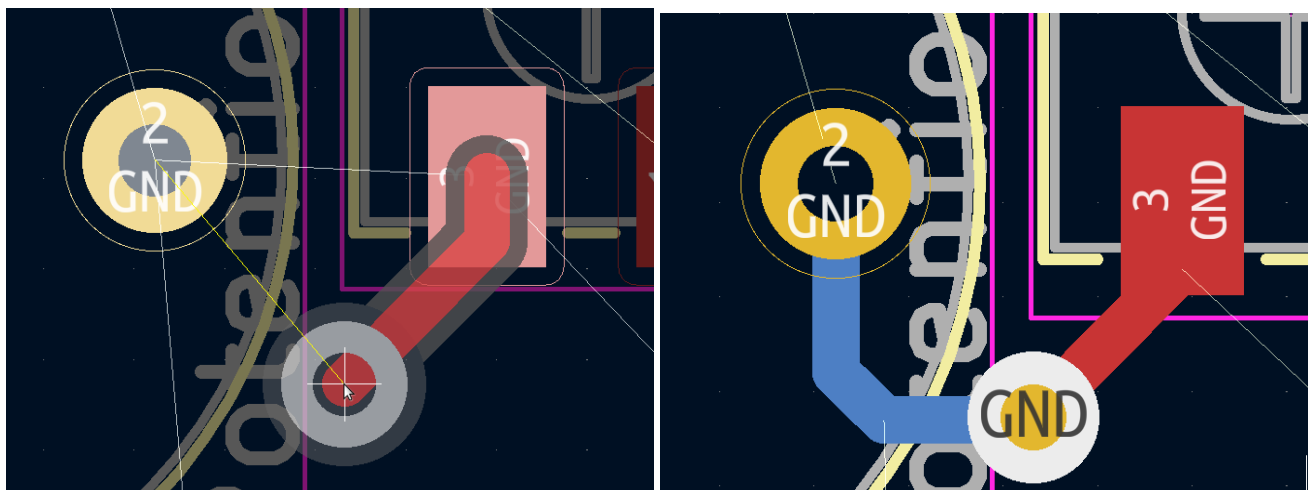
- Track route sebagaimana sebelumnya.
- Klik kanan, klik menu `Place Through Via`.
- Klik kiri untuk menempatkan Via.
- Lanjutkan track route di layer sebaliknya setelah vias.
- Klik kiri untuk mengakhiri.



(a) Mulai Route

(b) Pilih Mode Vias

Gambar 5.20: Route Vias



(a) Taruh Vias

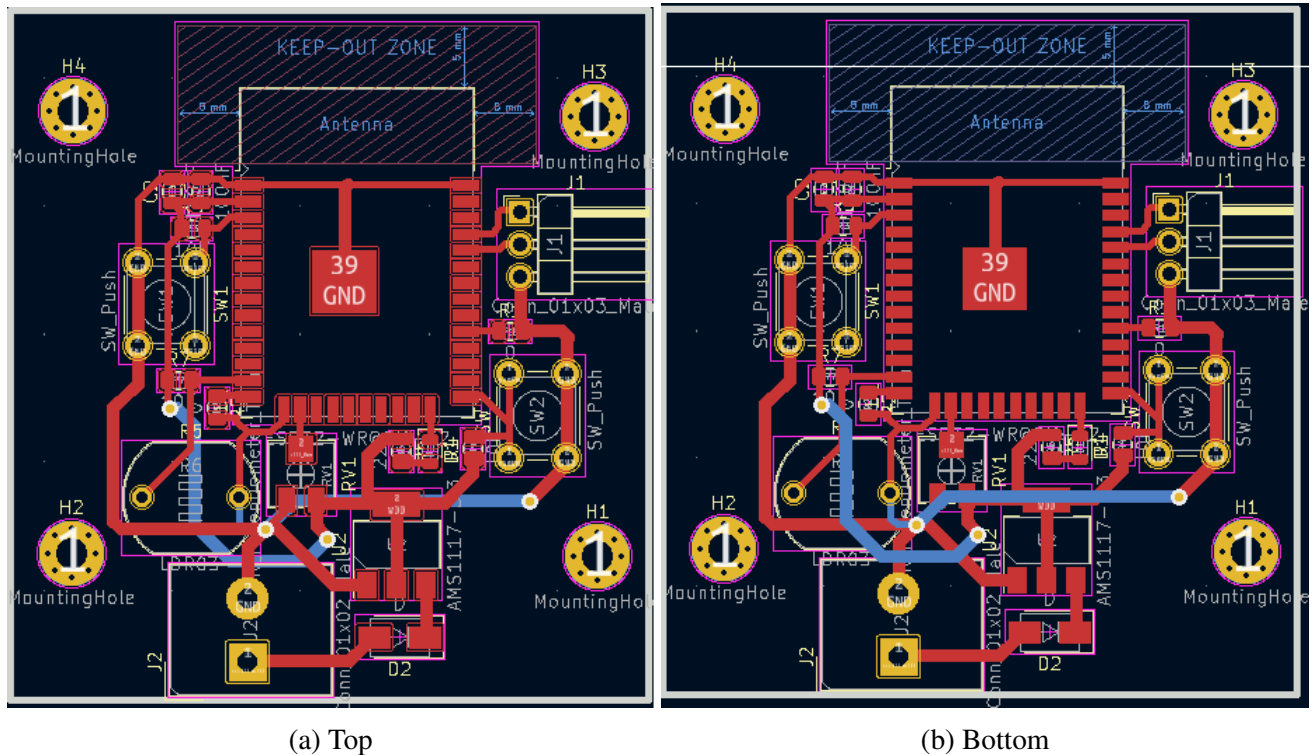
(b) Jalur ber-Vias

Gambar 5.21: Vias Selesai

TIPS: Tidak ada aturan khusus untuk Vias dan Track Route, namun selayaknya:

- Dahulukan Track/Vias jalur sinyal baru kemudian jalur catu daya.
- Ukuran jalur Track/Vias disesuaikan arus dan pin komponen.
- Mayoritas komponen sedapatnya berada layer yang sama.

