

ASAS REKABENTUK PROJEK

NIK NOR HISHAMUDDIN BIN NIK MUSTAPHA
Jabatan Kejuruteraan Elektrik

Asas Rekabentuk Projek

Nik Nor Hishamuddin bin Nik Mustapha

Jabatan Kejuruteraan Elektrik

Politeknik Kota Bharu

KM. 24, Kok Lanas, 16450 Ketereh, Kelantan

eISBN 9789672702009

e ISBN 978-967-2702-00-9



9 7 8 9 6 7 2 7 0 2 0 0 9

Diterbitkan dan dicetak oleh:
Jabatan Kejuruteraan Elektrik
Politeknik Kota Bharu

KM. 24, Kok Lanas, 16450 Ketereh, Kelantan
Asas Rekabentuk Projek
Terbitan Edisi 2021
© Nik Nor Hishamuddin bin Nik Mustapha

Hak cipta terpelihara. Tiada bahagian daripada terbitan ini boleh diterbitkan semula, disimpan untuk pengeluaran atau ditukarkan kepada sebarang bentuk atau dengan sebarang alat, sama ada dengan cara elektronik, gambar dan rakaman serta sebagainya tanpa kebenaran bertulis daripada Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Kota Bharu.

Asas Rekabentuk Projek / Nik Nor Hishamuddin bin Nik Mustapha

PENGHARGAAN

Syukur kepada Allah swt di atas kekuatan yang telah diberikan kepada saya di dalam menyiapkan buku ini. Saya juga ingin mengambil kesempatan untuk merakamkan terima kasih kepada Ketua Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Puan Fatimah binti Ab Rahman di atas kepercayaan yang diberikan dalam melaksanakan tugas ini. Ucapan terima kasih juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang telah menyumbangkan fikiran dan masa secara langsung dan tidak langsung dalam memantapkan kandungan buku ini. Ucapan yang sama turut dirakamkan kepada Puan Sheilani binti Shaari yang telah bersama-sama melakukan penyemakan ke atas draf dan rekabentuk buku ini. Tidak lupa juga kepada isteri dan anak yang telah banyak memberi sokongan moral kepada saya.

Nik Nor Hishamuddin bin Nik Mustapha

Jabatan Kejuruteraan Elektrik

Politeknik Kota Bharu

KM. 24, Kok Lanas, 16450 Ketereh, Kelantan

PENGENALAN

Buku ini dihasilkan bagi membantu pelajar mahupun penyelia projek dalam menghasilkan projek inovasi dalam bidang elektrik dan elektronik. Asas Rekabentuk Projek ini adalah satu kaedah tunjukcara di dalam penghasilan sesebuah papan litar bercetak dengan menggunakan perisian rekabentuk litar skematik dan melibatkan penggunaan komponen/perkakasan elektronik tertentu. Perisian yang digunakan ialah *Proteus Professional PCB Design Suite 8.7*. Proteus Professional adalah gabungan perisian untuk merekabentuk litar skematik, mensimulasikan litar skematik dan menghasilkan papan litar bercetak (*Printed Circuit Board, PCB*). Perisian Proteus ini amat membantu para pelajar menghasilkan rekabentuk litar skematik dan dapat menguji pengoperasian litar tersebut dengan mensimulasikannya. Perisian ini juga membolehkan para pelajar membuat pengaturcaraan untuk mengawal pengawal mikro (*microcontroller*) seperti Arduino, PIC dan sebagainya. Perisian ini sangat mudah digunakan dan ianya sangat berguna dalam pendidikan dan reka bentuk PCB profesional.

Dalam penulisan buku ini, pengawal mikro yang digunakan dalam penghasilan projek ini bagi mengawal pergerakan litar adalah Arduino ESP32. Arduino ESP32 dipilih berbanding versi Arduino yang lain kerana ia menggunakan sistem kuasa dan kos yang rendah. Tambahan pula, ESP32 telah pun dibina bersepadu bersama *Bluetooth* dan *WiFi* bagi memudahkan penghasilan projek berasaskan *Internet of Things (IOT)*.

BIODATA PENULIS



Nik Nor Hishamuddin bin Nik Mustapha dilahirkan di Machang, Kelantan pada tanggal 16 Ogos 1972. Mendapat Pendidikan awal di SK Cherang Ruku, SMK Kamil Pasir Puteh Kelantan. Merupakan anak ke dua daripada tujuh orang adik beradik. Berjaya mendapat keputusan yang cemerlang pada peringkat SPM dan seterusnya menyambung pengajian ke peringkat matrikulasi di Universiti Putra Malaysia. Mendapat Sarjana Muda Kejuruteraan (Elektronik & Komputer) dari Universiti Putra Malaysia (1997).

Kini beliau bertugas sebagai pensyarah di Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Kota Bharu Kelantan. Beliau mula bertugas di Politeknik sejak Januari 2000. Sebelum itu, beliau pernah bertugas sebagai pensyarah di Universiti Tun Abdul Razak Kota Bharu Kelantan (1998). Dalam bidang pentadbiran, beliau pernah menjadi Pegawai Multimedia Politeknik Kota Bharu selama 3 tahun. Bermula tahun 2017, beliau memegang jawatan sebagai Penyelaras Projek di Jabatan Kejuruteraan Elektrik Politeknik Kota Bharu. Beliau bergerak aktif dan banyak memberi sumbangan dalam program-program pembangunan pelajar, murid-murid sekolah, kakitangan kerajaan dan juga agensi swasta.

ISI KANDUNGAN

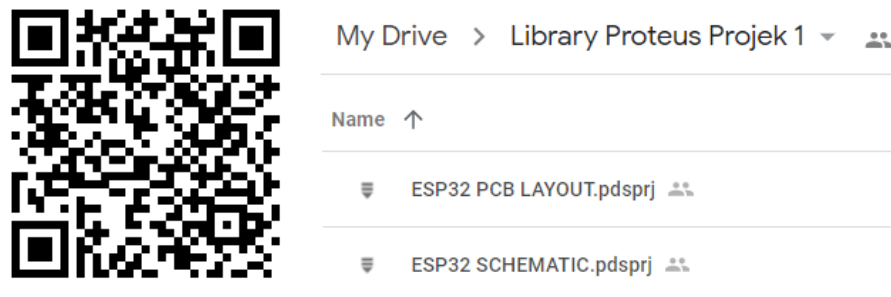
PENGHARGAAN.....	3
PENGENALAN.....	4
BIODATA PENULIS.....	5
ISI KANDUNGAN.....	6
PENGKALAN DATA PROTEUS	7
PENGKALAN DATA PAKEJ KOMPONEN	7
PENGURUSAN FAIL PERPUSTAKAAN.....	10
FAIL PERPUSTAKAAN ESP32.....	11
FAIL PERPUSTAKAAN CONN-SIL15	16
FAIL PERPUSTAKAAN MOTOR DRIVER SHIELD.....	21
REKABENTUK SUSUNATUR SKEMATIK	26
PROSES MEMASUKKAN KOMPONEN.....	30
PROSES MELUKIS LITAR PROJEK.....	32
REKABENTUK SUSUNATUR PCB	42
PROSES MENCETAK SUSUNATUR LITAR.....	51
PROSES PRESENTISIZING.....	53
PROSES MEMBUANG FOTORESIS	55
PROSES PUNARAN.....	57
RUJUKAN	60

PENGKALAN DATA PROTEUS

Perisian Proteus tidak mempunyai semua pakej komponen di dalam pengkalan data / perpustakaan. Komponen yang tidak terdapat di dalam pengkalan data / perpustakaan perlulah di muat naik atau tambah kedalam perpustakaan bagi tujuan simulasi.

Sebagai contoh di dalam tugas ini, terdapat 2 fail komponen perpustakaan (*component library*) yang perlu disediakan terlebih dahulu sebelum merebentuk litar skematik iaitu komponen susunatur PCB dan komponen skematik. Pengguna perisian proteus boleh menghasilkan sendiri komponen ini dengan mengetahui saiz dan rekabentuk komponen yang sebenar. Namun untuk mempercepatkan kerja merebentuk litar, kedua-dua fail ini telah disediakan terlebih dahulu dan dimuatnaik (*upload*) ke *Google Drive*. Pelajar hanya perlu memuat turun (*download*) fail tersebut yang boleh di capai dengan mengimbas kod QR seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.1 di bawah atau melalui pautan berikut:

<https://drive.google.com/drive/folders/13Om7LOWVLRAXB159Zd7icqP2bTKxWTlm?usp=sharing>.

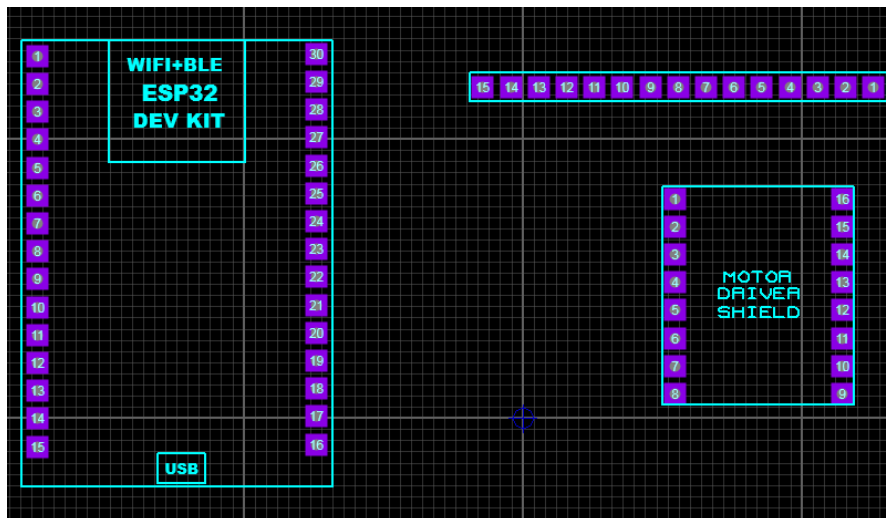


Rajah 1.1: Kod QR ke Fail *Google Drive*

PENGKALAN DATA PAKEJ KOMPONEN

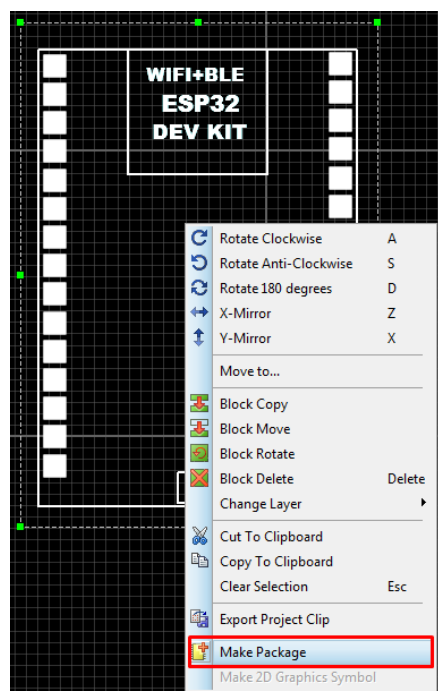
Terdapat 3 komponen yang akan digunakan di dalam projek ini yang tidak terdapat di dalam perpustakaan komponen (*component library*) *Proteus*. Berikut adalah langkah-langkah bagi penetapan penambahan pakej komponen di dalam pengkalan data / perpustakaan.

- 1.1. Buka fail ESP32 PCB LAYOUT (yang telah dimuatturun (download) dari google drive sebelum ini).
- 1.2. Paparan menunjukkan 3 komponen iaitu ESP32 DEV KIT, MOTOR DRIVER SHIELD dan CONN-SIL15 seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.2 dibawah.



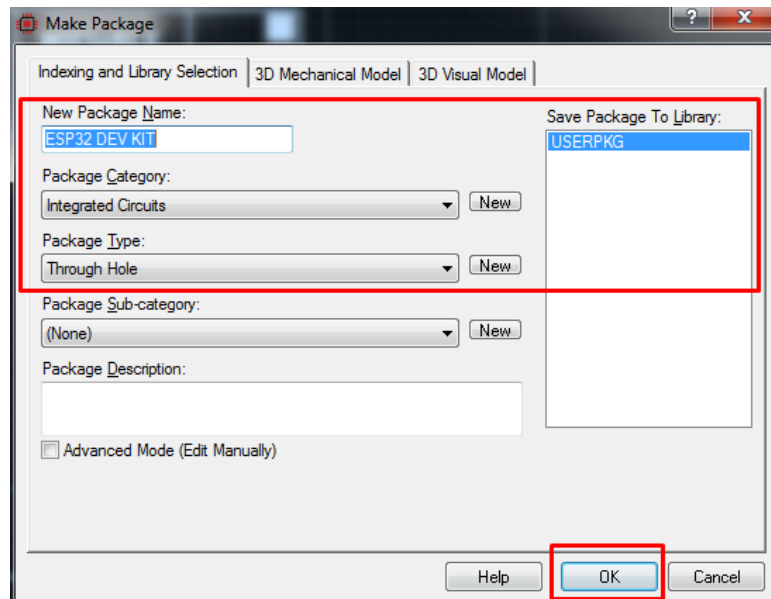
Rajah 1.2: Paparan Komponen ESP32 PCB LAYOUT

- 1.3. Pada komponen ESP32 DEV KIT, klik kanan pada tetikus dan pilih *Make Package* pada menu tarik ke bawah (*pull down menu*) seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.3.



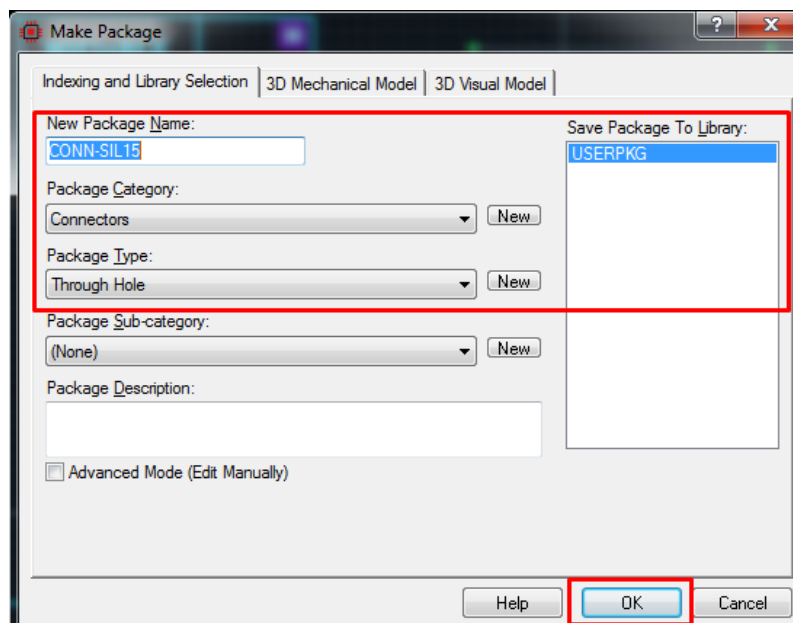
Rajah 1.3: Paparan Menu Tarik ke Bawah *Make Package*

1.4. Pastikan penetapan parameter *Make Package* adalah seperti Rajah 1.4 di bawah dan klik butang OK.



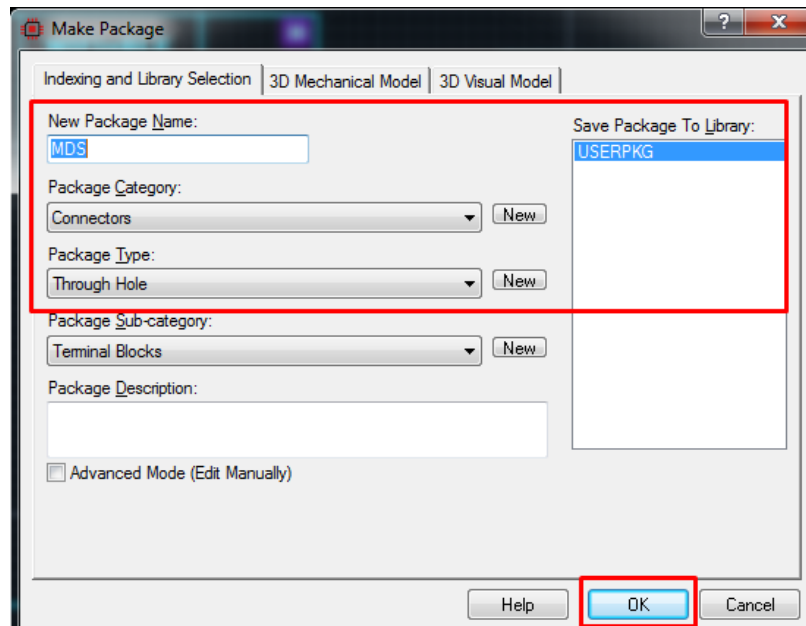
Rajah 1.4: Paparan tettingkap *Make Package* bagi ESP32 DEV KIT

1.5. Ulang langkah 1.3 untuk komponen CONN-SIL15 dan tetapkan parameter seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.5 dan klik butang OK.



Rajah 1.5: Paparan tettingkap *Make Package* bagi CONN-SIL15

1.6. Ulang langkah 1.3 untuk komponen MOTOR DRIVER SHIELD dan penetapan parameter adalah seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.6 dan klik butang OK.

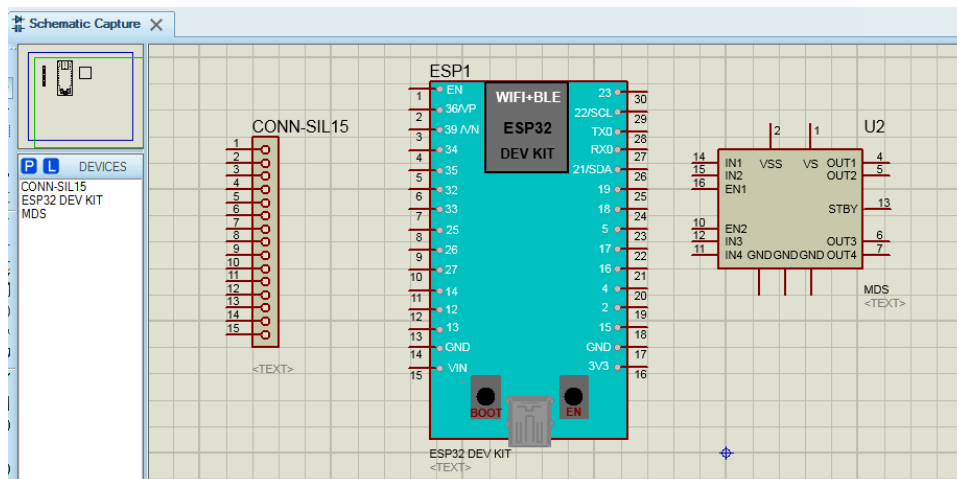


Rajah 1.6: Paparan tettingkap *Make Package* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

PENGURUSAN FAIL PERPUSTAKAAN

Berikut adalah langkah-langkah bagi menghasilkan susunatur litar skematik.

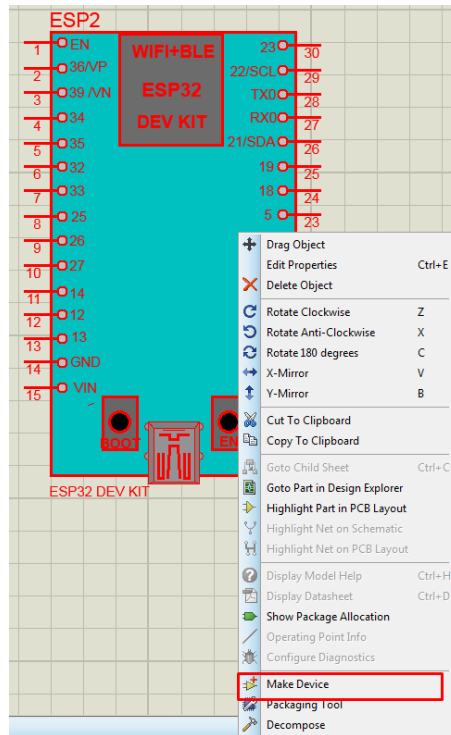
- 1.1. Buka fail ESP32 Schematic dengan menggunakan Proteus 8.7
- 1.2. Paparan akan menunjukkan terdapat 3 komponen iaitu CONN-SIL15, ESP32 DEV KIT dan MDS seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.7 di bawah.



