

Pembangunan Papan Litar Bercetak bagi EqR Edukit dan Mobile E-Meter di Jabatan Kejuruteraan Elektrik, POLIMAS

Zulkefli Iberahim¹, Zainatul Azira Binti Ismail² & Mohd Hairol Mizzam Bin Haris³

¹²³Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Sultan Abdul Halim Mu'adzam Shah, Kedah, Malaysia

Abstrak: Keperluan alat bahan bantu mengajar kursus Electronic Equipment Repair semasa sesi pembelajaran atas talian semasa era pandemik telah mencetus idea penghasilan inovasi yang dikenali EqR Edukit dan Mobile E-Meter. Kedua-dua alat bantu mengajar ini akan membantu para pensyarah melaksanakan amali walaupun semasa pelajar berada di rumah. Ini sekaligus dapat mencapai *course learning outcome* yang memerlukan para pelajar melaksanakan *hands-on* dan praktikal. EqR Edukit ini boleh digunakan di dalam empat kerja amali di dalam kursus tersebut manakala Mobile E-Meter pula menggunakan dua teknologi tanpa wayar iaitu Bluetooth dan Wifi bagi membolehkan bacaan dipantau dari jarak jauh oleh pensyarah dan rakan sekelas. Dua printed circuit board (PCB) atau papan litar bercetak telah dibangunkan bagi kedua-dua inovasi ini bagi mencapai kesemua fungsi yang telah ditetapkan. Setelah proses mengkaji papan mikropengawal, sensor, dan komponen yang sesuai dilakukan, proses melukis skematik dimulakan. Proses seterusnya adalah merekabentuk PCB dan routing dimulakan. Setelah selesai fabrikasi, PCB dipasangkan komponen dan dipateri. Proses terakhir adalah proses pengujian dilakukan dan didapati kesemua fungsi EqREdukit dan E-meter berjaya mencapai objektif yang telah ditetapkan.

Kata kunci: Papan Litar Bercetak, Elektronik, Internet of Things, Kit, Pengajaran dan Pembelajaran.

1.0 PENGENALAN

Printed Circuit Board (PCB) digunakan bagi mewujudkan sambungan diantara komponen komponen seperti papan mikropengawal, perintang, sensor, diod, terminal berskrul dan sebagainya. PCB secara asasnya mempunyai beberapa komponen utama, iaitu *Copper Layer* dan *Dielectric Core* bagi PCB satu lapisan. Bagi PCB yang mempunyai dua lapisan, bahagian atas dan bawah akan mempunyai *Top Copper layer* dan *Bottom Copper Layer*. Bilangan *Copper Layer* ini boleh ditambah sehingga enam lapisan mengikut kemampuan mesin pengilang.

Bagi penghasilan PCB untuk EqREdukit dan Mobile E-meter PCB 2 lapisan telah dipilih kerana bilangan komponen yang tidak terlalu banyak dan saiz yang diperlukan bagi papan litar keduadua projek ini adalah 100mm x 100mm sahaja. Untuk memulakan proses merekabentuk gambarajah blok yang kemudiannya akan diubah menjadi skematik dengan menggunakan perisian *Electronic CAD*. Perisian yang akan digunakan dalam pembangunan PCB dalam artikel ini ialah Proteus. Skematik yang dihasilkan daripada gambarajah blok akan mewakili symbol komponen dan sambungan daripada setiap pin pada komponen didalam nya.

Skematik akan di semak dan dipadankan dengan *Bill of Material* (BOM) yang disenaraikan awal semasa sesi perbincangan ataupun semasa pemilihan komponen dalam lakaran skematik. Ini bagi mengelakkan pemilihan komponen yang tidak sama dengan stok yang telah dibeli ataupun yang tidak wujud atau sukar didapati dalam pasaran. Fasa seterusnya ialah merekabentuk PCB Layout. Ini melibatkan parameter papan litar, lokasi komponen, kesesuaian dengan casing, probe pengukuran dan jenis bekalan kuasa.