Lanjutkan track routing hingga seperti ini:



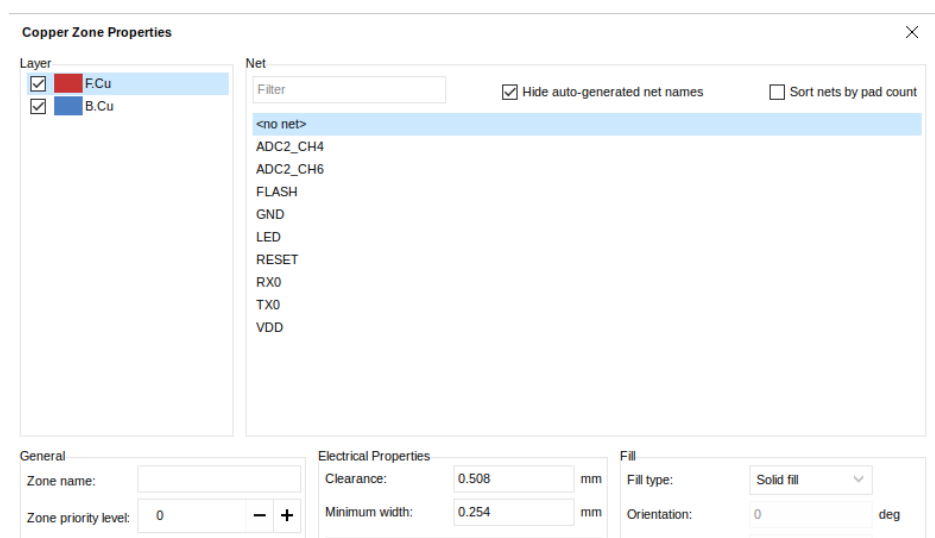
Gambar 5.22: Hasil Routing

5.2.7 Tambah Filled Zone

Filled Zone adalah area tembaga yang bentuknya berupa luasan. Filled Zone dapat terhubung ke suatu sinyal, VDD, GND, atau tidak terhubung sama sekali.

Untuk menambahkan filled zone, berikut langkahnya:

- Klik menu **Place** > **Add Filled Zone**
- Klik kiri pojok kiri atas dari garis kotak EdgeCuts. Akan muncul dialog pengaturan filled zone.
- Pilih **no-net** sebagai jalur untuk kedua layer tembaga (**F.Cu** dan **B.Cu**). Pilihan lainnya biarkan default.



Gambar 5.23: Pengaturan Filled Zone

Klik **OK** untuk melanjutkan.