Rajah 1.7: Paparan Komponen ESP32 SKEMATIK

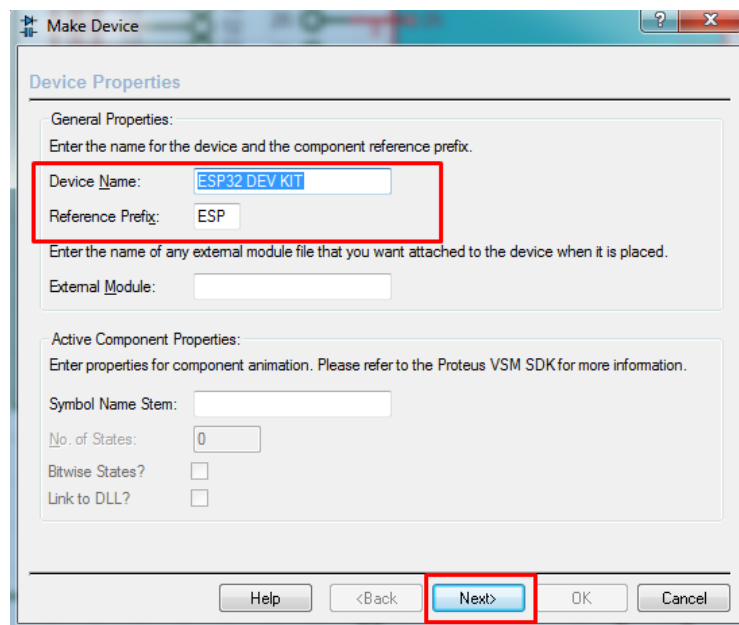
FAIL PERPUSTAKAAN ESP32

- 1.1. Pada komponen ESP32, klik kanan pada tetikus dan pilih *Make Device* pada menu tarik ke bawah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.8 di bawah.



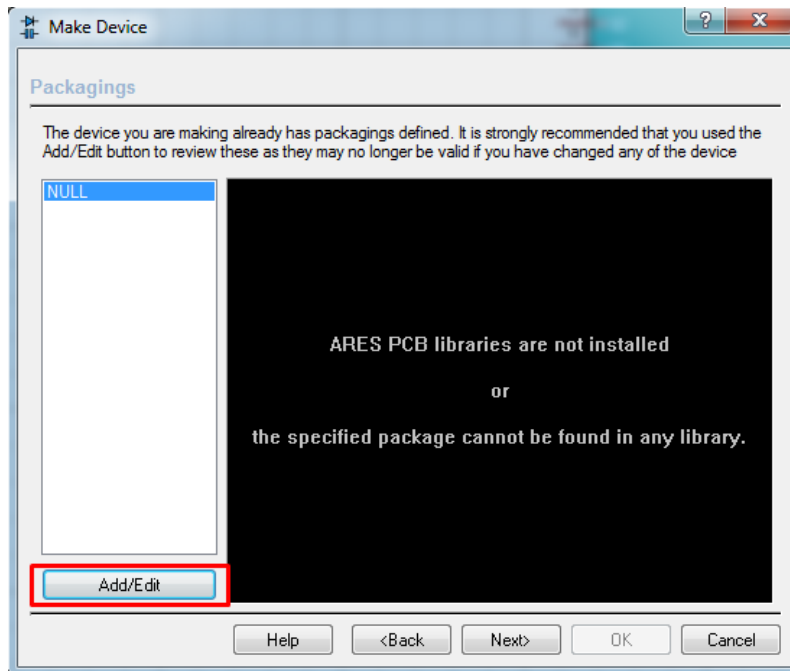
Rajah 1.8: Paparan Menu Tarik ke Bawah *Make Device*

- 1.2. Tetapkan parameter *Make Device* seperti Rajah 1.9 di bawah ini dan klik butang *Next*.



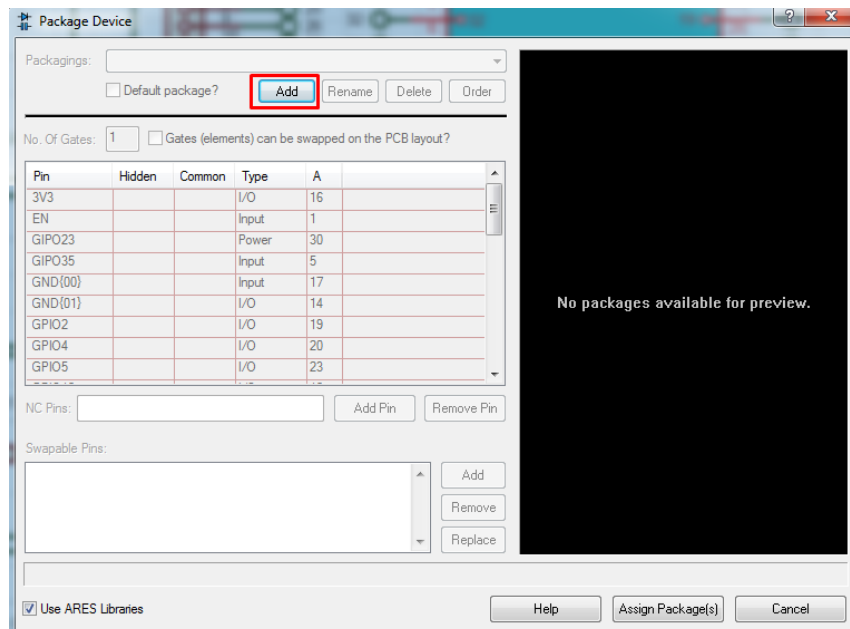
Rajah 1.9: Paparan tettingkap *Make Device* bagi ESP32 SKEMATIK

1.3. Paparan pada tettingkap *Make Device* bagi *Packaging* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.20 menunjukkan komponen tiada pakej di dalam perpustakaan PCB. Jadi, klik butang *Add/Edit* untuk menambah perpustakaan PCB bagi komponen ESP32.



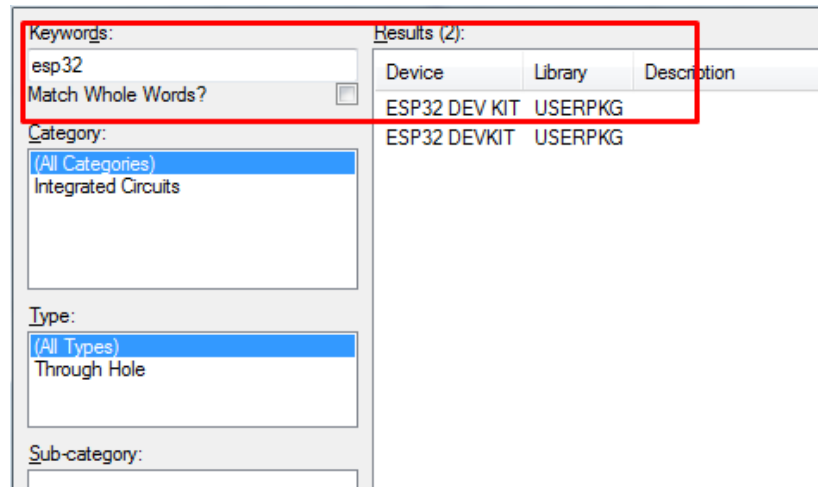
Rajah 1.20: Paparan tettingkap *Make Device* bagi *Add/Edit* komponen ESP32

1.4. Kemudian klik butang *Add* seperti dalam Rajah 1.21.



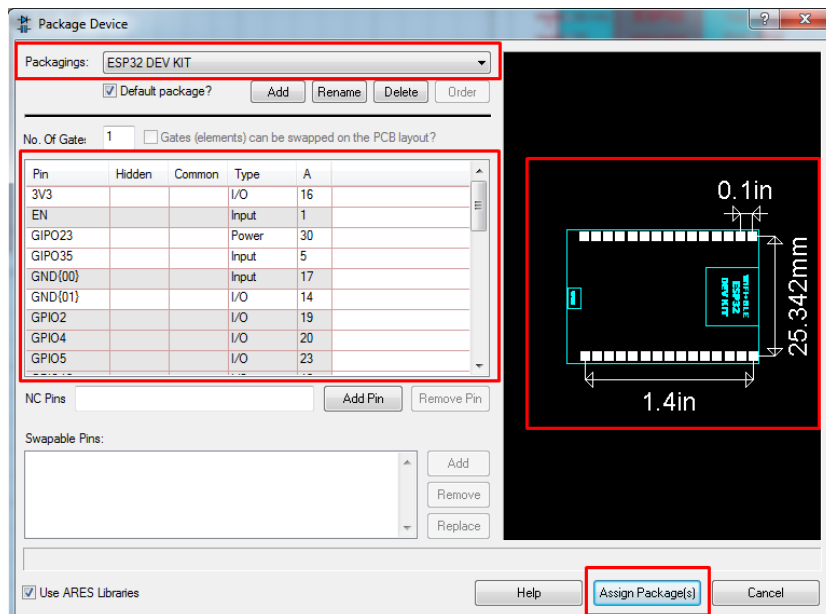
Rajah 1.21: Paparan tettingkap untuk *Add Package Device* ESP32

1.5. Taip perkataan ESP32 pada ruang *Keywords* dan pilih ESP32 DEV KIT USERPKG dan klik butang OK seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.22 di bawah.



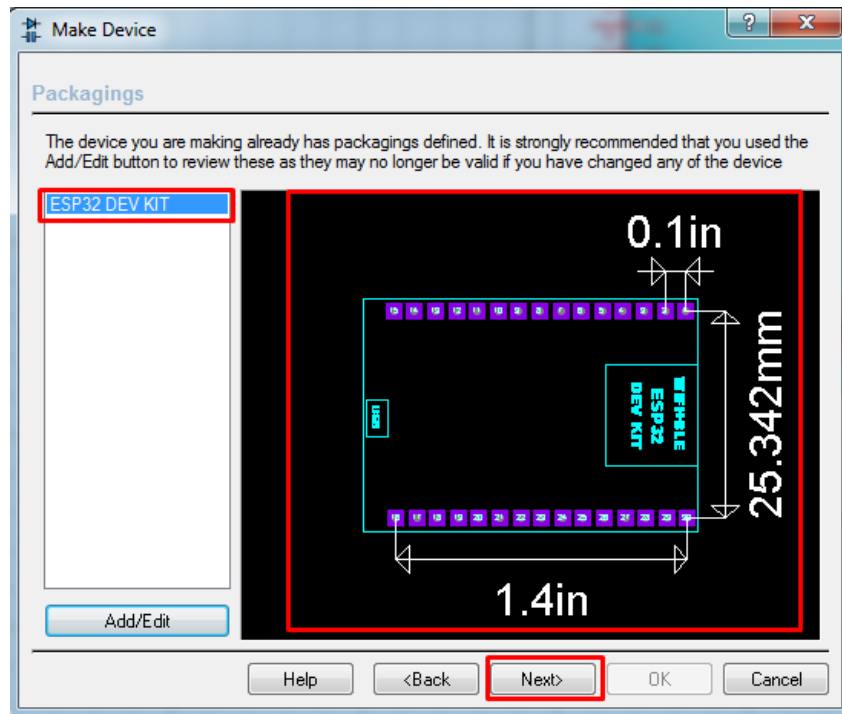
Rajah 1.22: Paparan tettingkap Penetapan Perpustakaan ESP32

1.6. Tentukan penetapan parameter yang digunakan adalah sama seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.23(a) dan klik butang *Assign Package(1)*.



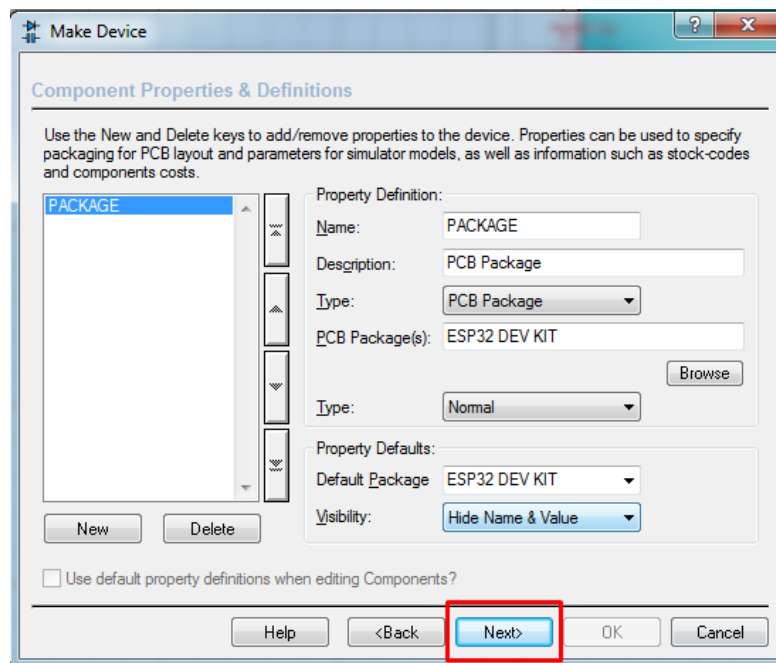
Rajah 1.23: (a) Paparan tettingkap *Package Device* bagi ESP32

1.7. Pastikan penetapan parameter *Make Device* bagi *Packaging* yang dipaparkan adalah sama seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.23(b) di bawah ini dan seterusnya klik butang *Next*.



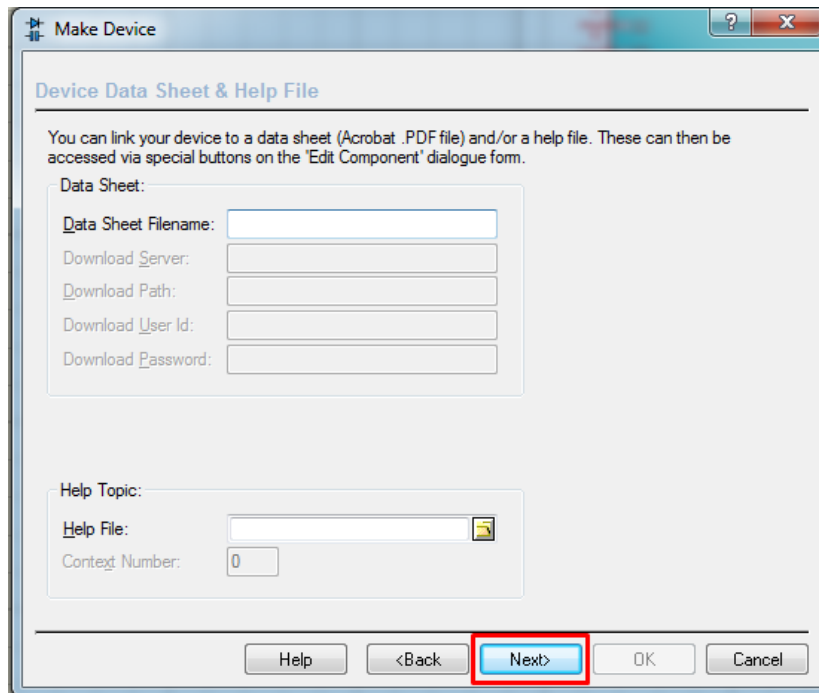
Rajah 1.23(b): Paparan tettingkap *Packaging* bagi ESP32

1.8. Seterusnya, penetapan parameter bagi *Make Device* bagi *Components Properties & Definitions* adalah seperti yang dipaparkan di dalam Rajah 1.24 dan klik butang *Next*.



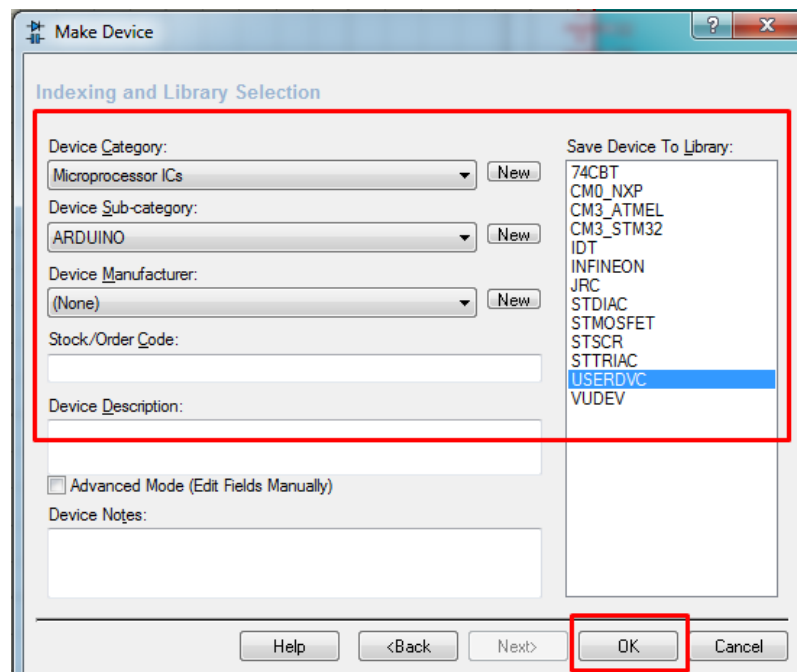
Rajah 1.24: Paparan tettingkap *Components Properties & Definitions* bagi ESP32

1.9. Pastikan parameter *Make Device* bagi *Device Data Sheet & Help File* adalah seperti yang dipaparkan pada Rajah 1.25 di bawah ini, seterusnya klik butang *Next*.



Rajah 1.25: Paparan tettingkap *Device Data Sheet & Help File* bagi ESP32

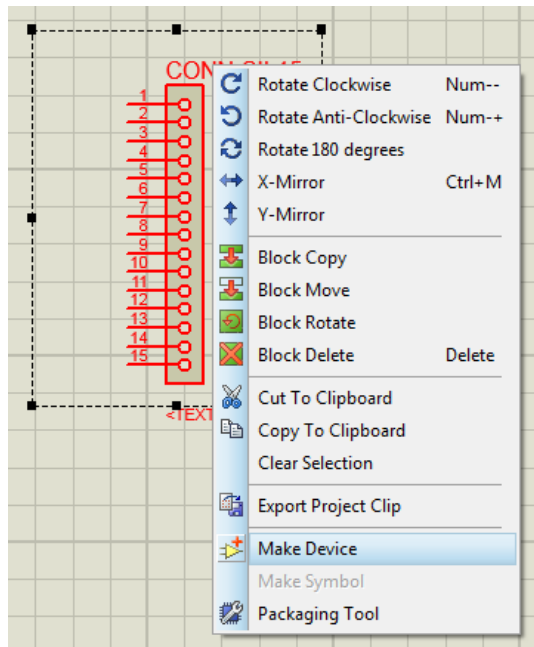
- 1.10. Pastikan parameter *Make Device* bagi *Indexing and Library Selection* yang dipaparkan adalah sama seperti dalam Rajah 1.26 di bawah dan klik butang OK bagi menyelesaikan penetapan perpustakaan komponen ESP32.



Rajah 1.26: Paparan tettingkap *Indexing and Library Selection* bagi ESP32

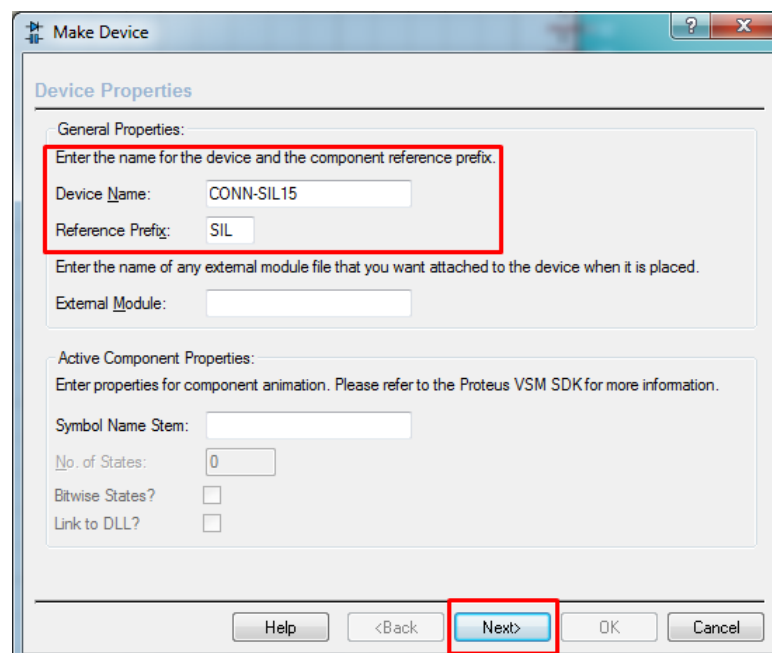
FAIL PERPUSTAKAAN CONN-SIL15

- 1.1 Pilih komponen CONN-SIL15 dan klik kanan pada tetikus dan pilih *Make Device* pada menu Tarik ke Bawah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.27 di bawah.