Elemen utama dalam *Mobile E-Meter* adalah Pengukuran dan *Internet OF Things* (IoT). Pengukuran memerlukan PCB bagi *Mobile E-meter* mempunyai sambungan probe dan mampu menghantar maklumat melalui wifi internet. Keperluan IoT kepada peralatan dilihat semakin berkembang dimana data boleh dihantar kepada banyak peralatan terutamanya peranti pintar. Sebagai contoh maklumat kerusi roda yang mempunyai fungsi IoT membolehkan menghantar maklumat sekiranya berlaku kecemasan. (S. Park, 2013). Teknologi IoT dimanfaatkan juga untuk menjadi alat penilaian kesakitan untuk sistem pemantauan pesakit secara jarak jauh. Alat pengukuran seperti ini juga ada digunakan bagi memantau pemain bola sepak supaya sesuatu peristiwa kecederaan dapat dianalisis dan diselesaikan. (G.Yang, 2018) Oleh itu, IoT boleh digunakan dalam alat pengukuran voltan dan arus bagi meningkatkan kebolehfungsiannya. Salah satu papan litar mikropengawal bersaiz kecil dan yang boleh digunakan bagi kefungsiannya wifi ini adalah Wemos D1 Mini. (F. H. Purwanto, 2018). Bagi *EqR EduKit*, PCB yang dibangunkan lebih kepada suatu litar FM Transmitter and Receiver. Komponen yang disediakan akan dipasang mengikut litar yang telah ditunjukkan. Kemahiran pemasangan akan diperlukan bagi memastikan litar berfungsi yang sepatutnya.

2.0 METODOLOGI

Dalam pembangunan papan litar bagi *EqR Edukit* dan *Mobile E-Meter* kaedah merebentuk dan fabrikasi adalah menggunakan Design Thinking. Didalam kaedah ini terbahagi kepada 5 fasa iaitu Mengenalpasti pengguna, Mengenalpasti keperluan, Percambahan Idea, Pembangunan Prototaip dan Pengujian.

Fasa 1 Mengenalpasti Pengguna

Terdapat dua pengguna bagi projek ini iaitu Pelajar dan Pensyarah. Pelajar yang dimaksudkan adalah pelajar yang mengambil pelajaran pada semester 3 adalah kursus DEE30052 Electronic Equipment Repair dan bagi Pensyarah pula adalah pensyarah kursus serta pembantu kepada pensyarah berkenaan.

Fasa 2 Mengenalpasti keperluan

Dalam fasa ini untuk merekabentuk papan litar bercetak (PCB) yang mempunyai elemen komponen dan fungsi tertentu perlulah terlebih dahulu mengenalpasti keperluan yang dikehendaki oleh pengguna. Berdasarkan silibus dan pengguna maka antara elemen utama yang dikenalpasti ialah:

- i. Alat pengukuran
- ii. Mampu melaksanakan amali
- iii. Elemen diukur iaitu voltan dan arus
- iv. Pematerian
- v. Mengenalpasti kerosakan
- vi. Sambungan Bluetooth
- vii. Sambungan Internet-Wifi

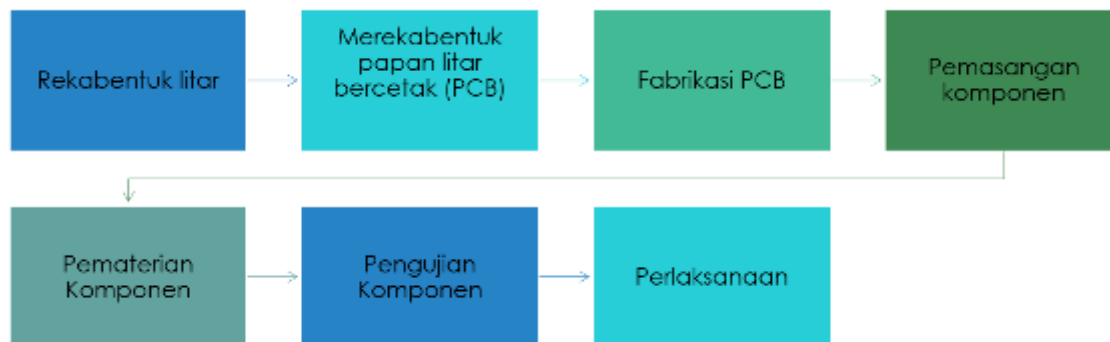
Fasa 3 Percambahan Idea

Setiap keperluan di bincangkan bagi memnetukan apakah keperluan komponen dan peralatan bagi membina PCB bagi EqR Edukit dan Mobile E-Meter ini. 5 bahagian utama dibahagiakan bagi memudahkan pemilihan komponen dan peralatan