-

(b) Titik terakhir

Gambar 5.24: Titik Filled Zone

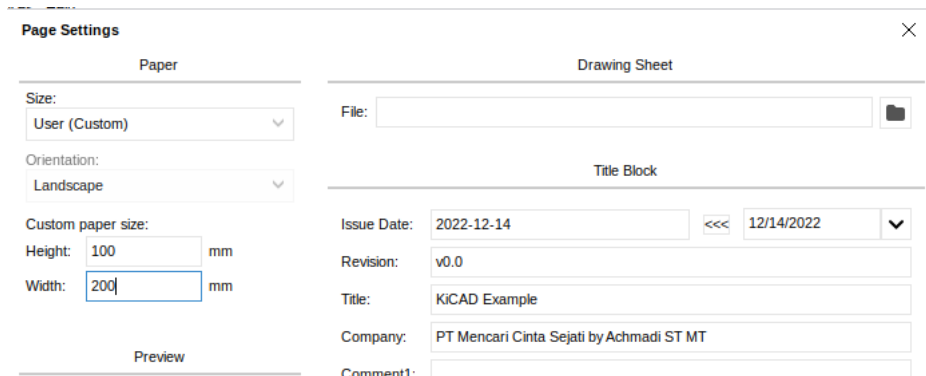
-

(b) Bottom

Gambar 5.25: Filled Zone

5.2.8 Atur Dokumen

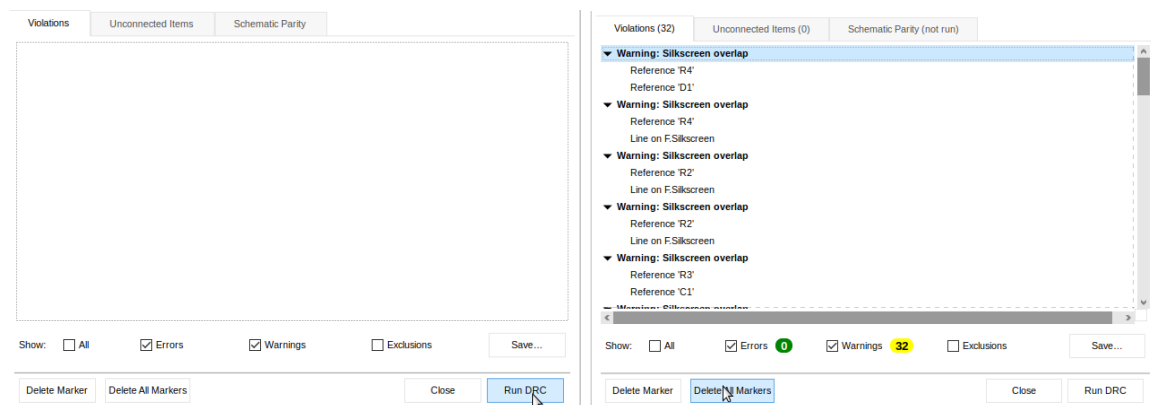
Langkah selanjutnya anda dapat mengatur properti dokumen. Klik menu **File** > **Page Settings**. Akan muncul dialog berikut. Klik **OK** setelah pengaturan dianggap cukup.



Gambar 5.26: Setting Dokumen

5.3 Tes DRC

Untuk cek desain, dapat memanfaatkan fitur DRC yang tersedia di menu **Inspect** > **Design Rules Checker** atau **Pcb:6**. Kemudian klik **Run DRC** dan tunggu hingga cek selesai:

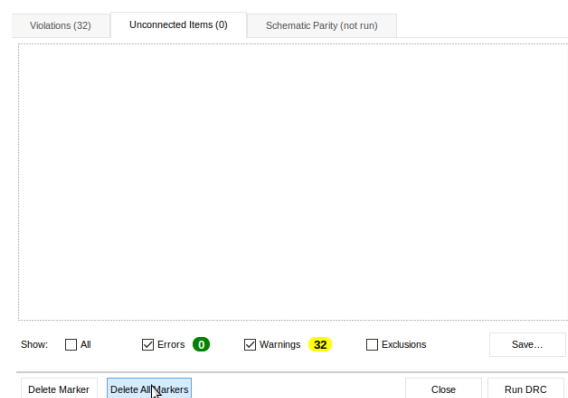


(a) Mulai

(b) Warning

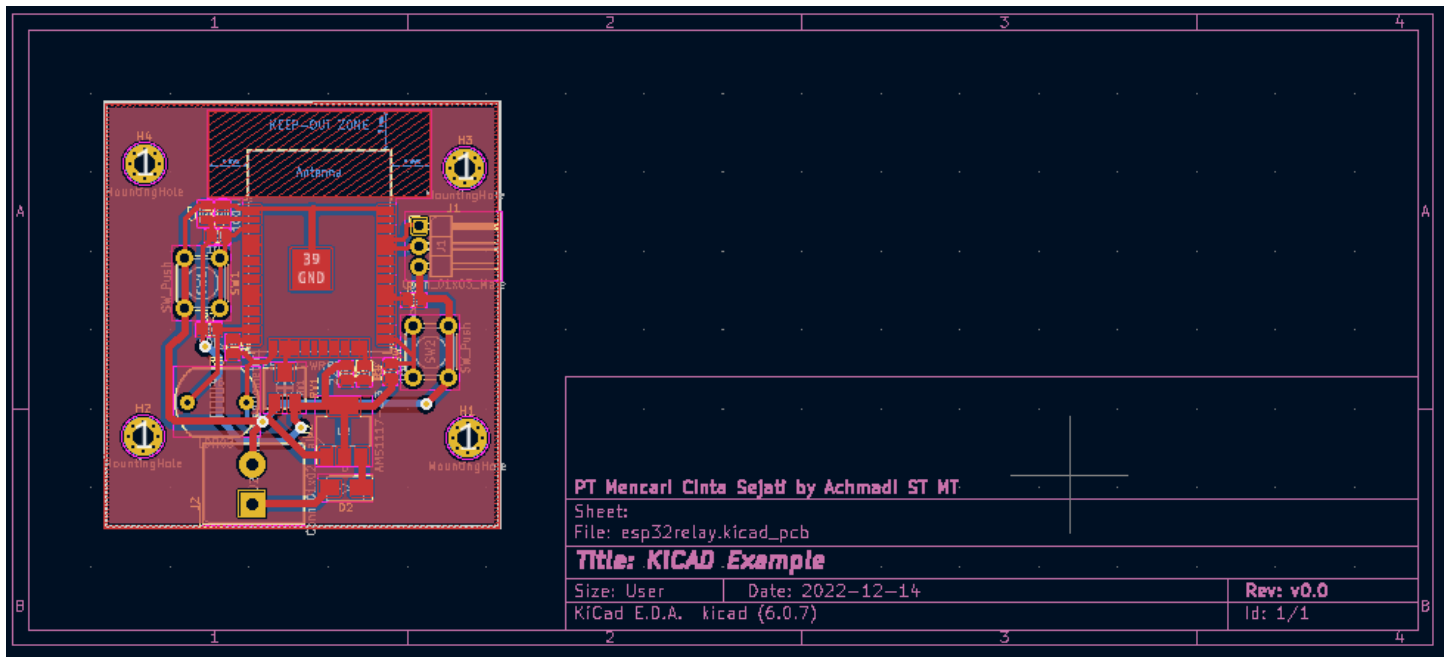
Gambar 5.27: tes DRC

TIPS: Untuk PCB, umumnya warning dapat diabaikan dan dapat klik **Delete All Markers**.