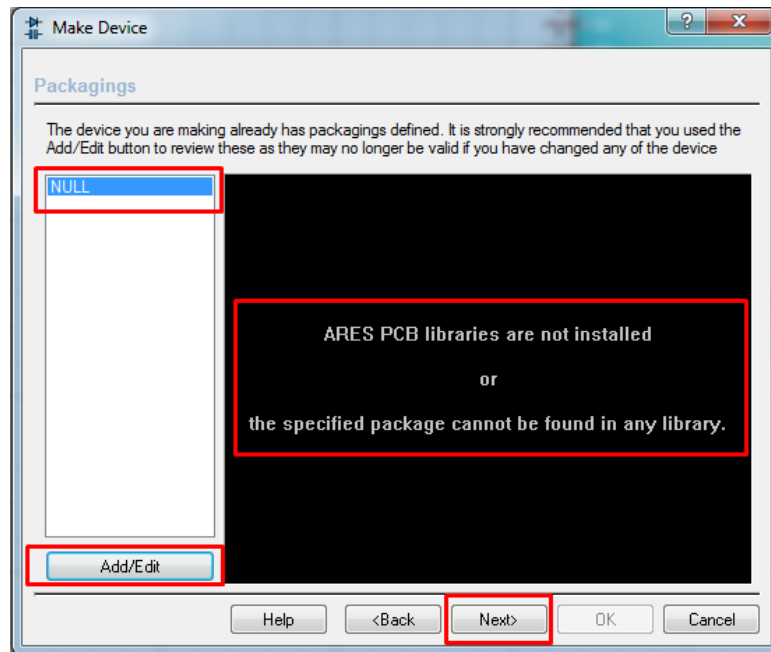
Rajah 1.27: Paparan Menu Tarik ke Bawah *Make Device* bagi CONN-SIL15

- 1.2 Tetapkan parameter *Make Device* seperti Rajah 1.28 di bawah ini dan klik butang *Next*.



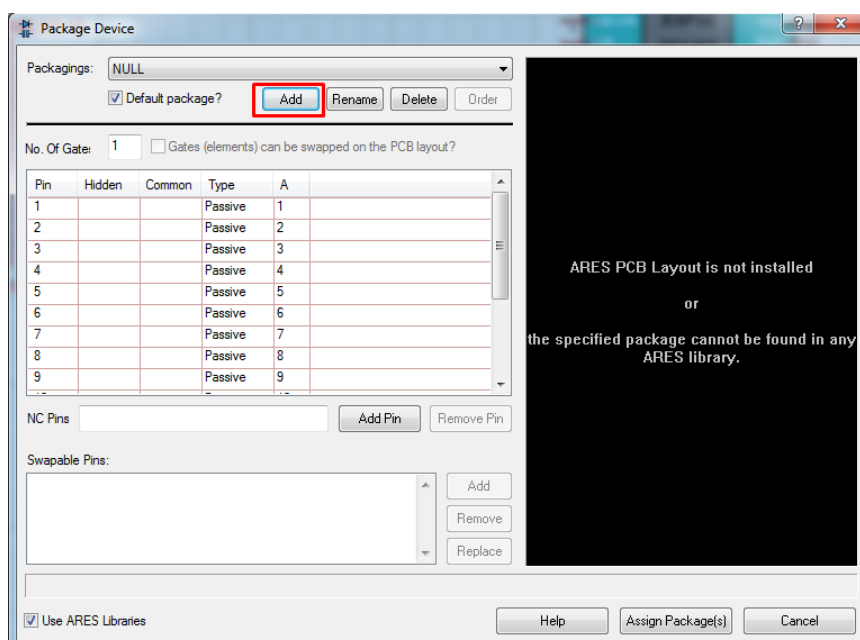
Rajah 1.28: Paparan tettingkap *Make Device* bagi CONN-SIL15

- 1.3 Paparan pada tettingkap *Make Device* bagi *Packaging* adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.29. Paparan menunjukkan komponen tiada pakej di dalam perpustakaan PCB. Klik butang *Add/Edit* untuk menambah perpustakaan PCB untuk komponen CONN-SIL15.



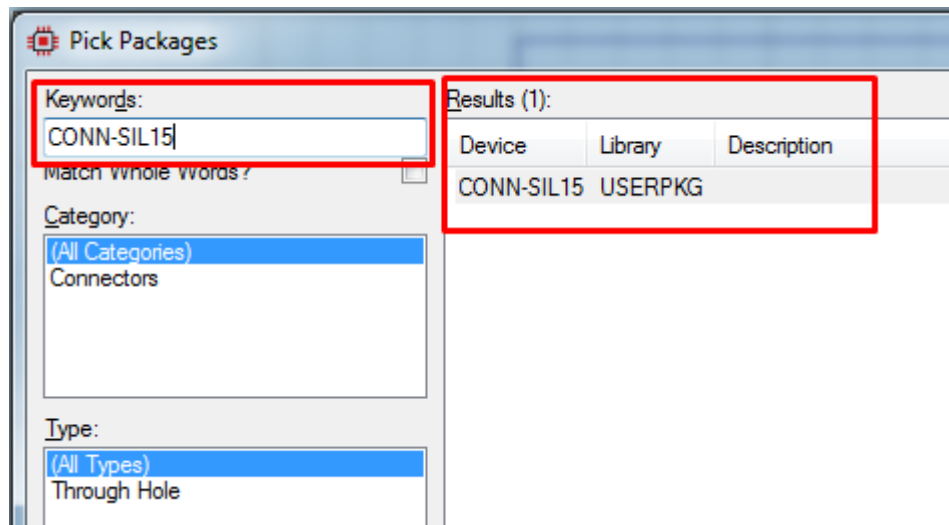
Rajah 1.29: Paparan tettingkap *Make Device* bagi *Add/Edit* komponen CONN-SIL15

- 1.4 Klik butang *Add* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.30.



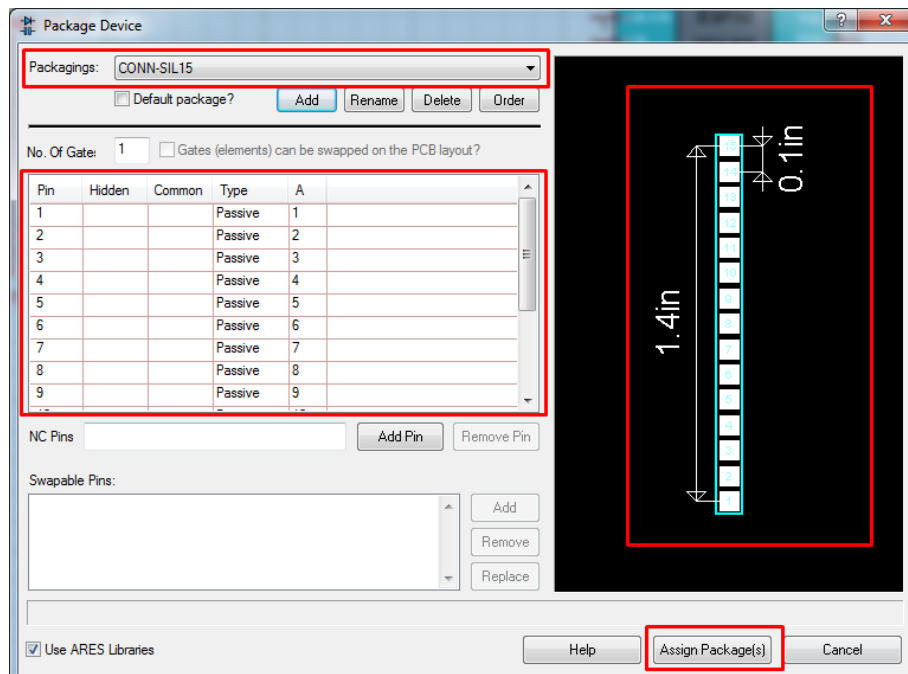
Rajah 1.30: Paparan tettingkap untuk *Add Package Device* bagi CONN-SIL15

- 1.5 Pada tettingkap *Pick Package*, taip perkataan CONN-SIL15 pada ruang *Keywords* dan pilih CONN-SIL15 USERPKG dan klik butang OK seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.31 di bawah.



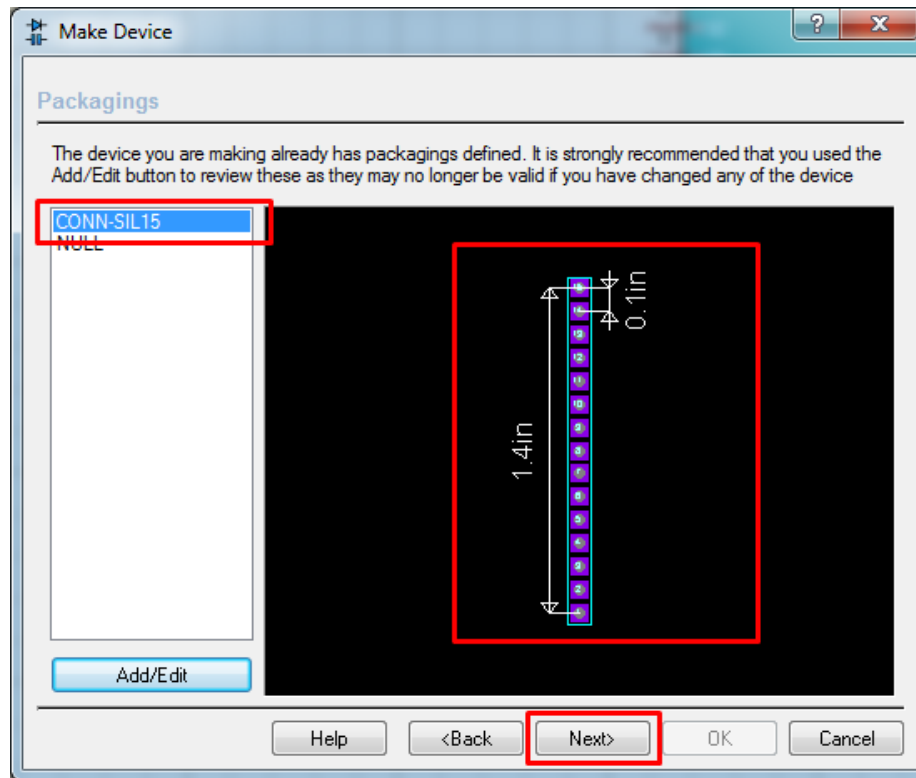
Rajah 1.31: Paparan tettingkap *Pick Package* bagi CONN-SIL15

- 1.6 Pastikan penetapan parameter yang digunakan adalah sama seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.32 di bawah ini dan klik butang *Assign Package(1)*.



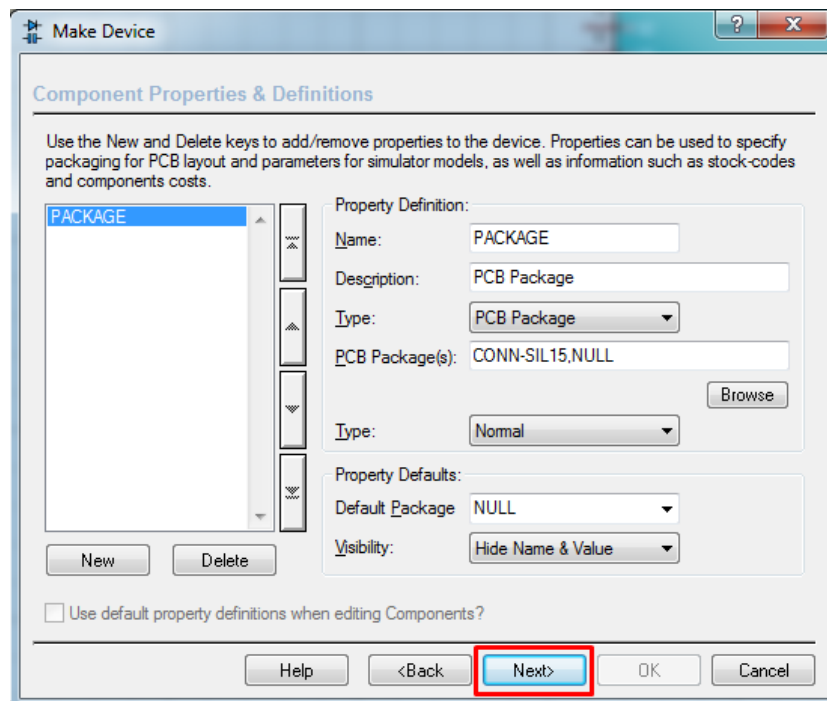
Rajah 1.32: Paparan tettingkap *Package Device* bagi CONN-SIL15

- 1.7 Pastikan penetapan parameter yang digunakan adalah sama seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.33 di bawah ini dan klik butang *Next*.



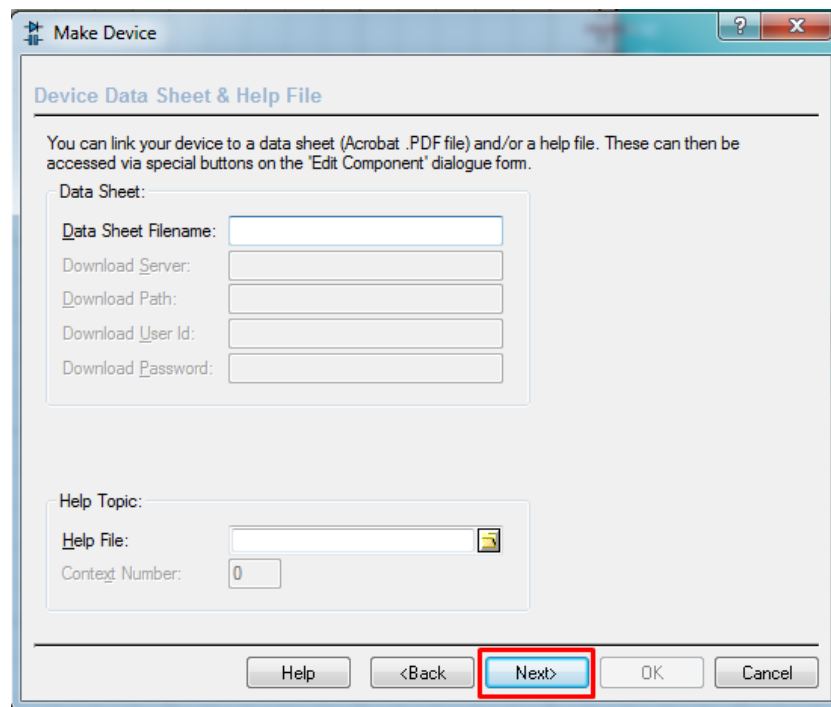
Rajah 1.33: Paparan tettingkap *Packaging* bagi CONN-SIL15

1.8 Seterusnya, klik butang *Next* seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.34.



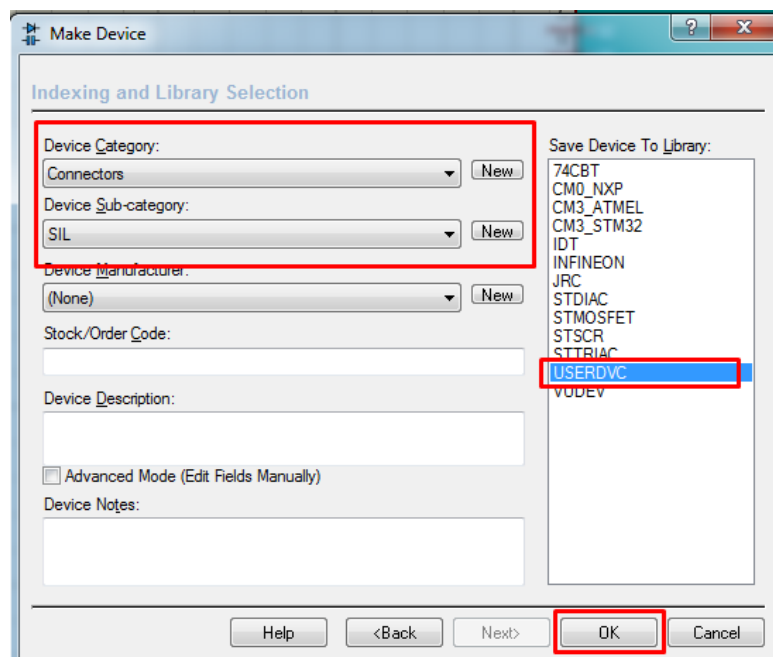
Rajah 1.34: Paparan tettingkap *Component Properties & Definations* bagi CONN-SIL15

1.9 Klik *Next* seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.35.



Rajah 1.35: Paparan tettingkap *Device Data Sheet & Help File* bagi CONN-SIL15

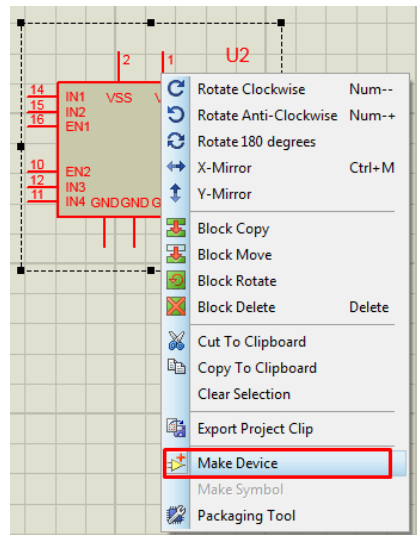
1.10 Pastikan parameter *Make Device* bagi *Indexing and Library Selection* yang dipaparkan adalah sama seperti dalam Rajah 1.36 di bawah dan klik butang *OK* bagi menyelesaikan penetapan perpustakaan komponen CONN-SIL15.



Rajah 1.36: Paparan tettingkap *Indexing and Library Selection* bagi CONN-SIL15

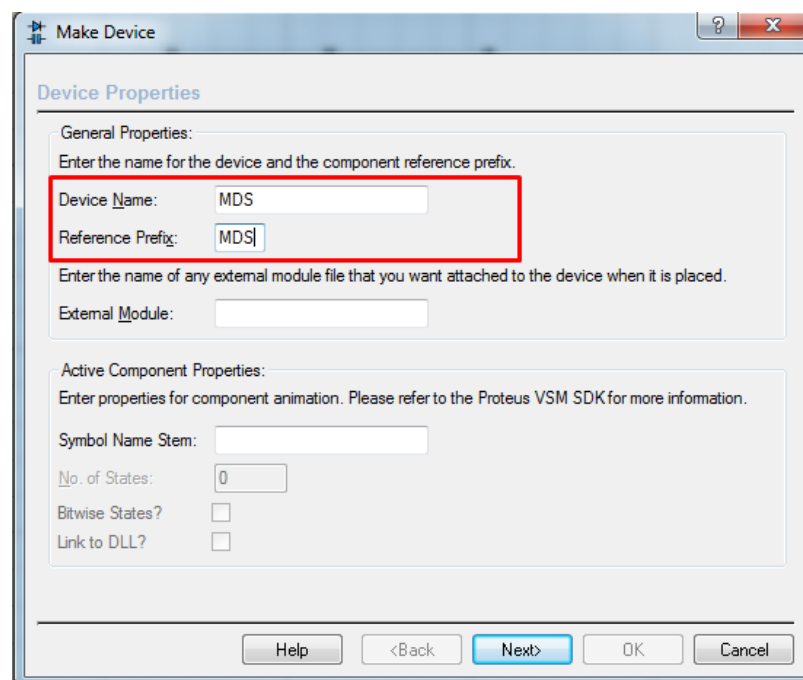
FAIL PERPUSTAKAAN MOTOR DRIVER SHIELD

- 1.1. Pilih komponen MOTOR DRIVER SHIELD, klik kanan pada tetikus dan pilih *Make Device* pada menu Tarik ke Bawah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.36 di bawah.