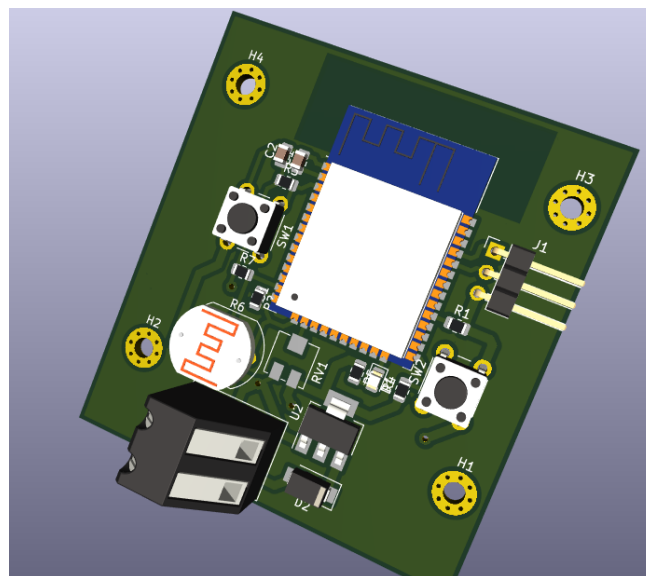


Gambar 5.28: Pastikan Unconnected kosong

5.4 Desain Penuh



Gambar 5.29: Desain Penuh



Gambar 5.30: Desain Penuh 3D

Sampai disini, rancang pcb telah selesai.

Bab 6

Manufacturing

Langkah selanjutnya untuk Fabrikasi PCB adalah menyiapkan berkas-berkas yang digunakan untuk fabrikasi.

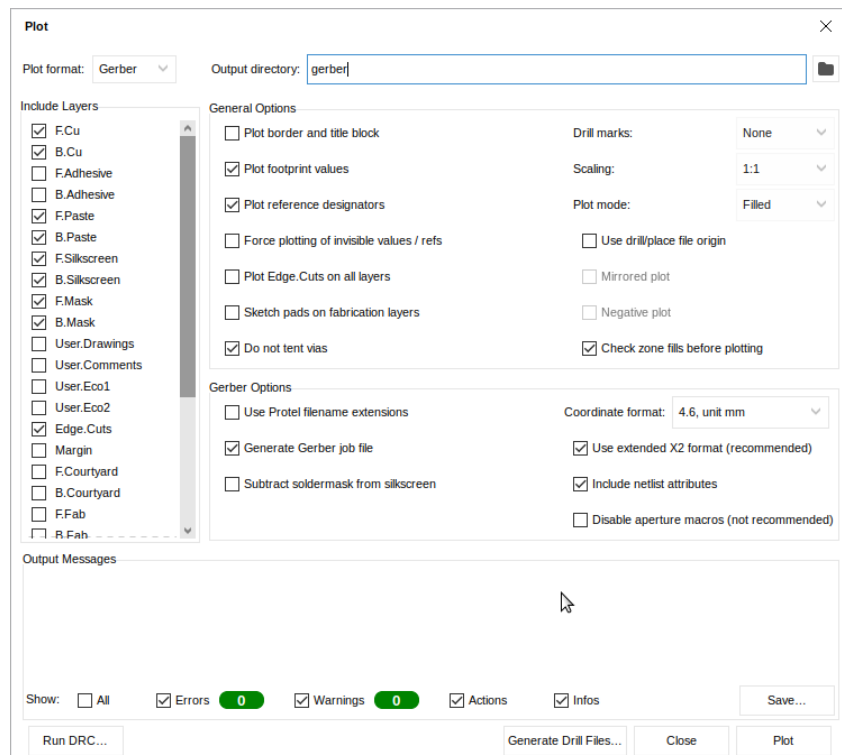
PERHATIAN: Vendor dapat memiliki kebijakan masing-masing terkait harga dan proses manufaktur.

6.1 File Manufaktur

Berikut beberapa berkas manufaktur yang dapat dihasilkan oleh PCB Editor.

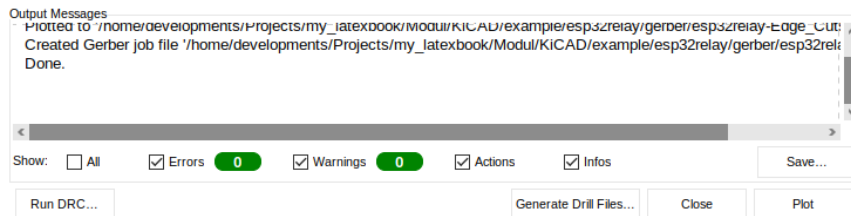
6.1.1 Gerber

Gerber adalah format standar CAM (Computer Aided Manufacturing) yang digunakan oleh banyak manufaktur PCB. Untuk akses dialog Gerber, klik menu **File** » **Fabrication Outputs** » **Gerbers**.



Gambar 6.1: Dialog Berkas Fabrikasi

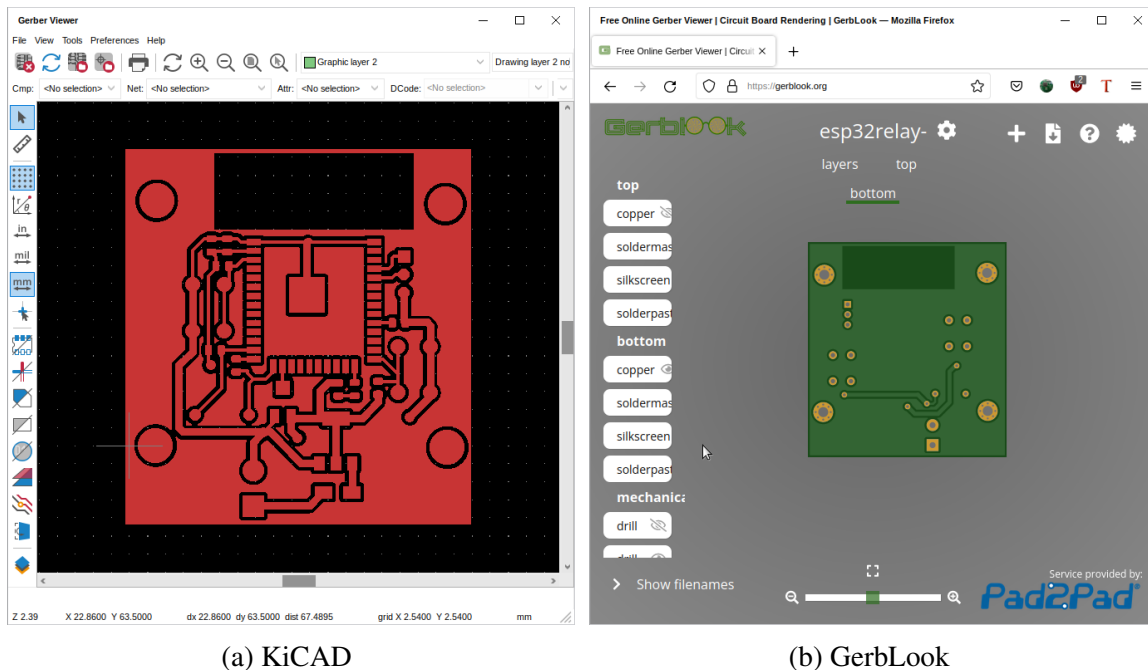
Output folder/directory perlu ditentukan, contoh disini adalah **gerber**.
Kemudian klik **Plot** untuk menghasilkan berkas-berkas fabrikasi Gerber.



Gambar 6.2: Berkas Fabrikasi

Jika folder/directory **gerber** dibuka, maka akan didapatkan banyak berkas ekstensi ***.gbr**.

Anda dapat cek berkas gerber tersebut di Gerber Viewer milik KiCAD, gEDA Gerbv, atau viewer online seperti [GerbLook](#) atau [Ucamco](#).

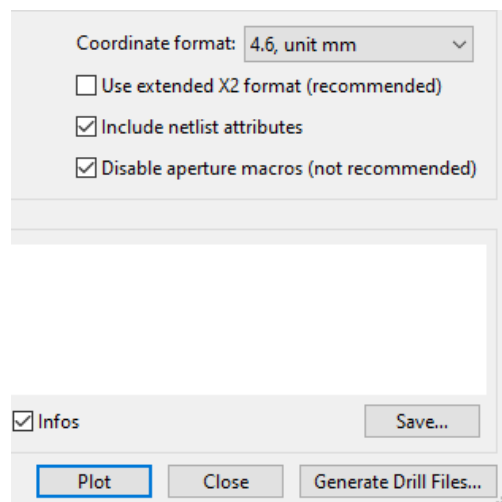


(a) KiCAD

(b) GerbLook

Gambar 6.3: Gerber Viewer

TIPS: Untuk kebutuhan kompatibilitas format Gerber, anda dapat menggunakan format RX-274/X dengan membuang centang ☐ Use extended X2 format (recommended) dan membuang makro aperture dengan mencentang ☒ Disable aperture macros (not recommended).

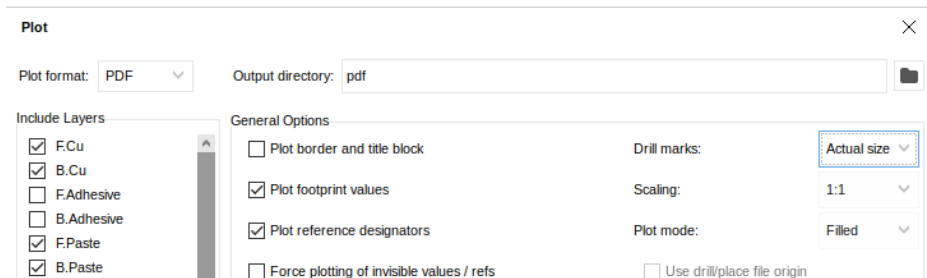


Gambar 6.4: Kompatibilitas Format

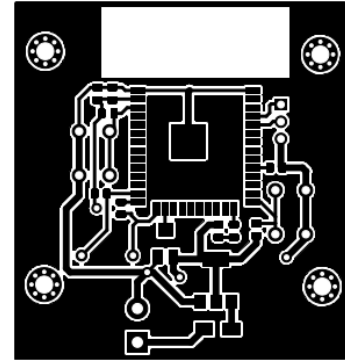
6.1.2 PDF

Selain format Gerber, beberapa manufaktur juga menerima berkas PDF sebagai format alternatif. Beberapa vendor lokal justru hanya menerima berkas PDF. Untuk berkas fabrikasi PDF, sebagaimana Gerber, klik **File** **Fabrication Outputs** **Gerbers**.