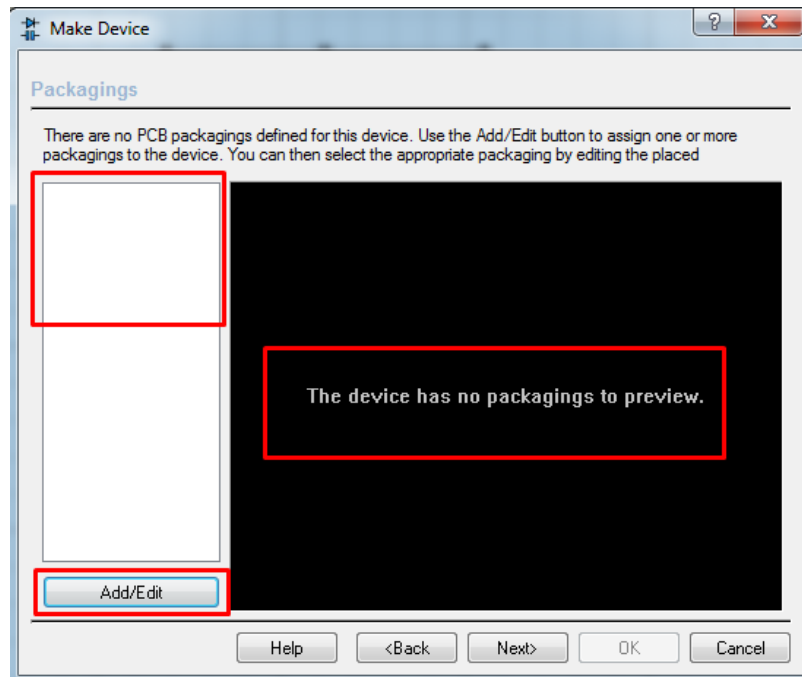
Rajah 1.36: Paparan Menu Tarik ke Bawah *Make Device* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

- 1.2. Tetapkan parameter *Make Device* seperti Rajah 1.37 di bawah ini dan klik butang *Next*.



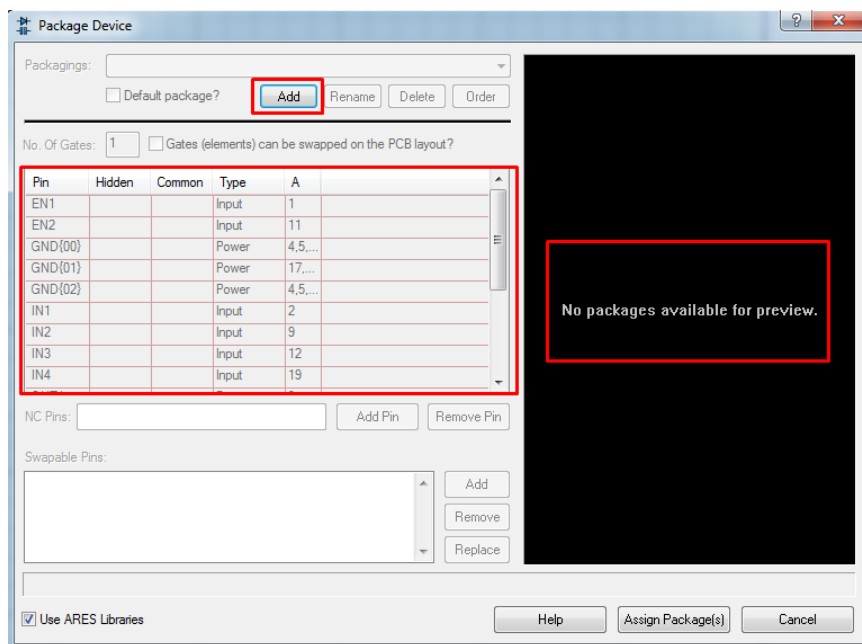
Rajah 1.37: Paparan tettingkap *Make Device* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

1.3. Paparan pada tettingkap *Make Device* bagi *Packaging* adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.38. Paparan menunjukkan komponen tiada pakej di dalam perpustakaan PCB. Klik butang *Add/Edit* untuk menambah perpustakaan PCB untuk komponen MOTOR DRIVER SHIELD.



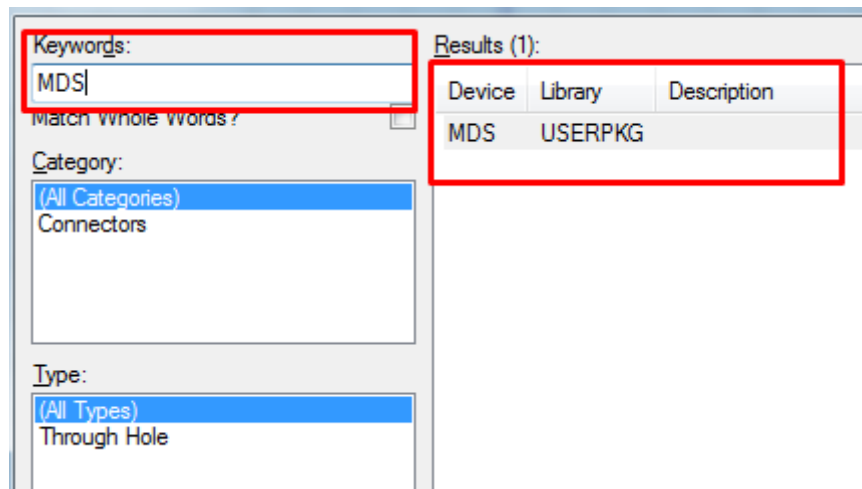
Rajah 1.38: Paparan tettingkap *Make Device* bagi *Add/Edit* komponen MOTOR DRIVER SHIELD.

1.4. Klik butang *Add* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.39.



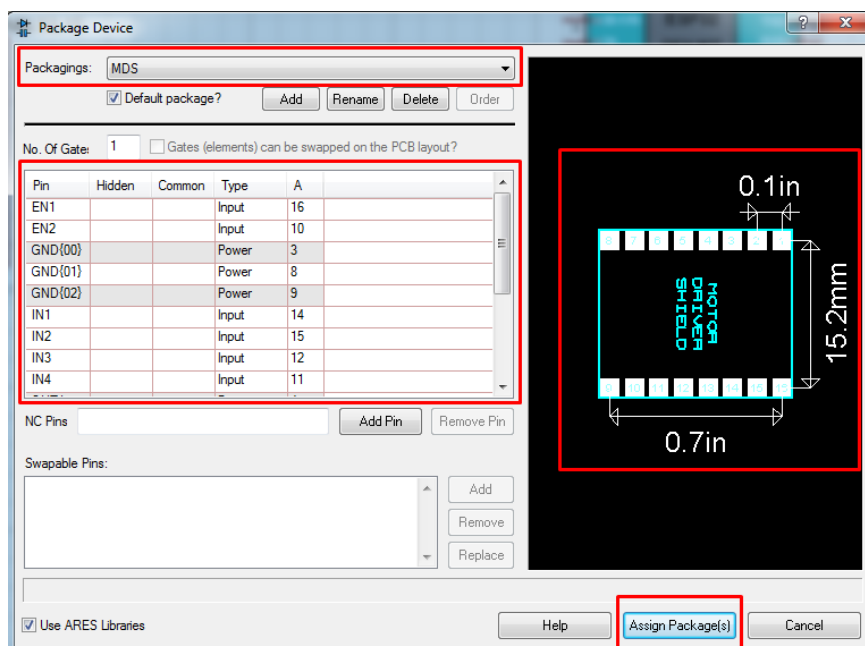
Rajah 1.39: Paparan tettingkap untuk *Add Package Device* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

1.5. Pada tettingkap *Pick Package*, taip perkataan MDS pada ruang *Keywords* dan pilih MDS USERPKG dan klik butang OK seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.40 di bawah.



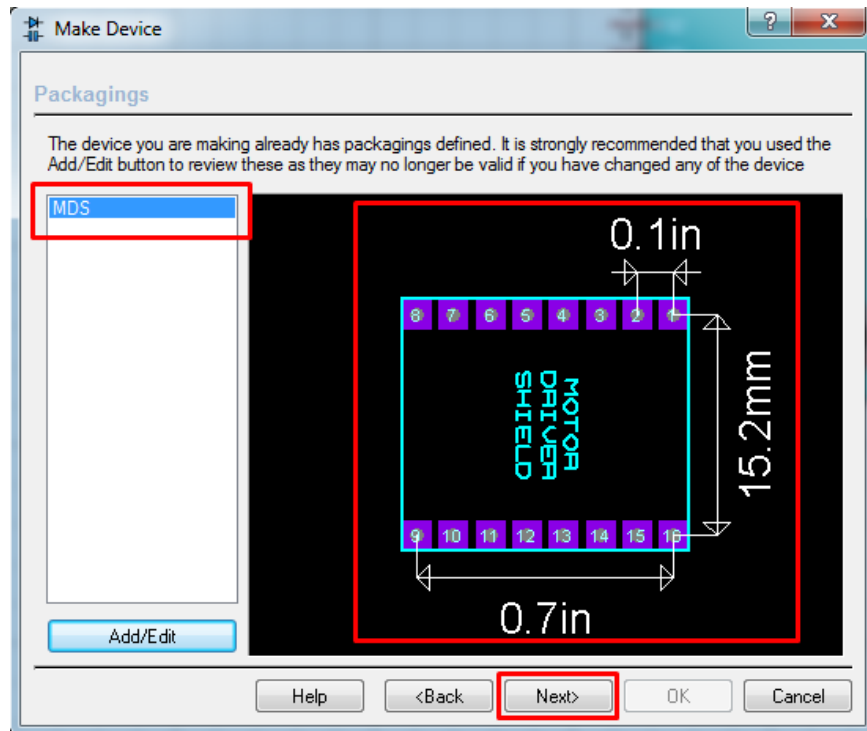
Rajah 1.40: Paparan tettingkap *Pick Package* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

1.6. Pastikan penetapan parameter yang digunakan adalah sama seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.41 di bawah ini dan klik butang *Assign Package(1)*.



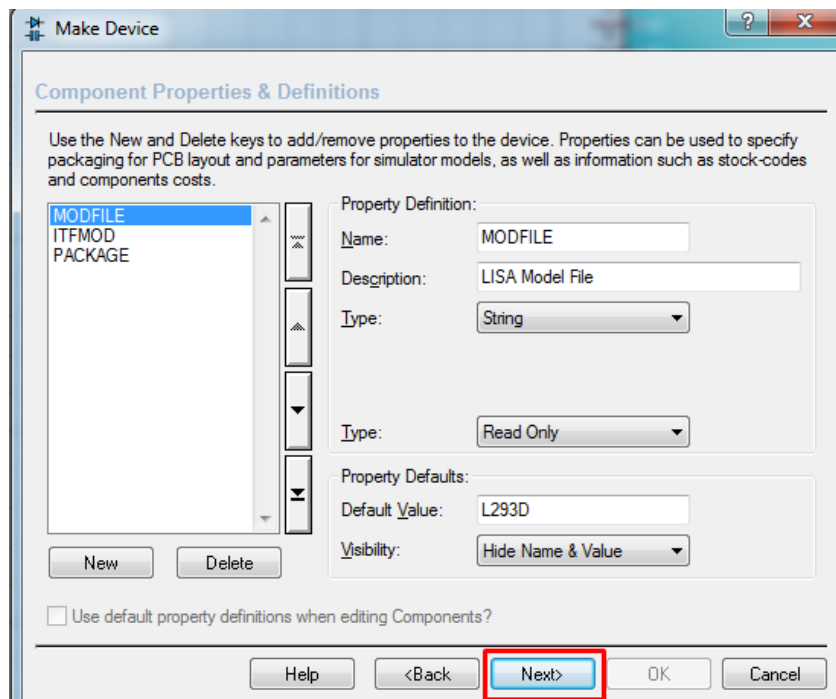
Rajah 1.41: Paparan tettingkap *Package Device* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

1.7. Pastikan penetapan parameter yang digunakan adalah sama seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.42 di bawah ini dan klik butang *Next*.



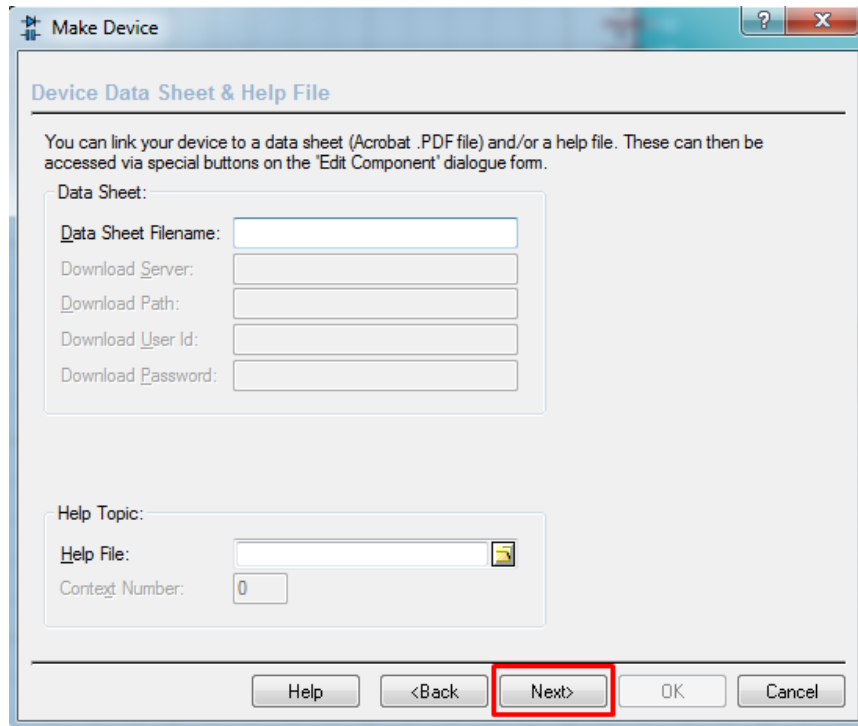
Rajah 1.42: Paparan tettingkap *Packaging* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

1.8. Seterusnya, klik butang *Next* seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.43.



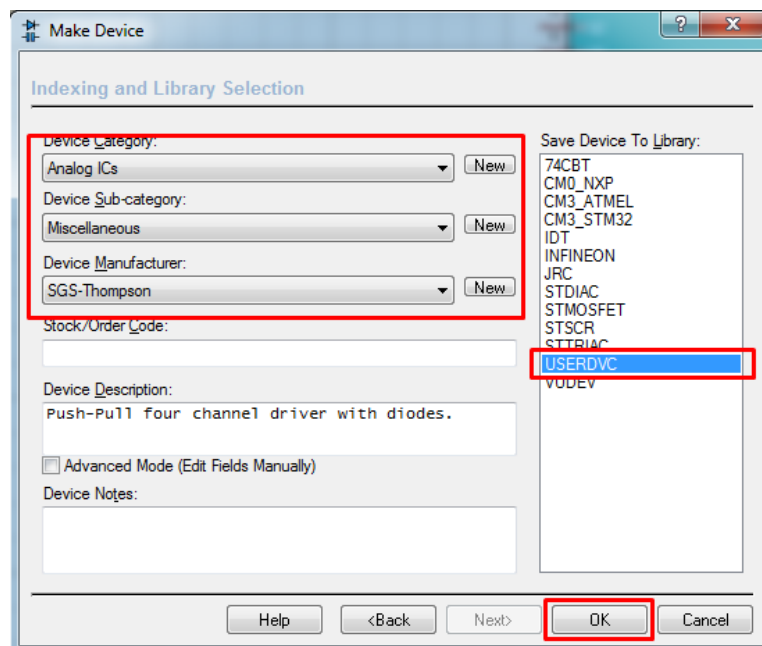
Rajah 1.43: Paparan tettingkap *Component Properties & Definitions* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

1.9. Klik *Next* seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.44.



Rajah 1.44: Paparan tettingkap *Device Data Sheet & Help File* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

1.10. Pastikan parameter *Make Device* bagi *Indexing and Library Selection* yang dipaparkan adalah sama seperti dalam Rajah 1.45 di bawah dan klik butang OK bagi menyelesaikan penetapan perpustakaan komponen MOTOR DRIVER SHIELD.



Rajah 1.45: Paparan tettingkap *Indexing and Library Selection* bagi MOTOR DRIVER SHIELD

REKABENTUK SUSUNATUR SKEMATIK

Proteus Professional 8.7 adalah aplikasi yang sangat berguna untuk membina papan litar tercetak dengan mudah. Ia mempunyai antaramuka yang sangat tersusun beserta peralatan dan arahan yang diperlukan bagi membentuk PCB. Aplikasi ini menyediakan banyak contoh, dengan ini kita boleh memilih dan melihat apakah yang sebenarnya berlaku pada arahan-arahan tersebut. Paparan bukan sahaja dalam bentuk litar skematik dan kod arahan malah boleh dilakukan simulasi keseluruhan projek. Berikut adalah Langkah-langkah bagi pembuatan litar skematik dan litar PCB menggunakan perisian *Proteus Professional PCB Design Suite 8.7*.

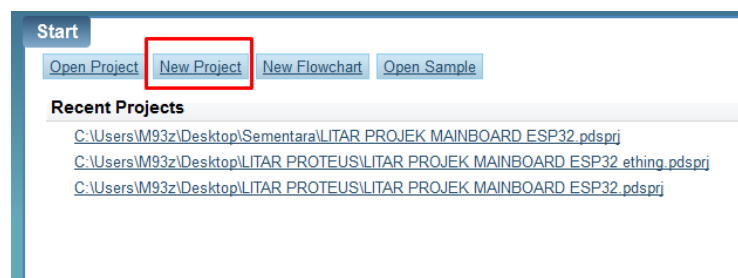
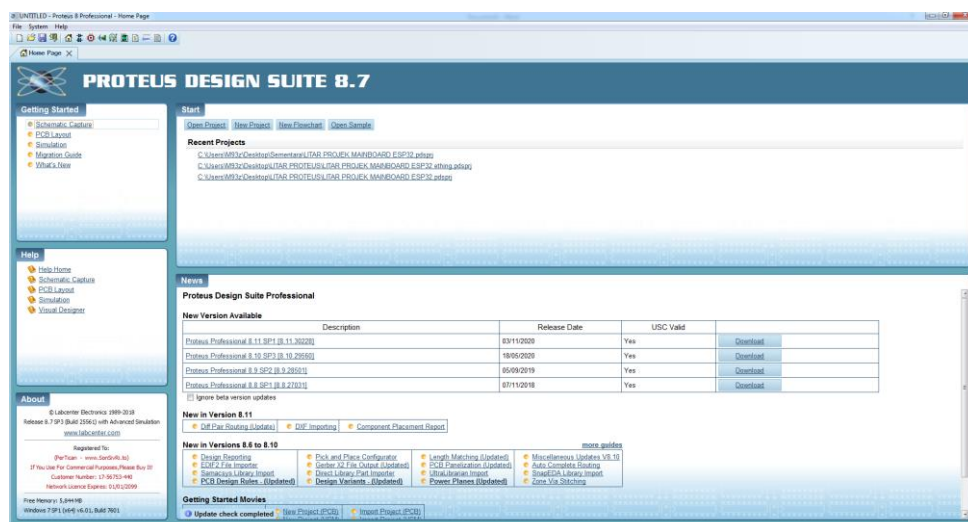
1.1. Rajah 2.1 menunjukkan ikon Proteus 8 Professional



Rajah 2.1: Ikon Proteus 8 Professional

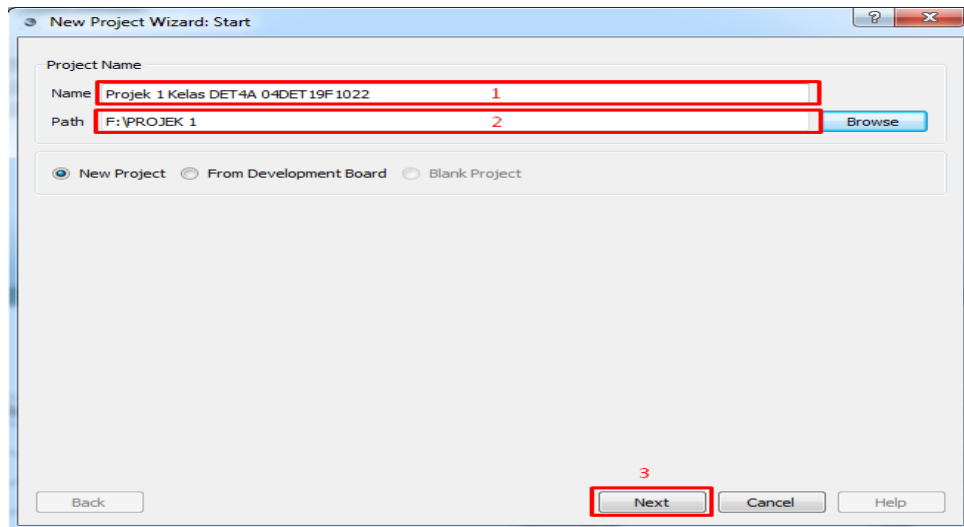
1.2. Klik 2 kali pada ikon proteus untuk membuka perisian tersebut.