Ganti **Plot format** menjadi **PDF**, kemudian **Output directory** menjadi **pdf**, dan atur **Drills marks** sebagai **Actual size**. Kemudian klik **Plot** untuk menghasilkan berkas-berkas fabrikasi PDF di folder/directory **pdf**.



(a) Dialog PDF

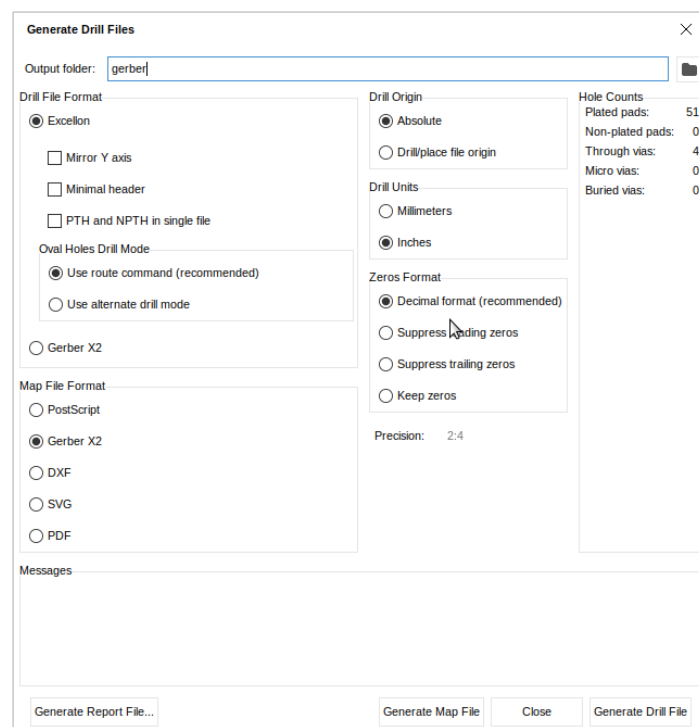


(b) Contoh PDF

Gambar 6.5: Berkas Fabrikasi PDF

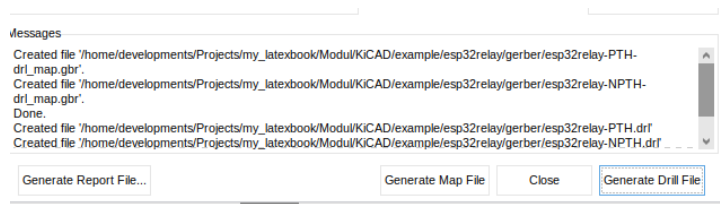
6.1.3 Drill

Berkas Drill atau Drill Marks adalah berkas berisi informasi posisi dan ukuran lubang komponen atau batu di PCB. Untuk akses dialog Gerber, klik menu **File** **Fabrication Outputs** **Drill Files**. Format output dapat berupa Gerber atau PDF sebagaimana PCB. Sebagai contoh berikut menggunakan format drill Gerber dengan folder/directory output **gerber**.



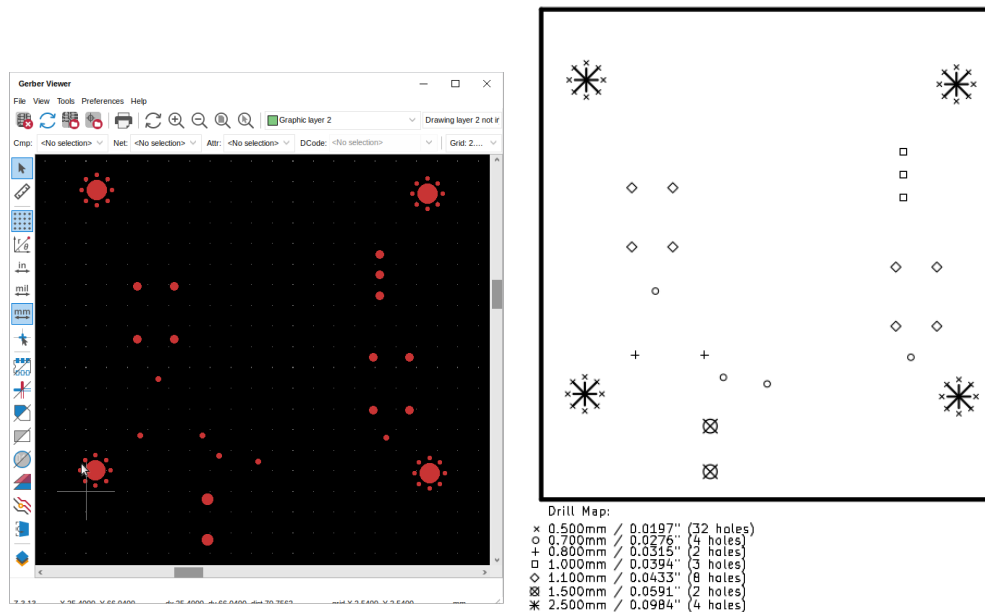
Gambar 6.6: Dialog Berkas Drill

Klik **Generate Map File** dan **Generate Drill File**



Gambar 6.7: Berkas Drill

Jika folder/directory **gerber** dibuka, maka akan didapati berkas baru dengan ekstensi ***.drl**.



(a) Gerber Drill

(b) PDF Drill

Gambar 6.8: Drill Files

6.1.4 Bill of Material

Berkas BoM atau Bill of Material adalah berkas berisi daftar komponen baik tipe dan nilainya. Untuk mendapat BoM dari PCB Editor, klik **File** » **Fabrication Outputs** » **BOM**. Simpan sebagai berkas CSV dari BoM di folder/directory yang anda pilih.

esp32relay.csv						
Home Insert Layout Formula Data Pivot Table Collaboration Protection View Plugins						
Get data Text to Columns Remove Duplicates Data Validation Group Ungroup						
A1	fx Id					
	A	B	C	D	E	F
1	Id	Designator	Package	Quantity	Designation	Supplier and ref
2	1	R2,R1	R_0805_2012Metric	2		0
3	2	H2,H4,H1,H3	MountingHole_2.5mm_Pad_Via	4	MountingHole	
4	3	R3,R4,R7	R_0805_2012Metric	3	10K	
5	4	R6	R_LDR_10x8.5mm_P7.6mm_Vertical	1	LDR03	
6	5	R5	R_0805_2012Metric	1		220
7	6	D2	D_SMA	1	D	
8	7	D1	LED_0805_2012Metric	1	LED	
9	8	RV1	Potentiometer_Vishay_TS53VJ_Vertical	1	R_Potentiometer_Trim	
10	9	C1	C_0805_2012Metric	1	100nF	
11	10	J1	PinHeader_1x03_P2.54mm_Horizontal	1	Conn_01x03_Male	
12	11	J2	Altech_AK300_1x02_P5.00mm_45-Degree	1	Conn_01x02_Male	
13	12	SW2,SW1	SW_PUSH_6mm	2	SW_Push	
14	13	C2	C_0805_2012Metric	1	100uF	
15	14	U2	SOT-223-3_TabPin2	1	AMS1117-3.3	
16	15	U1	ESP32-WROOM-32	1	ESP32-WROOM-32	

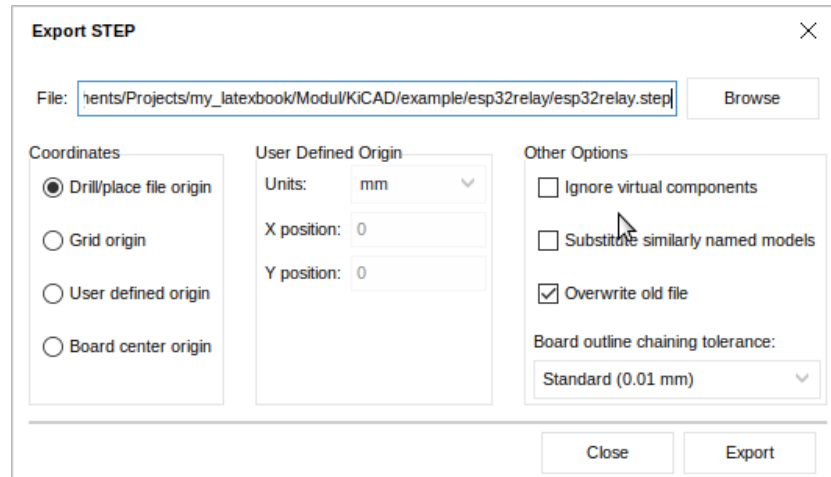
Gambar 6.9: Berkas BoM

Berkas CSV tersebut kemudian dapat dibuka di program spreadsheet favorit anda seperti MS-Excel.

6.1.5 Casing MockUp

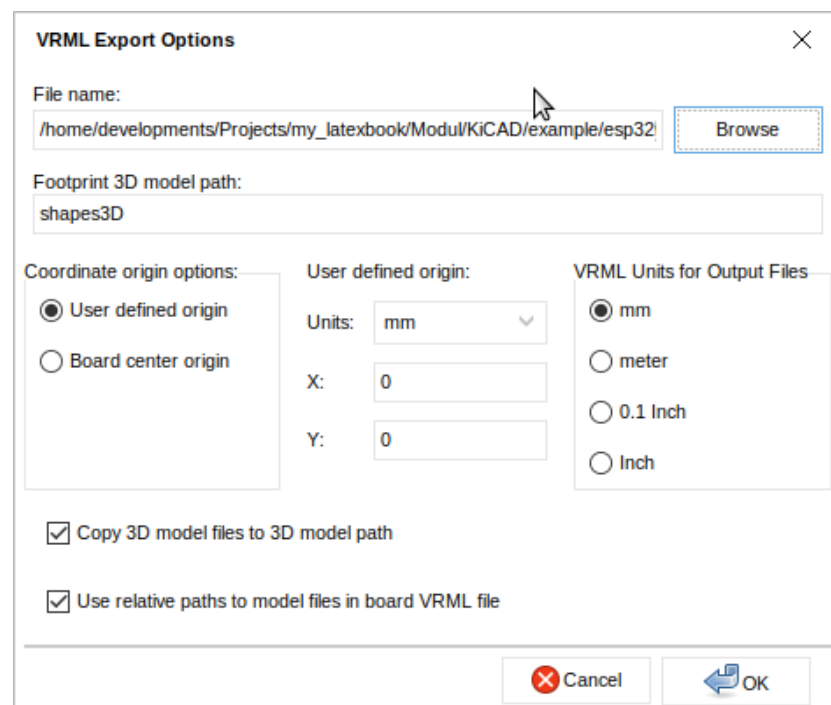
PCB Editor dapat pula menghasilkan berkas 3D dalam format STEP/STP dan VRML untuk seluruh PCB, yang dapat digunakan untuk kebutuhan rancang casing di software CAD lain seperti FreeCAD atau Solidwork.