1.3. Klik *New Project* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2 dibawah.



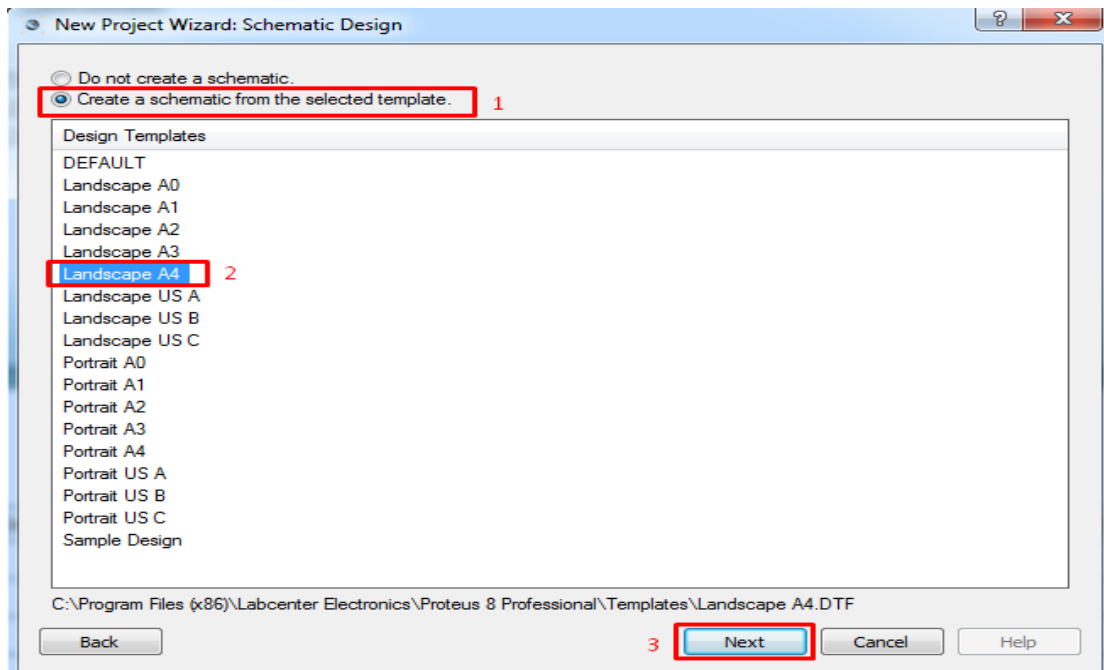
Rajah 2.2: Paparan tettingkap *New Project*

- 1.4. Pada tettingkap *New Project Wizard Start* tuliskan Projek 1 diikuti dengan kelas dan nomor pendaftaran pada ruangan *NAME*. Manakala, tuliskan PROJEK 1 pada ruangan *PATH* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.3. Kemudian tekan butang *Next*.



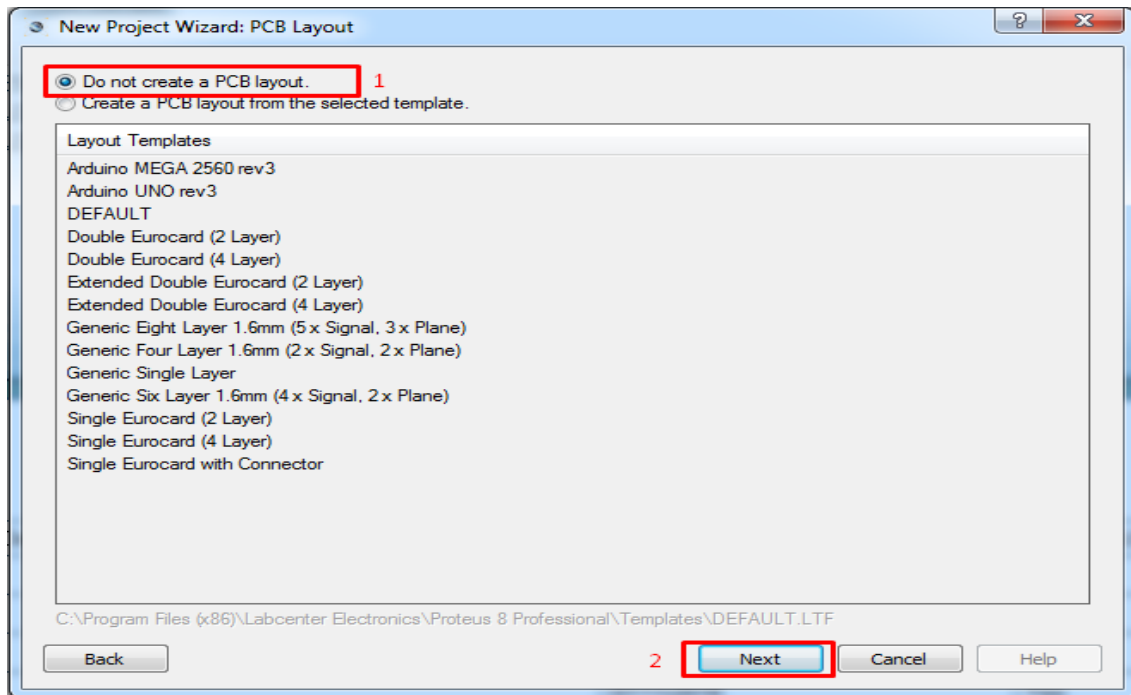
Rajah 2.3: Paparan tettingkap *New Project Wizard Start*

- 1.5. Pada tettingkap *New Project Wizard: Schematic Design*, tekan butang pilihan *Create a Schematic from the selected templet*. Seterusnya pilih *Design Templets Landscape A4* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.4. Kemudian tekan butang *Next*.



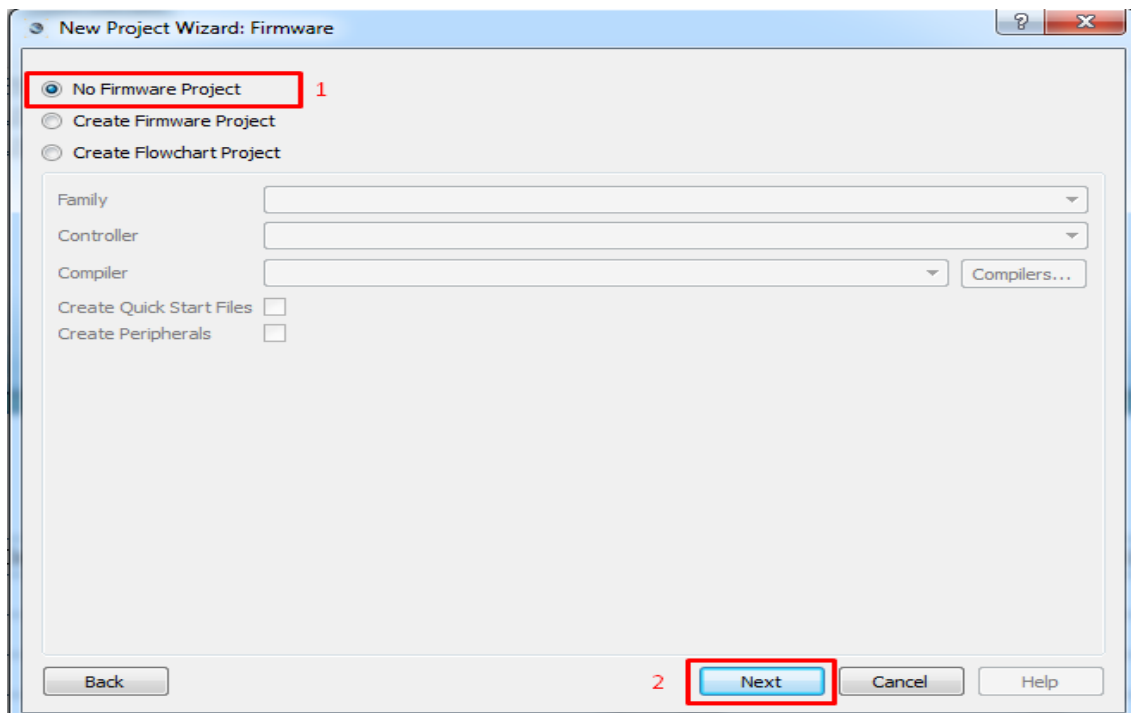
Rajah 2.4: Paparan tettingkap *New Project Wizard: Schematic Design*

1.6. Pada tettingkap *New Project Wizard: PCB Layout*, tekan butang pilihan *Do not create a PCB layout* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.5 dan tekan butang *Next*.



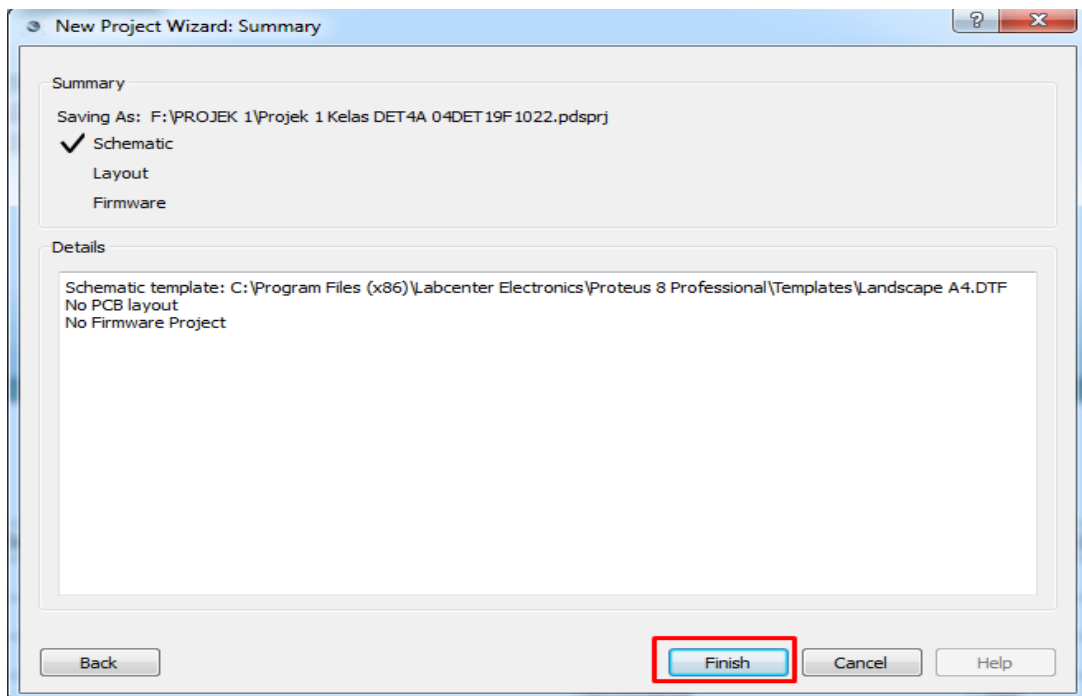
Rajah 2.5: Paparan tettingkap *New Project Wizard: PCB Layout*

1.7. Pada tettingkap *Firmware*, tekan butang pilihan *No Firmware project* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.6 dan tekan butang *Next*.



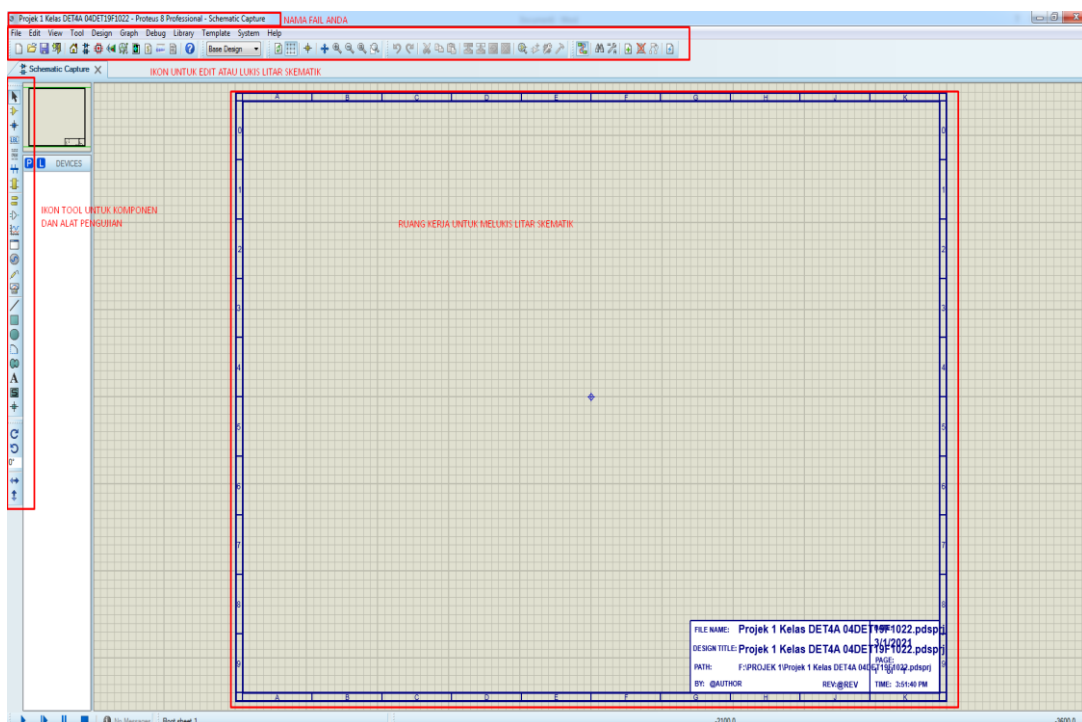
Rajah 2.6: Paparan tettingkap *New Project Wizard: Firmware*

1.8. Pada tettingkap *Summary*, tekan *Finish* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.7.



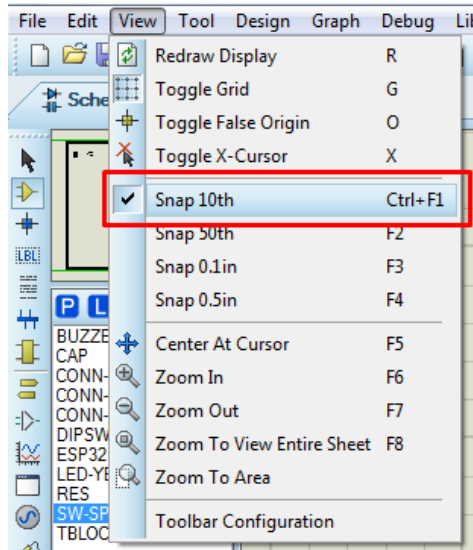
Rajah 2.7: Paparan tettingkap *New Project Wizard: Summary*

1.9. Rajah 2.8 adalah tettingkap *Workspace Proteus ISIS*. Berikut adalah Langkah-langkah bagi merekabentuk litar skematik pada ruangan *Workspace Proteus ISIS*.



Rajah 2.8: Paparan tettingkap *Workspace Proteus ISIS*

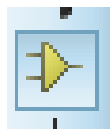
- 1.10. Klik *View* dan pilih *Snap 10th* pada menu tarik ke bawah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.9 di bawah.



Rajah 2.9: Paparan menu Tarik ke Bawah *View*

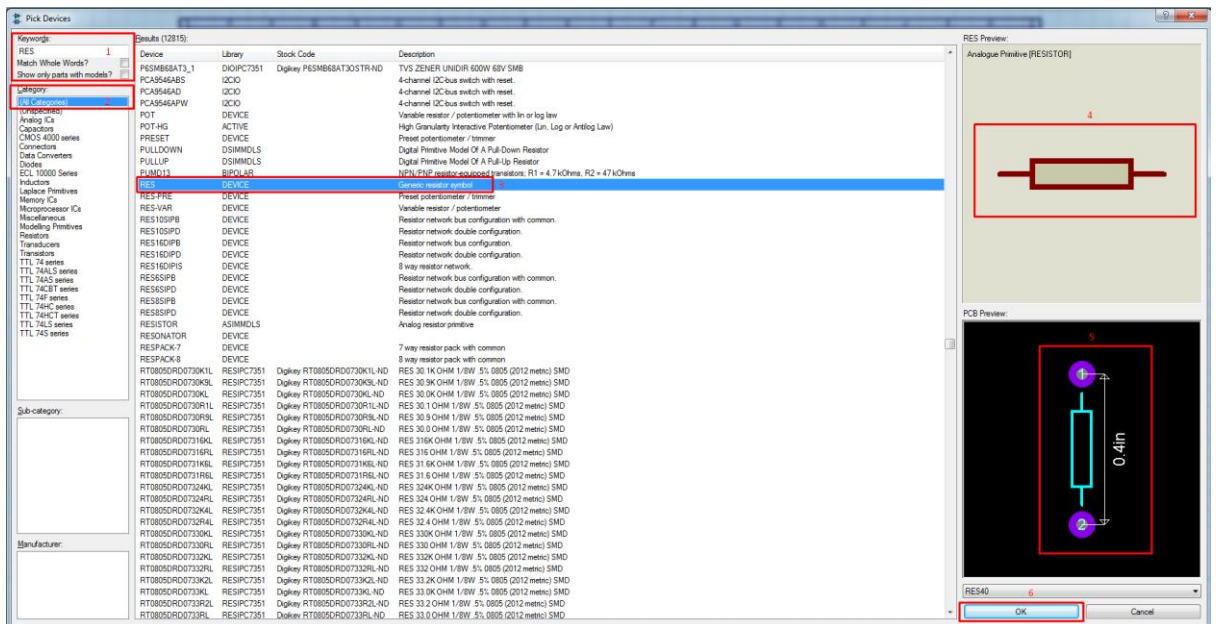
PROSES MEMASUKKAN KOMPONEN

- 1.1. Pilih dan klik ikon *Component Mode* seperti Rajah 2.10 untuk memilih komponen elektronik yang akan digunakan.



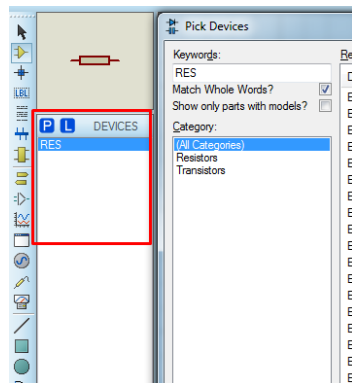
Rajah 2.10: Ikon *Component Mode*

- 1.2. Tulis nama komponen yang dikehendaki pada kotak 1 sebagai contoh *Resistor* seperti Rajah 2.11.
- 1.3. Setkan *Category* kepada *All Categories* seperti di dalam kotak 2 pada Rajah 2.11.
- 1.4. Pilih komponen yang dikehendaki seperti di dalam kotak 3 pada Rajah 2.11.
- 1.5. Pastikan bentuk komponen adalah betul seperti contoh komponen RES adalah seperti di dalam kotak 4 pada Rajah 2.11.
- 1.6. Pastikan terdapat gambar komponen pada *PCB Package* di dalam kotak *PCB Preview* seperti di dalam kotak 5 pada Rajah 2.11.



Rajah 2.11: Paparan Tetingkap Pick Device

1.7. Klik 2 kali pada tetikus untuk memasukkan komponen yang dipilih ke dalam kotak *Devices* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.12(a).

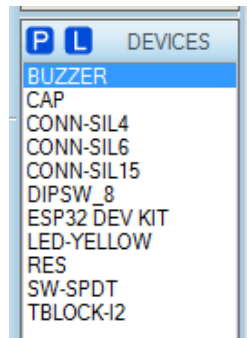


Rajah 2.12: (a) Paparan Tetingkap *Devices* bagi komponen RES

1.8. Ulang Langkah 1.1 sehingga 1.7 bagi komponen-komponen di bawah ini sehingga mendapat paparan seperti Rajah 2.12(b)

- i. Perintang – RES
- ii. Kapasitor – CAP
- iii. LED Yellow – tiada PCB Package. Sila ikut langkah memasukkan PCB Package pada 6.10
- iv. Buzzer – BUZ - tiada PCB Package. Sila ikut langkah memasukkan PCB Package pada 6.10

- v. ESP32 DEV KIT
- vi. CONN-SIL4
- vii. CONN-SIL6
- viii. CONN-SIL15
- ix. 7815
- x. Suis – SPDT
- xi. TBLOCK-I2.

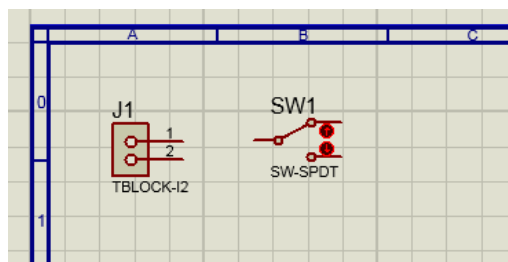


Rajah 2.12: (b) Paparan Tetingkap *Devices* bagi komponen-komponen lain

1.9. Klik butang OK.

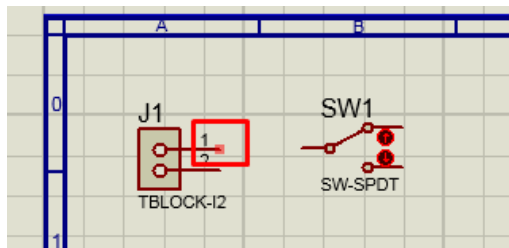
PROSES MELUKIS LITAR PROJEK

1.1. Pilih komponen SW-SPDT dan TBLOCK-I2 dari dalam kotak *Devices* dan diletakkan di dalam ruang *Workspace* seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 2.13 di bawah.



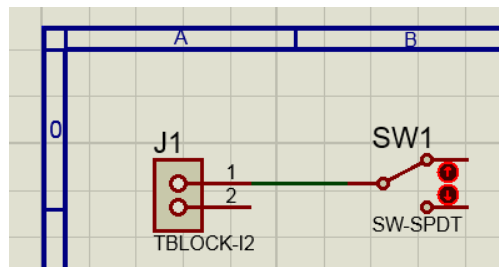
Rajah 2.13: Paparan Tetingkap *Workspace* bagi SW-SPDT dan TBLOCK-I2

1.2. Bagi melukis penyambungan wayar di antara 2 komponen tersebut, letakkan cursor tetikus pada hujung kaki komponen yang dipilih. Akan kelihatan satu kotak merah kecil pada hujung pin komponen tersebut seperti yang di dalam Rajah 2.14.



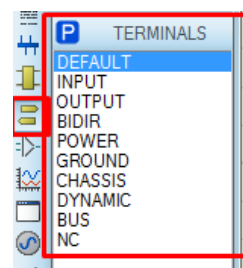
Rajah 2.14: Paparan Tetingkap *Workspace*

1.3. Klik kiri pada tetikus dan jangan lepaskan butang tersebut, tarik cursor tetikus ke hujung pin yang dikehendaki dan lepaskan. Penyambungan 2 pin di antara 2 komponen akan kelihatan seperti Rajah 2.15.



Rajah 2.15: Paparan Tetingkap Penyambungan 2 komponen

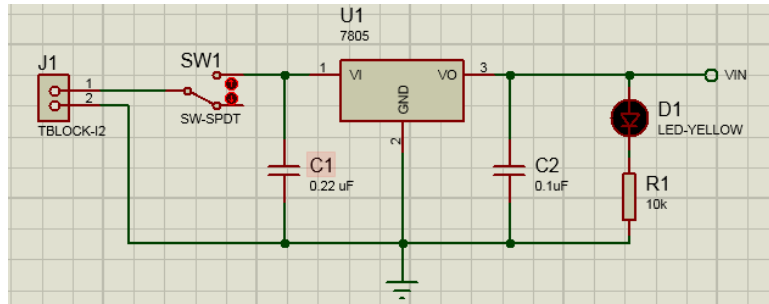
1.4. Tekan Ikon *Terminals Mode* seperti Rajah 2.16(a) untuk mengambil label / komponen daripada menu *Terminals* seperti berikut yang akan digunakan di dalam lukisan litar projek 1:-



Rajah 2.16: (a) Ikon *Terminals Mode*

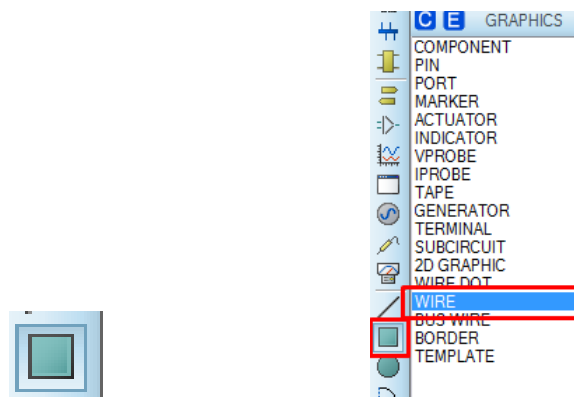
(b) Menu *Terminals*

1.5. Lukiskan litar bekalan kuasa seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 2.17.



Rajah 2.17: Litar Skematik Bekalan Kuasa

1.6. Tekan Ikon *2D Graphics Box Mode* seperti Rajah 2.18(a) untuk mengambil *Wire* daripada menu *Graphics* seperti Rajah d2.18(b).

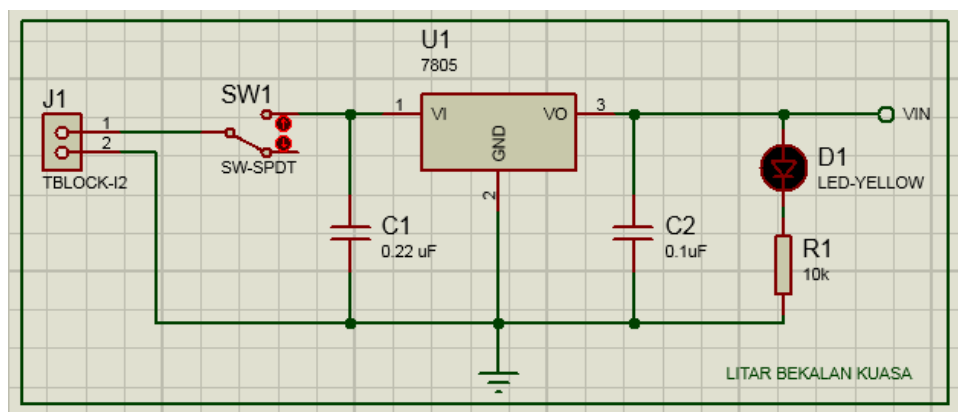


Rajah 2.18:(a) Ikon *2D Graphics Box Mode* (b) Menu *Graphics*

1.7. Tekan Ikon *2D Graphics Text Mode* seperti Rajah 2.19(a). Tulis perkataan 'LITAR BEKALAN KUASA' seperti seperti Rajah 2.19(b).

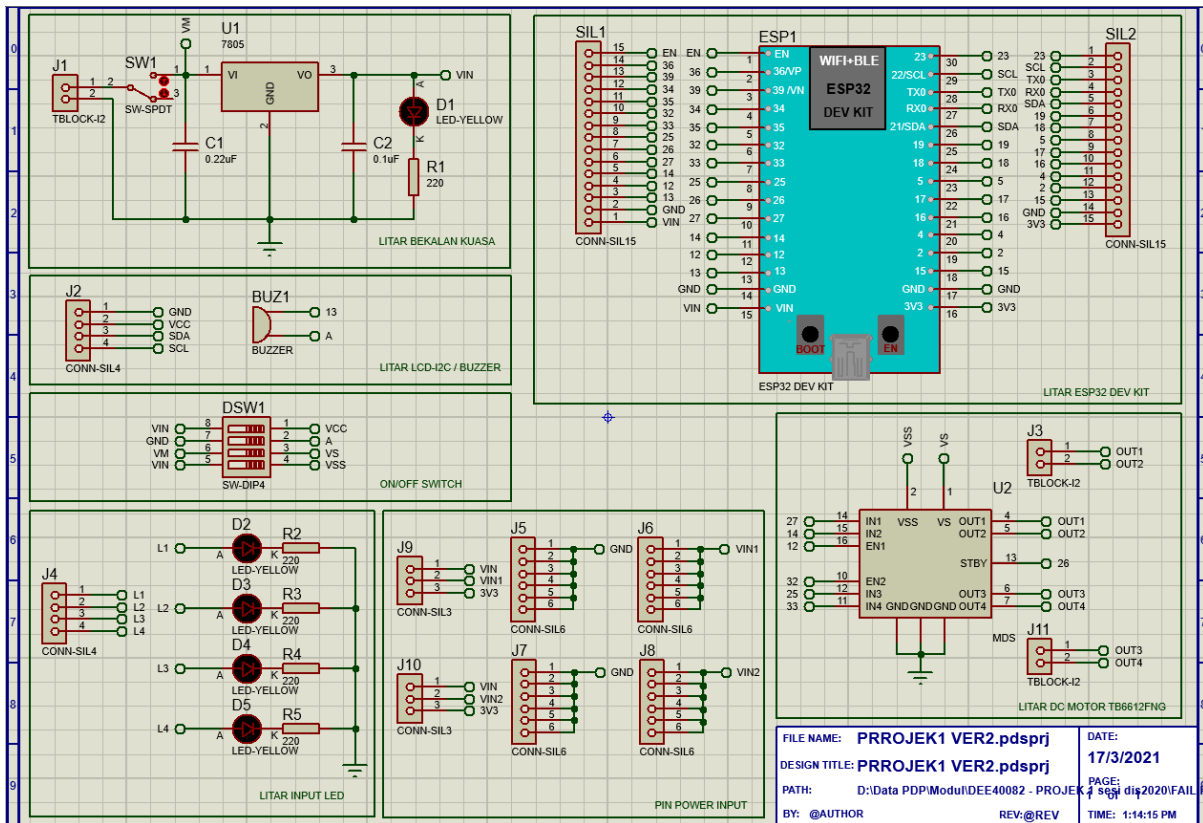


Rajah 2.19:(a) Ikon *2D Graphics Text Mode*



Rajah 2.19: (b) *Text* LITAR BEKALAN KUASA

1.8. Lukis litar projek seperti Rajah 2.20.p seperti di bawah ini



Rajah 2.20: Litar Projek

1.9. Klik ikon *Design Explorer* seperti Rajah 2.21(a).



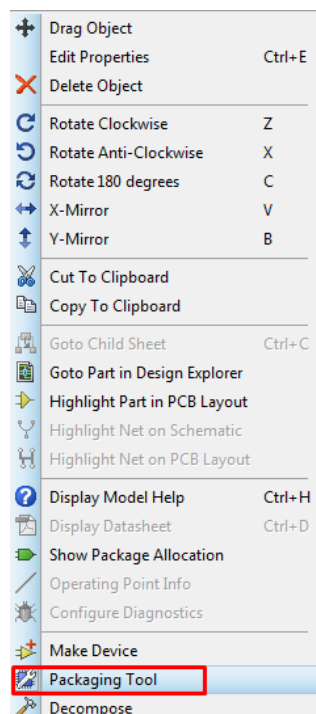
Rajah 2.21:(a) Ikon *Design Explorer*

1.10. Semak sama ada *Package* komponen yang digunakan bermasalah atau pun tidak sebelum *PCB Layout* dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.21(b). *Missing* bermaksud komponen yang dipilih tidak mempunyai *PCB Package*.

Reference	Type	Value	Package	Gro
BUZ1	BUZZER	BUZZER	Missing	
D1	LED-YELLOW	LED-YELLOW	Missing	
D2	LED-YELLOW	LED-YELLOW	Missing	
D3	LED-YELLOW	LED-YELLOW	Missing	
D4	LED-YELLOW	LED-YELLOW	Missing	
D5	LED-YELLOW	LED-YELLOW	Missing	
DSW1	DIPSW_4	DIPSW_4	Missing	
SW1	SW-SPDT	SW-SPDT	Missing	
SIL1 (CON...	CONN-SIL15	CONN-SIL15	Excluded	
SIL2 (CON...	CONN-SIL15	CONN-SIL15	Excluded	
C1 (0.22 uF)	CAP	0.22 uF	CAP10	

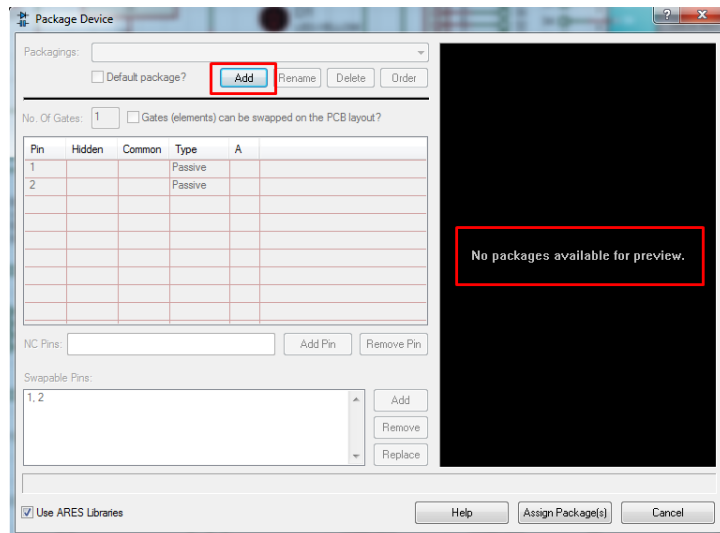
Rajah 2.21:(b) Paparan Tetingkap *Design Explorer* bagi masalah *Package Missing* dan *Excluded*

1.11. Bagi memperbaiki keadaan ini, klik helaian *Schematic Capture*. Pilih komponen yang mempunyai masalah *Missing* contohnya *Buzzer*. Kemudian, klik butang kanan tetikus dan pilih *Packaging Tool* pada menu turun bawah seperti Rajah 2.22.



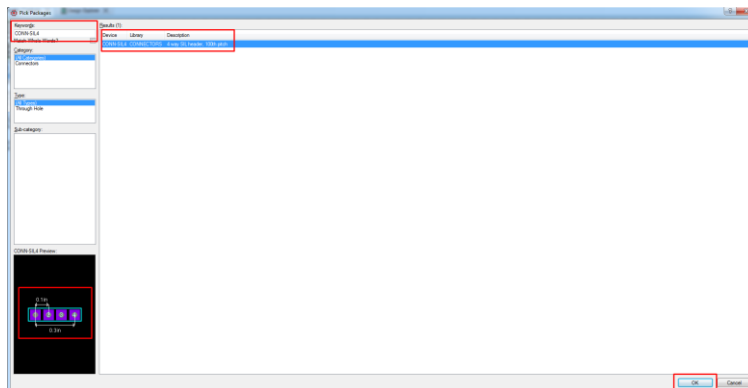
Rajah 2.22: Menu Turun Bawah *Packaging Tool*

1.12. Klik butang *Add* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.23.



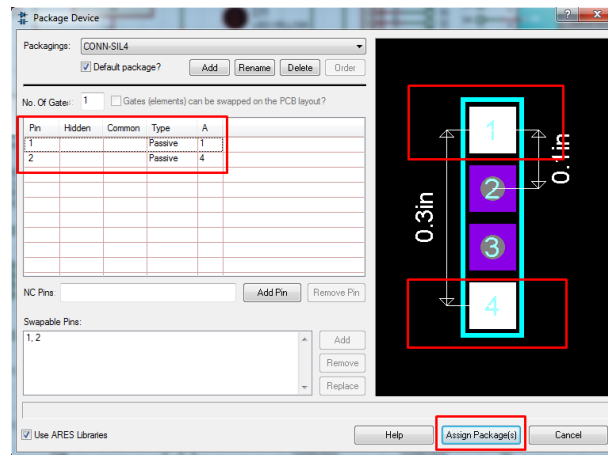
Rajah 2.23: Paparan Tetingkap *Package Device*

1.13. Tulis perkataan CONN-SIL4 pada ruangan *Keyword* seperti di dalam Rajah 2.24 dan kemudian tekan butang *OK*.



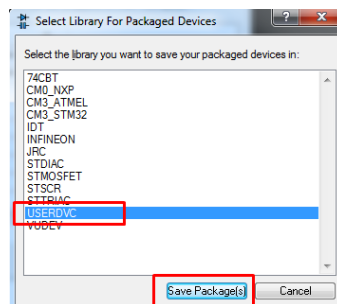
Rajah 2.24: Paparan Tetingkap *Pick Packages*

1.14. Pastikan kedudukan pin adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.25 dan tekan butang *Assign Package(s)*.



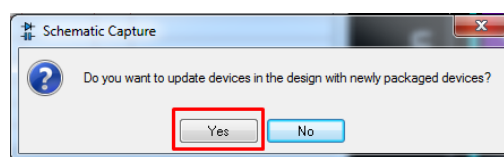
Rajah 2.25: Paparan Tetingkap *Package Device* bagi CONN-SIL4

1.15. Pastikan data komponen disimpan pada *libray USRDVC (user device)* dan tekan butang *Save Package(s)* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.26.



Rajah 2.26: Paparan Tetingkap *Set Library for Packaged Devices* bagi CONN-SIL4

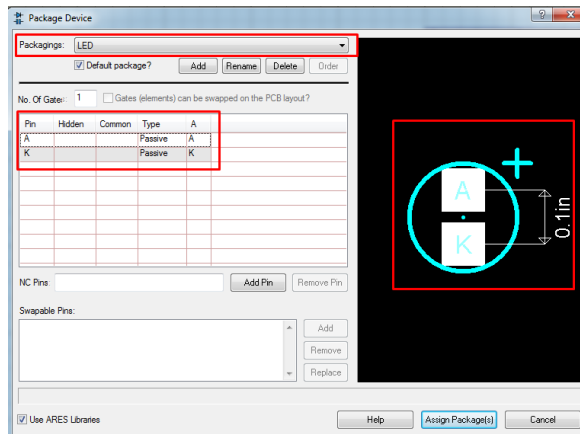
1.16. Tekan butang *Yes* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.27.



Rajah 2.27: Paparan Tetingkap *Schematic Capture*

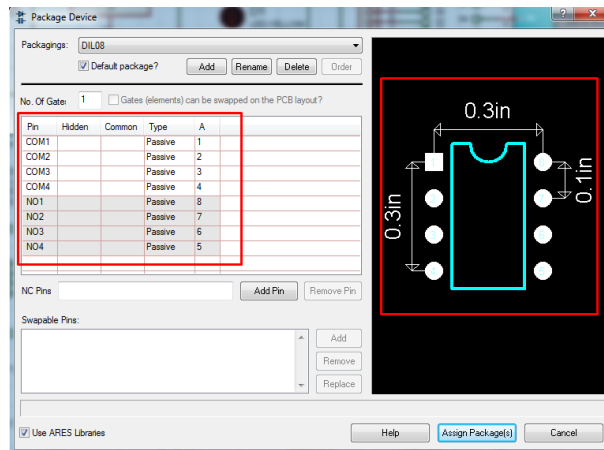
1.17. Ulang Langkah 1.11 sehingga 1.16 untuk komponen-komponen berikut. Pada Langkah 1.14 pastikan paparan bagi komponen berkaitan adalah sama seperti Rajah 2.28 sehingga Rajah 2.30.

i. LED-YELLOW → LED



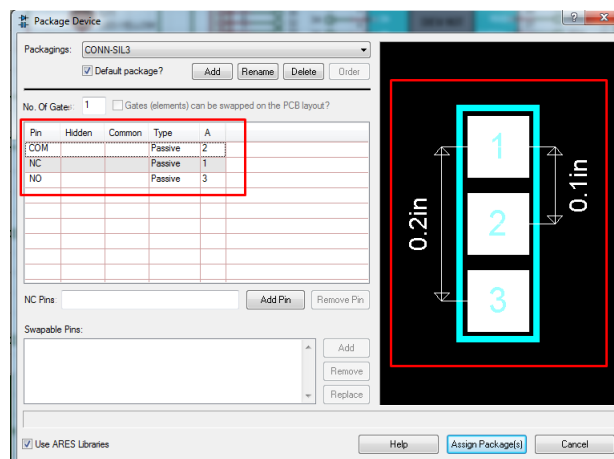
Rajah 2.28: Paparan Tetingkap *Package Device* bagi LED

ii. DIPSW-4 → DIL08



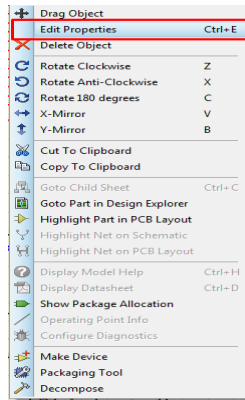
Rajah 2.29: Paparan Tetingkap *Package Device* bagi DIPSW-4

iii. SW-SPDT → CONN-SIL3



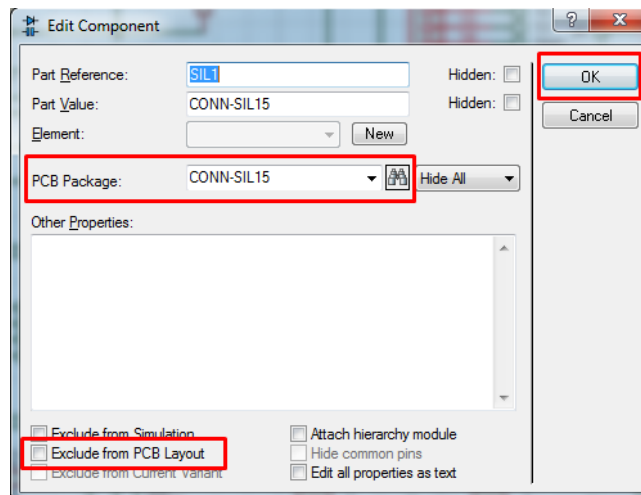
Rajah 2.30: Paparan Tetingkap *Package Device* bagi SW-SPDT

1.18. Bagi penetapan komponen SIL1, klik button kanan tetikus dan pilih menu *Edit Properties* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.31.