Untuk mendapat Model 3D STEP/STP dari PCB Editor, klik **File** > **Export** > **STEP**. Kemudian klik **Export** dan akan menghasilkan suatu berkas berekstensi ***.step**.

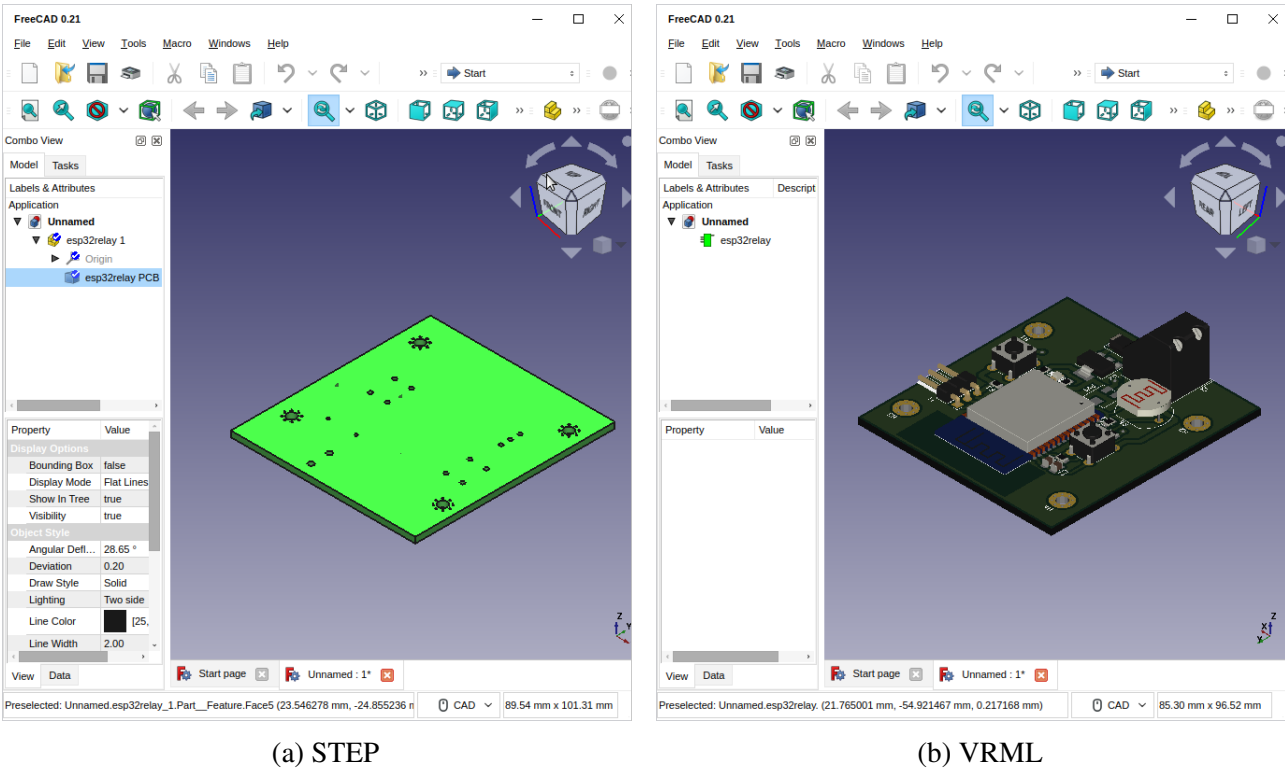


Gambar 6.10: Berkas STEP

Untuk mendapat Model 3D VRML dari PCB Editor, klik **File** > **Export** > **VRML**. Kemudian klik **Export** dan akan menghasilkan suatu berkas berekstensi ***.wrl** dan folder/directory **shapes3D** yang berisi model 3D komponen.



Gambar 6.11: Berkas VRML



Gambar 6.12: MockUp di FreeCAD

6.2 Vendor Manufaktur PCB

Berikut beberapa Vendor Lokal PCB yang dapat direkomendasikan:

Vendor	Website	Shop	Keterangan
Gera Cerdas	www.geraicerdas.com	Tokopedia	Highly Recommended
Circuit Custom	-	Tokopedia	

Tabel 6.1: Manufaktur PCB Lokal

Beberapa Vendor PCB Internasional yang cukup terkenal:

Vendor	Negara	Website
JLCPCB	China	https://jlcpcb.com/
PCBWay	China	https://www.pcbway.com/
Seeed	China	https://www.seeedstudio.com/
PCBgogo	China	https://www.pcbgogo.com/
Allpcb	China	https://www.allpcb.com/
OSHPark	USA	https://oshpark.com/
PCB Unlimited	USA	https://www.pcbunlimited.com/

Tabel 6.2: Manufaktur PCB Internasional

Bab 7

Tugas

Berikut tersedia pilihan chip:

Chip	Paket	Referensi
ESP8266EX	12E/12F	Tokopedia
ATMega8A-Ax	TQFP44	Tokopedia
STM32F103C8	TQFP64	Tokopedia

Tabel 7.1: Pilihan Chip Tugas

Buat PCB Minimum System untuk salah satu chip microcontroller tersebut, lengkap dengan:

- LED indikator
- Tombol Reset
- Tombol/Switch pindah mode programming (jika ada)
- Jalur In-System Programming
- Jalur serial UART
- Catu Daya 5v atau 3v3 berbasis AMS1117