Rajah 2.31: Paparan Tetingkap Turun ke Bawah *Edit Properties*

1.19. Pastikan penetapan bagi SIL1 yang dilakukan adalah sama seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.32 di bawah ini. Kemudian klik button *OK*.



Rajah 2.32: Paparan Tetingkap *Edit Componen* SIL1

1.20. Klik ikon menu *Design Explorer* dan paparan adalah seperti Rajah 2.34. Jika masih terdapat komponen yang *Missing* atau *Excluded*, ulang Langkah 1.11 sehingga 1.17.

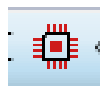
The image shows a screenshot of the 'Design Explorer' window in a software application. The window title is 'Design Explorer'. Below the title bar, there are two tabs: 'View' and 'Search'. The main area of the window displays a table with the following columns: Reference, Type, Value, Package, Group, and Placement. The table lists various electronic components and their associated packages, all of which are placed on the 'Top Copper' layer.

Reference	Type	Value	Package	Group	Placement
BUZ1 (BU...	BUZZER	BUZZER	CONN-SIL4		Top Copper
C1 (0.22uF)	CAP	0.22uF	CAP10		Top Copper
C2 (0.1uF)	CAP	0.1uF	CAP10		Top Copper
D1 (LED-Y...	LED-YEL...	LED-YELL...	LED		Top Copper
D2 (LED-Y...	LED-YEL...	LED-YELL...	LED		Top Copper
D3 (LED-Y...	LED-YEL...	LED-YELL...	LED		Top Copper
D4 (LED-Y...	LED-YEL...	LED-YELL...	LED		Top Copper
D5 (LED-Y...	LED-YEL...	LED-YELL...	LED		Top Copper
DSW1 (S...	SW-DIP4	SW-DIP4	DIL08		Top Copper
ESP1 (ESP...	ESP32 D...	ESP32 DE...	ESP32 DEV ...		Top Copper
J1 (TBLOC...	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2		Top Copper
J2 (CONN-...	CONN-SI...	CONN-SIL4	CONN-SIL4		Top Copper
J3 (TBLOC...	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2		Top Copper
J4 (CONN-...	CONN-SI...	CONN-SIL4	CONN-SIL4		Top Copper
J5 (CONN-...	CONN-SI...	CONN-SIL6	CONN-SIL6		Top Copper
J6 (CONN-...	CONN-SI...	CONN-SIL6	CONN-SIL6		Top Copper
J7 (CONN-...	CONN-SI...	CONN-SIL6	CONN-SIL6		Top Copper
J8 (CONN-...	CONN-SI...	CONN-SIL6	CONN-SIL6		Top Copper
J9 (CONN-...	CONN-SI...	CONN-SIL3	CONN-SIL3		Top Copper
J10 (CONN...	CONN-SI...	CONN-SIL3	CONN-SIL3		Top Copper
J11 (TBLO...	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2		Top Copper
R1 (220)	RES	220	RES40		Top Copper
R2 (220)	RES	220	RES40		Top Copper
R3 (220)	RES	220	RES40		Top Copper
R4 (220)	RES	220	RES40		Top Copper
R5 (220)	RES	220	RES40		Top Copper
SIL1 (CON...	CONN-SI...	CONN-SI...	CONN-SIL15		Top Copper

Rajah 2.34: Paparan Tetingkap *Design Explorer* bagi *Package*

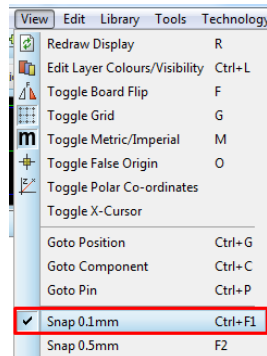
REKABENTUK SUSUNATUR PCB

- 1.1. Klik ikon *PCB Layout* seperti Rajah 3.1(a) dan tettingkap *PCB Layout* seperti Rajah 3.1(b) akan dipaparkan.



Rajah 3.1: (a) Ikon *PCB Layout* (b) Paparan Tetingkap *PCB Layout*

- 1.2. Klik *View* dan pilih *Snap 0.1mm* pada menu tarik ke bawah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.2 di bawah.



Rajah 3.2: Menu Tarik ke Bawah *View*

- 1.3. Pilih dan klik ikon *m* seperti Rajah 3.3 dari menu untuk penetapan lukisan kepada skala mm



Rajah 3.3: Menu *m*

- 1.4. Pilih ikon *Dimension Mode* pada menu ikon dan lukis 2 anak panah jarak bernilai 100mm dan 73mm seperti di dalam Rajah 3.4 dan pastikan kedua anak panah berada di dalam petak segiempat berwarna biru.



Rajah 3.4: Penetapan Jarak

- 1.5. Bawa tetikus ke penjuru bawah kiri *PCB Layout* bagi memilih ikon *2D Graphics Box Mode* seperti Rajah 3.5 dari senarai ikon bagi penetapan pada *Layer Selection*.



Rajah 3.5: Ikon *2D Graphics Box Mode*

- 1.6. *Layer Selection* perlu ditetapkan kepada *Board Edge* berwarna kuning seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.6.



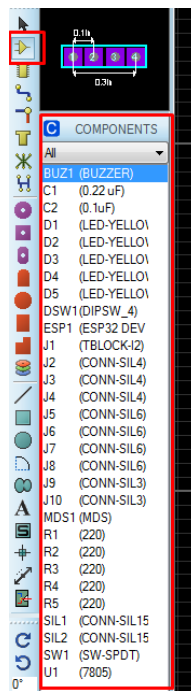
Rajah 3.6: Tatapan Warna *Board Edge*

- 1.7. Lukiskan *Layer Selection* dengan menetapkan satu petak kuning yang berkeluasan 100mm x 73mm seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.7.



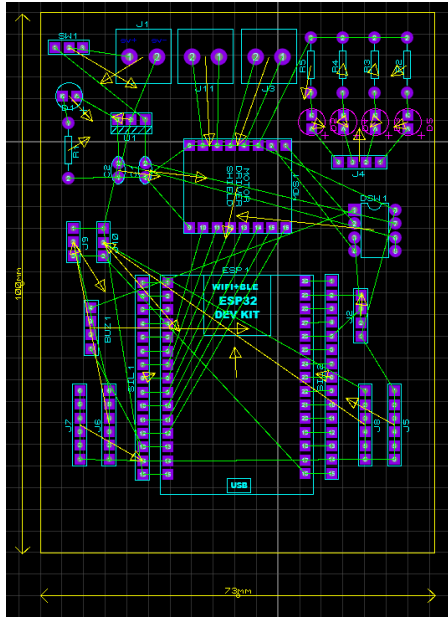
Rajah 3.7: Tetapan *Board Edge*

1.8. Klik ikon *Component Mode*, kesemua komponen akan tersenarai di dalam ruangan *COMPONENTS* seperti Rajah 3.8.



Rajah 3.8: Senarai Komponen di dalam *Component Mode*

1.9. Pilih kesemua komponen di dalam senarai *Component Mode* dan letakkan kesemua komponen tersebut ke atas *workspace* seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 3.9.



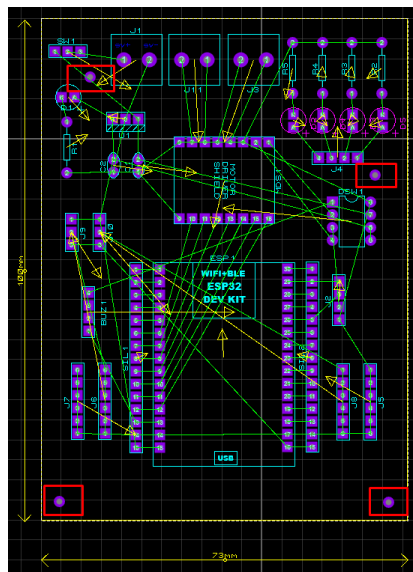
Rajah 3.8: Komponen di atas workspace

- 1.10. Pilih dan klik ikon *Round Through – Hole Pad Mode* seperti Rajah 3.9 dan pilih perkataan C-90-50.



Rajah 3.9: Ikon *Round Through – Hole Pad Mode*

- 1.11. Letakan kedudukan *Round Through – Hole Pad Mod* di empat (4) tempat seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.10 di bawah ini.



Rajah 3.10: Kedudukan *Round Through – Hole Pad Mod*

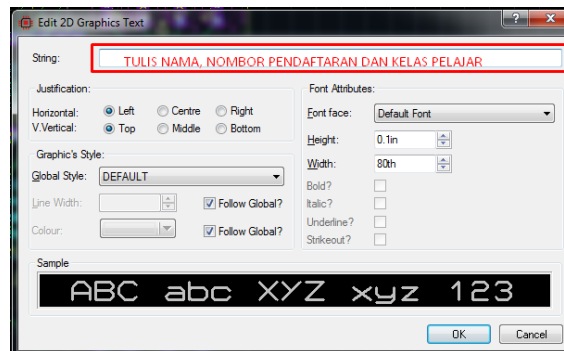
1.12. Keempat-empat kedudukan *Round Through – Hole Pad Mod* ini akan ditebuk dan digunakan untuk memasukkan *cooper stand* nanti.

1.13. Pilih dan klik ikon *2D Graphics Text Mode* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.11 di bawah.



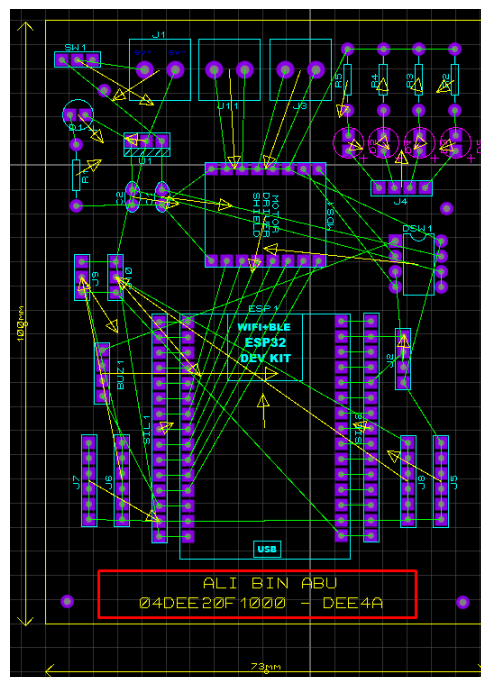
Rajah 3.11: Ikon *2D Graphics Text Mode*

1.14. Tuliskan Nama, Nombor Pendaftaran dan Kelas pada ruangan *String* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.12.



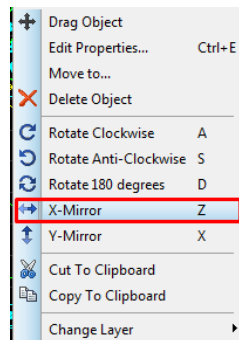
Rajah 3.12: Paparan Tetingkap *String*

1.15. Letakkan kedudukan teks di atas *Workspace* seperti di dalam Rajah 3.13 di bawah.



Rajah 3.11: Kedudukan teks di atas *Workspace*

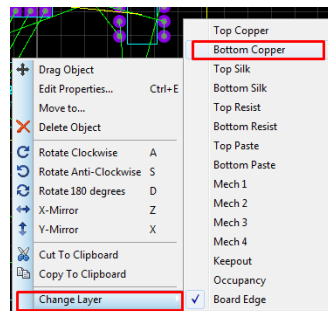
1.16. Gerakkan kursor tetikus ke atas teks nama. Klik tombol kanan pada tetikus dan tekan menu *X-Mirror* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.12 untuk menterbalikan kedudukan teks secara *vertical*.



Rajah 3.12: Menu Turun ke Bawah *X-Mirror*

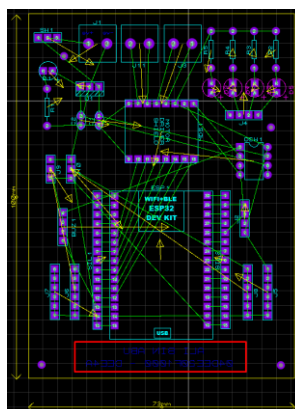
1.17. Gerakkan kursor tetikus ke atas teks nama

1.18. Klik tombol kanan pada tetikus klik *Change Layer*. Kemudian klik *Bottom Copper* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.13.



Rajah 3.12: Menu Turun ke Bawah *Change Layer – Bottom Copper*

1.19. Kedudukan teks dan warna teks anda akan bertukar ke pada warna biru seperti di dalam Rajah 3.13.



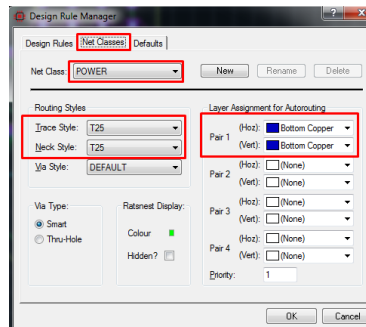
Rajah 3.13: Kedudukan dan Warna Teks

- 1.20. Pilih dan klik ikon *Design Rule Manager* seperti Rajah 3.14 untuk melakukan setting pada laluan litar yang akan dilukis secara automatik oleh computer.



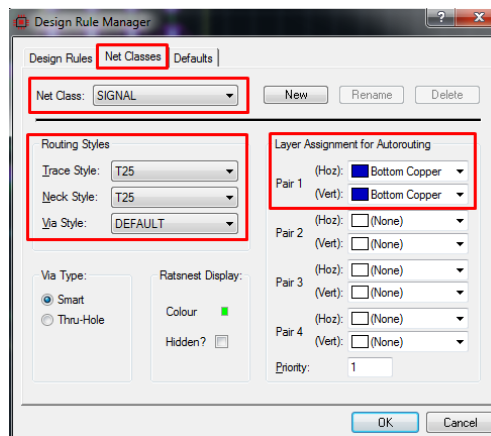
Rajah 3.14: Ikon *Design Rule Manager*

- 1.21. Pada paparan tettingkan *Design Rule Manager*, lakukan tetapan pada *Net Classes – Power* seperti Rajah 3.15 di bawah.



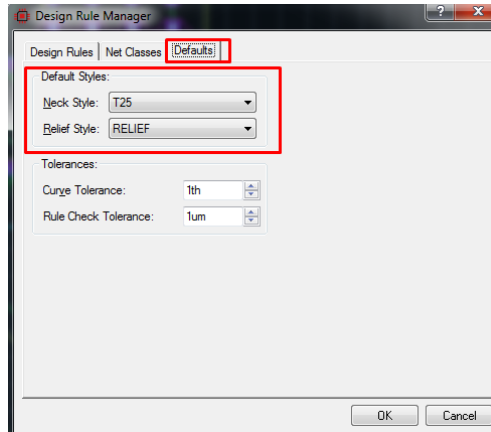
Rajah 3.15: Paparan tettingkap *Design Rule Manager* bagi *Net Classes – Power*

- 1.22. Kemudian, lakukan tetapan pada *Net Classes – Signal* seperti di dalam Rajah 3.16 di bawah.



Rajah 3.16: Paparan tettingkap *Design Rule Manager* bagi *Net Classes – Signal*

- 1.23. Seterusnya, lakukan tetapan pada *Default* seperti di dalam Rajah 3.17.



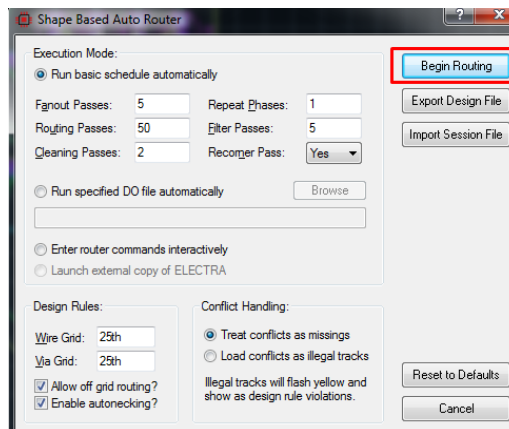
Rajah 3.17: Paparan tettingkap *Design Rule Manager* bagi *Default*

1.24. Pilih dan klik ikon *Auto Router* seperti Rajah 3.18.



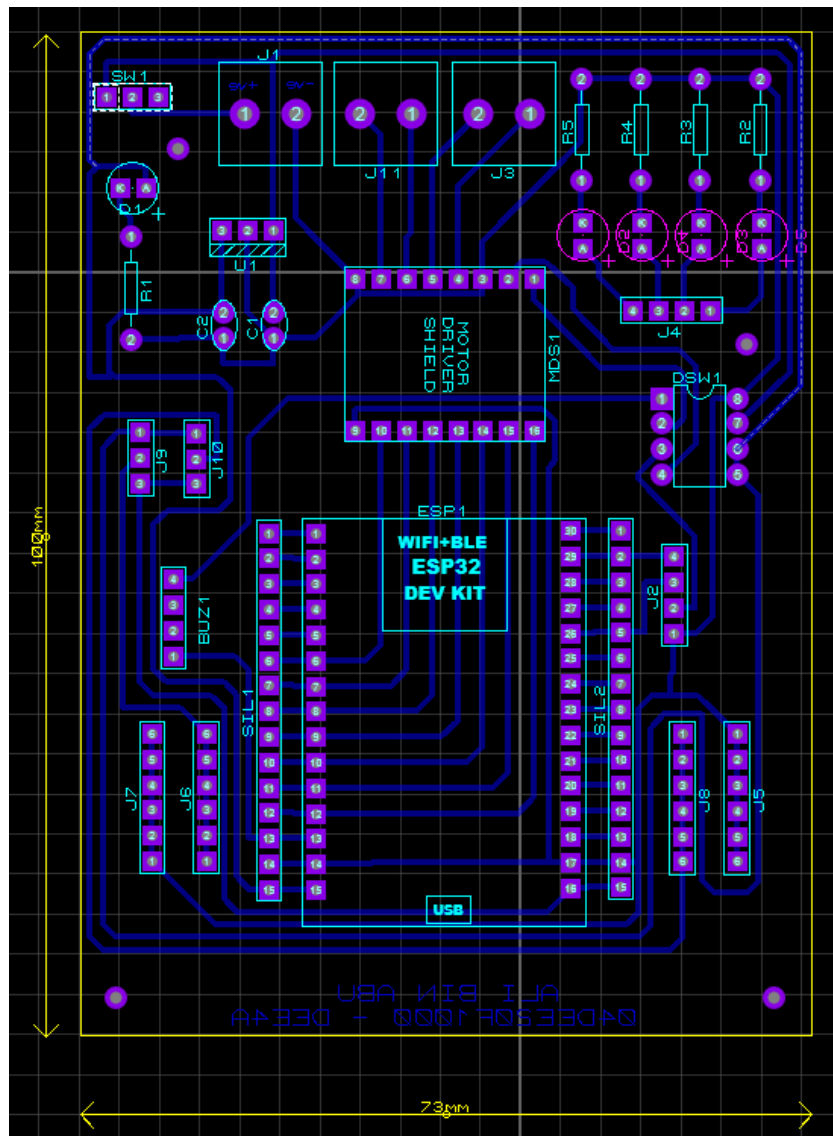
Rajah 3.18: Ikon *Auto Router*

1.25. klik butang *Begin Routing* seperti Rajah 3.19 untuk mengarahkan komputer membuat/ sambungan litar secara automatik.



Rajah 3.19: Paparan tettingkap *Begin Routing*

1.26. Hasilnya *Begin Routing* adalah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.20.

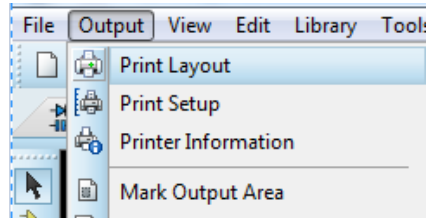


Rajah 3.20: Hasil selepas *Begin Routing*

- 1.27. Sekiranya masih terdapat laluan litar yang tidak besambung secara automatik. Ulang langkah 1.24 sehingga kesemua laluan litar bersambung seperti Rajah 3.20.

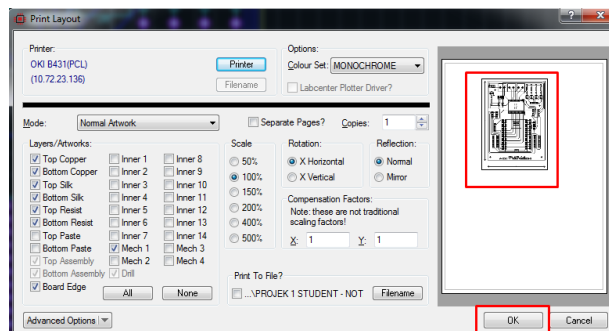
PROSES MENCETAK SUSUNATUR LITAR

- 1.1. Klik menu *Output* dan pilih *Print Layout* pada menu Turun ke Bawah seperti Rajah 3.21 di bawah.



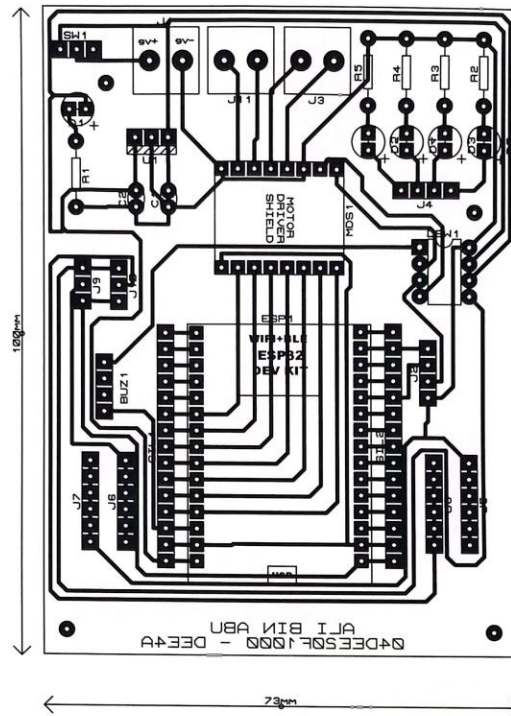
Rajah 3.21: Menu Turun ke Bawah *Print Layout*

- 1.2. Pada paparan tettingkap *Print Layout*, klik pada gambarajah litar dan heret ke tengah litar. Setkan kedudukan litar di bahagian tengah pada bahagian atas kertas seperti di dalam Rajah 3.22.



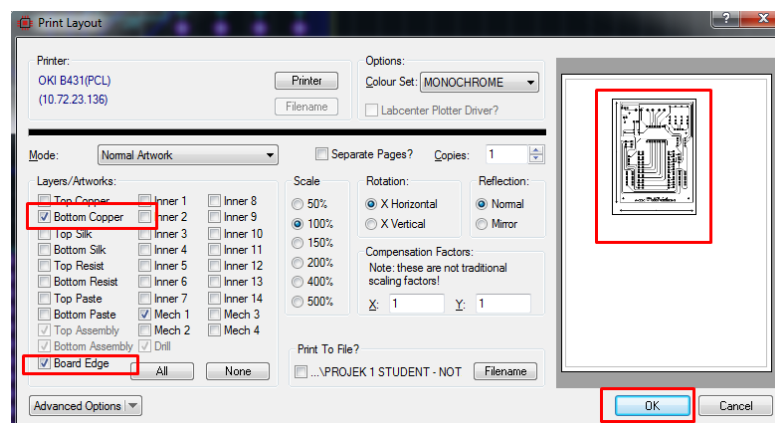
Rajah 3.22: Paparan tettingkap *Print Layout*

- 1.3. Letakkan kertas A4 pada mesin pencetak dan tekan butang OK untuk mencetak gambar komponen dan laluan litar yang telah dilukis sebagai rujukan pada masa pematerian komponen nanti. Hasil cetakan susunatur komponen dan laluan litar adalah seperti Rajah 3.23.



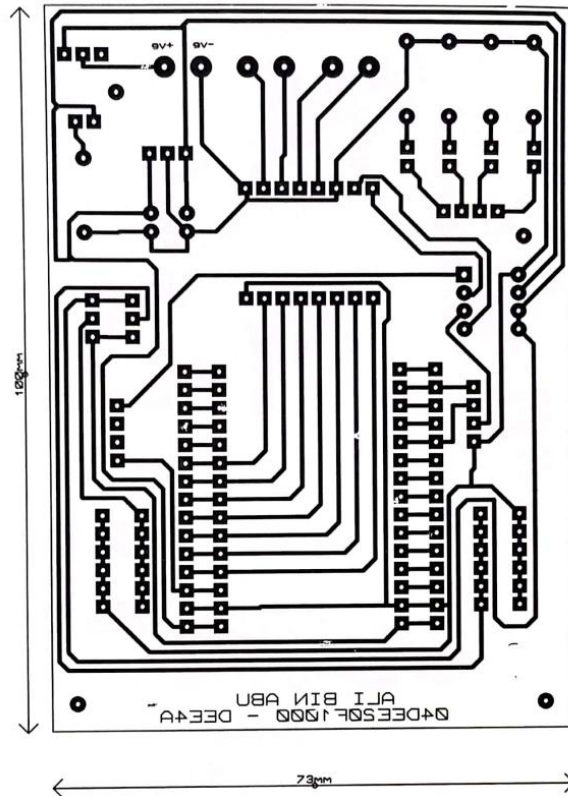
Rajah 3.23: Susunatur Komponen dan Lualan Litar

- 1.4. Ulang Langkah 1.1 bagi menghasilkan litar untuk melakukan proses pendedahan Ultra Violet (UV) dan proses punaran (*Etching*).
- 1.5. Ulang Langkah 1.2
- 1.6. Pastikan pada bahagian *Mode* tandakan \checkmark pada *Bottom Copper* dan *Board Edge* sahaja seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.25.



Rajah 3.25: Paparan Tetingkap *Print Layout* untuk *Bottom Copper* dan *Board Edge*

- 1.7. Letakkan kertas *tracing* pada mesin pencetak dan tekan butang *print* untuk mencetak lualan litar sahaja seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.26.

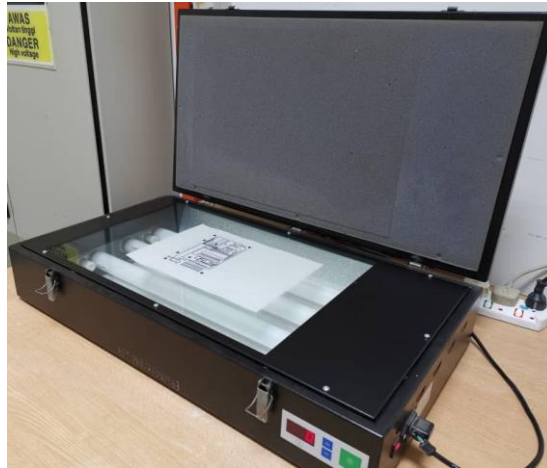


Rajah 3.26: Hasil Langkah 1.7

PROSES PRESENTISIZING

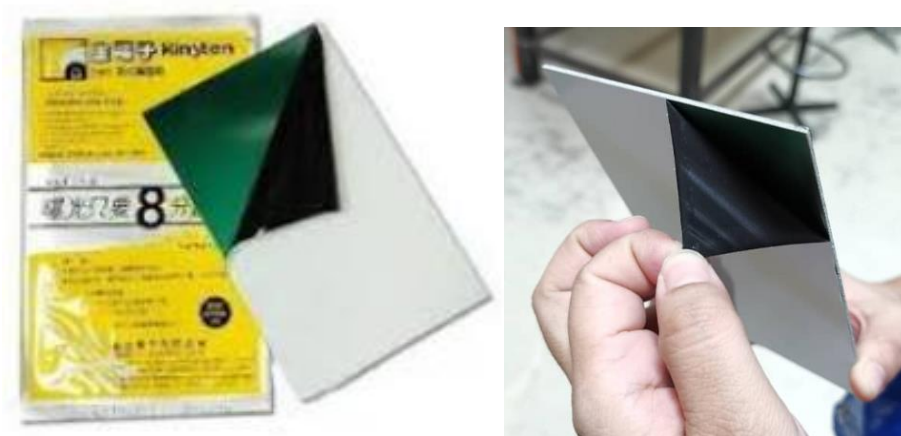
Presensitizing adalah kaedah memproses PCB yang melibatkan penggunaan pendedahan cahaya ultra violet (UV). Berikut adalah Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *presensitizing*.

- 1.1. Buka penutup atas peralatan UV EXPOSURE.
- 1.2. Letakkan hasil cetakan litar menggunakan kertas *tracing* seperti Rajah 3.26 di atas permukaan kaca dalam keadaan **tidak terbalik** seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.27.



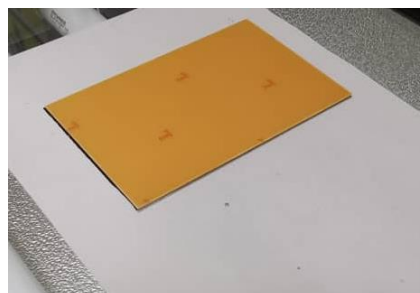
Rajah 3.27: Alat UV Exposure

- 1.3. Koyak lapisan pelindung *Presensitized PCB* dalam keadaan terbalik seperti Rajah 3.28. Ini adalah supaya permukaannya tidak terkena cahaya lampu di dalam makmal projek atau cahaya UV matahari secara langsung.



Rajah 3.28: Lapisan Pelindung *Presensitized PCB*

- 1.4. Tekupkan *Presensitized PCB* di atas kertas *tracing* sesuai dengan garisan saiz yang telah dicetak dengan pantas seperti Rajah 3.29.



Rajah 3.29: Kedudukan *Presensitized PCB*

- 1.5. Tutup dan kunci peralatan UV EXPOSURE.
- 1.6. Tekan suis untuk hiduapkan UV EXPOSURE dan setkan masa selama 40 saat dengan menekan butang tanda ke atas atau ke bawah seperti Rajah 3.30.



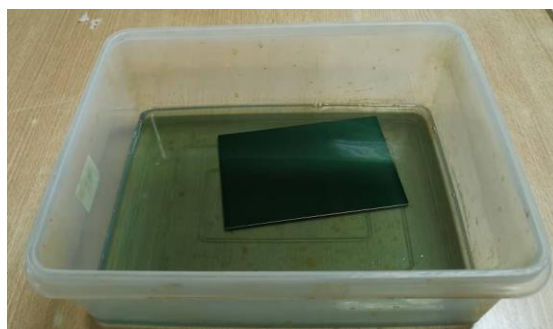
Rajah 3.30: Paparan Tetapan Masa *UV EXPOSURE*

- 1.7. Tekan butang hijau untuk mula melakukan proses UV terhadap *Presensitized PCB*. Tunggu sehingga proses ini selesai.

PROSES MEMBUANG FOTORESIS

Proses ini akan membunag fotoresis yang tidak diperlukan pada PCB secara melarutkan bahagian fotoresis yang tidak diperlukan dan membiarkan laluan litar tetap pada PCB. Berikut adalah langkah-langkah yang dilaksanakan.

- 1.1. Masukkan kepingan PCB yang telah didedahkan pada sinar UV ke dalam bekas yang mengandungi air *developer* dengan menggunakan penyepit plastik yang disediakan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.31. (Basuh tangan atau baju dengan menggunakan air paip jika terkena larutan garam ini untuk mengelakkan rasa gatal pada kulit)



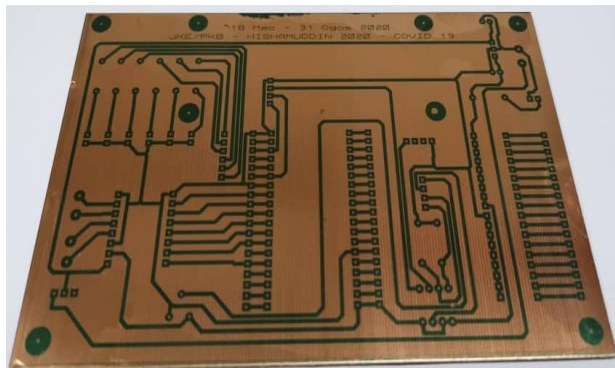
Rajah 3.31: Air *developer*

- 1.2. Pastikan bahagian lapisan kuprum berada di bahagian atas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.31.
- 1.3. Goyangkan bekas tersebut ke kiri dan kekanan selama 5 minit atau sehingga laluan litar kelihatan jelas pada PCB seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.32.



Rajah 3.32: Hasil Langkah 1.3

- 1.4. Keluarkan PCB dari bekas dengan menggunakan penyepit plastik yang telah disediakan dan basuh ia dengan menggunakan air paip. Hasilnya adalah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.33.



Rajah 3.33: Hasil Langkah 1.4

PROSES PUNARAN

Proses punaran (*Etching*) adalah salah satu langkah utama dalam pemrosesan akhir papan litar bercetak (PCB). Proses ini menghilangkan lebih tembaga sehingga dapat mendedahkan corak atau laluan litar yang diinginkan. Dalam proses ini, semua tembaga dikeluarkan kecuali litar yang dilindungi oleh penyaduran timah yang digunakan semasa langkah sebelumnya dalam pembuatan PCB. Tin kemudian dilucutkan dan tembaga dibersihkan dan litar yang baru siap siap untuk beralih ke langkah seterusnya dalam pembuatan. Berikut adalah Langkah-langkah yang dilakukan.

- 1.1. Masukkan dan letakkan PCB ke dalam mesin *etching* dengan menggunakan penyepit plastik seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.34 untuk membuang lapisan kuprum yang tidak diperlukan dan meninggalkan hanya laluan litar sahaja pada PCB.



Rajah 3.33: (a) Mesin *etching*

(b) Kedudukan PCB di dalam mesin *etching*

- 1.2. AMARAN. Pastikan cecair asid *Ferric Chloride II* (Fe_2Cl) yang digunakan tidak terkena pada pakaian atau kulit. Asid ini boleh menyebabkan pakaian menjadi kotor serta terhakis dan kulit mengalami gatal-gatal)
- 1.3. Tutup penutup mesin *etching* seperti Rajah 3.35.



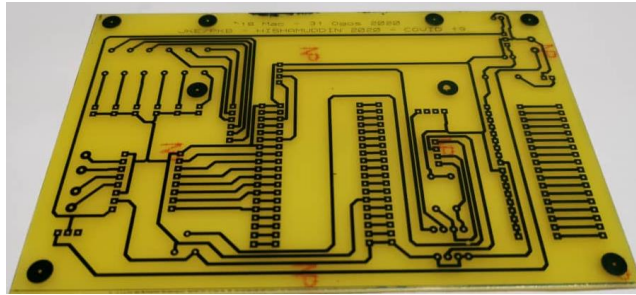
Rajah 3.35: Kedudukan Penutup Mesin *etching*

- 1.4. Setkan suhu mesin *etching* kepada 45°C dan masa selama 1 minit seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.36. (PERHATIAN: Pastikan pensyarah penyelia atau pembantu makmal berada bersama-sama).



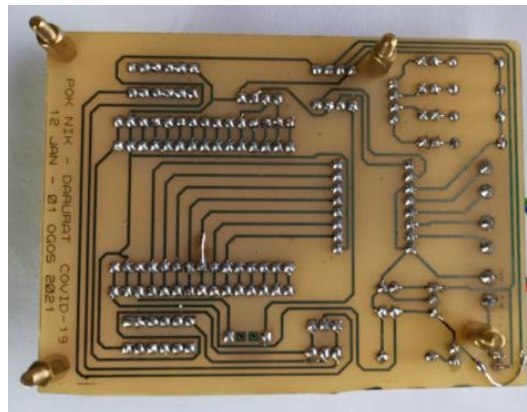
Rajah 3.35: Tetapan Suhu dan Masa Mesin *etching*

- 1.5. Tekan butang bertanda U untuk menghidupkan mesin *etching* bagi memulakan proses membuang lapisan kuprum yang tidak dikehendaki.
- 1.6. Tunggu sehingga mesin berhenti untuk melihat samada proses penghasilan litar pada PCB selesai atau tidak.
- 1.7. Ulang langkah 1.5 sehingga kesemua lapisan kuprum yang tidak dikehendaki telah dihakis oleh asid.
- 1.8. Keluarkan litar PCB yang telah selesai proses dari mesin *etching* dengan menggunakan penyepit plastik yang disediakan.
- 1.9. Basuh PCB dengan menggunakan air paip untuk menghilangkan kesan asid dari litar PCB. Hasil adalah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.36.



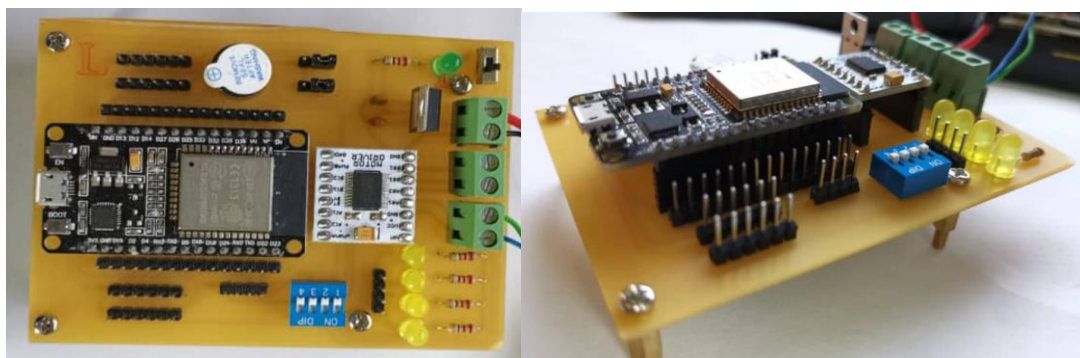
Rajah 3.36: Hasil Langkah 1.9

- 1.10. Seterusnya, lakukan proses menebuk lubang kaki komponen pada PCB dengan menggunakan mesin penebuk yang telah disediakan.
- 1.11. Kemudian, masukkan komponen dengan merujuk pada litar yang telah dicetak pada kertas A4 seperti Rajah 3.23.
- 1.12. Lakukan, proses pematerian komponen sehingga mendapatkan hasil seperti Rajah 3.37.



Rajah 3.37: Hasil Proses Pematerian

- 1.13. Rajah 3.38 adalah litar projek yang telah dihasilkan dan boleh diteruskan dengan pengujian.



Rajah 3.38: Litar Projek

RUJUKAN

- AddOhms. (24 February, 2016). *Linear Voltage Regulators (LM7805) | AO #17*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=OAoEWaGtQjs>
- Akbari, M. (2019). *Getting Started with the ESP32 on Arduino IDE*. Retrieved from <https://electropeak.com/learn/getting-started-with-the-esp32/>
- BAHARIN, M. N. (Julai, 2011). *MANUAL PENYEDIAAN PAPAN LITAR BERCETAK (PCB)*. Retrieved from <https://aminmaizun.files.wordpress.com/2011/07/manual-penyediaan-pcb.pdf>
- DroneBot Workshop_ESP32*. (2021). Retrieved from <https://dronebotworkshop.com/esp32-2/>
- DroneBotWorkshop. (2 April, 2020). *Introduction to ESP32 - Getting Started*. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=xPIN_Tk3VLQ
- Electronics Fundamentals: Voltage Regulator*. (2021). Retrieved from <https://www.jameco.com/Jameco/workshop/learning-center/voltage-regulator.html>
- ESP32 Series Datasheet*. (2021). Retrieved from https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
- Insight Into ESP32 Features & Using It With Arduino IDE*. (2021). Retrieved from <https://lastminuteengineers.com/esp32-arduino-ide-tutorial/>
- Lewis, J. (6 October, 2012). *Voltage Regulator Tutorial and Basics*. Retrieved from <https://www.baldengineer.com/regulator-basics.html>
- Power Supplies for Beginners, Part 3*. (2021). Retrieved from <https://www.electronicstutorials.ws/supplies/power-supplies-for-beginners-part-3.html>
- ProjectsandProducts. (22 September, 2018). *How to Use Proteus.Tutorial for beginners#1*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=NJlbSI6qG6Q>
- Shamshiri, A. (14 September, 2019). *How to use ESP32 with Arduino IDE full details with examples and code*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=--Fj8QDIGuQ>
- Shojaei, A. M. (2019). *Interfacing TB6612FNG Dual Motor Driver with Arduino*. Retrieved from <https://electropeak.com/learn/interfacing-tb6612fng-dual-motor-driver-module-with-arduino/>


POLITEKNIK
MALAYSIA
KOTA BHARU
KM. 24, Kok Lanas,
16450 Ketereh, Kelantan
09-7889 126

e ISBN 978-967-2702-00-9



9 7 8 9 6 7 2 7 0 2 0 0 9