- Kit Elektronik – Komponen, Pemasangan dan pematerian dan Sesi amali Praktikal
- Medium Komunikasi – Internet dan Bluetooth
- Pembelajaran Online – Pengukuran jarak jauh bagi nilai voltan dan arus
- Pengukuran – Mekanisme pengukuran coltan, arus dan jenis probe
- Paparan – Paparan yang diperlukan pada telefon pintar, liquid crystal display dan organik liquid display.

Fasa 4 Pembangunan Prototaip

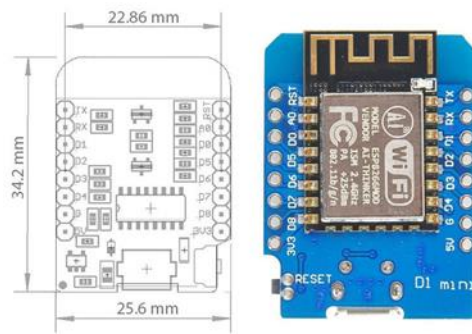
Fasa ke empat dibahagikan kepada tujuh langkah pembangunan. Tujuh langkah ini diterangkan dalam Rajah 1 dibawah.



Rajah 1: Proses rekabentuk PCB

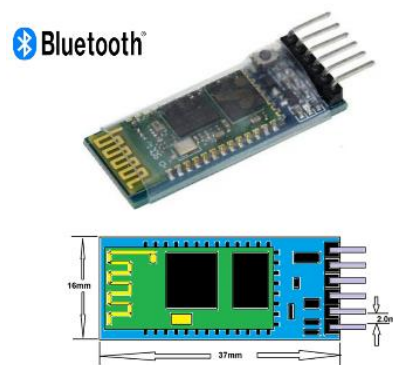
Proses pertama iaitu rekabentuk litar merangkumi proses merekeabntuk litar skematik, merekabentuk papan litar bercetak, proses silkscreen, 3D modelling dan penjaan fail gerber. Dalam proses rekabentuk litar pemilihan papan litar mikropengawal adalah sangat penting bagi menjami setiap komponen yang dipilih dapat di integrasikan bersama papan litar utama dan komponen-komponen lain yang telah dibincangkan sebelum ini.

Papan litar mikropengawal yang dipilih perlulah mampu mempunyai teknologi sambungan wifi internet dan mempunyai bilangan pin masukan dan keluaran yang mencukupi bagi di sambung kepada komponen-komponen lain. Bagi board e-meter papan litar mikropengawal yang dipilih iaih WEMOS Mini D1 Board seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2 dibawah yang menggunakan 3.3V sebagai bekalan kuasa, mempunyai 11 pin masukan dan keluaran, satu pin analog, clock speed Clock Speed: 80MHz/160MHz, nilai Flash sebanyak 4M bytes, Panjang litar berukuran 34.2mmx25.6mm dan berat 10g. Ia juga mempunyai sokongan sambungan wifi 802.11 b/g/n, AP (Access Point), STA (Standalone), AP+STA dan menyokong WEP, CRC, CCMP, WPA/WPA2, dan WPS



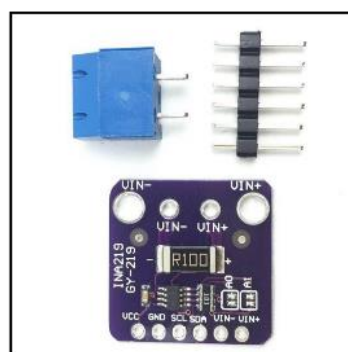
Rajah 2: WEMOS Mini D1

Bagi menyokong sambungan Bluetooth pada papan litar e-meter, modul Bluetooth HC-06 telah dipilih. HC-06 seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 3 merupakan Transceiver yang boleh berfungsi sebagai penyampai dan penerima. Ia mempunyai kemampuan sambungan sehingga 10 meter, menggunakan bekalan kuasa dari 3.3V hingga 6V dengan nilai arus 30~40mA semasa pairing dan ketika beroperasi mod biasa pada 8mA. Bluetooth module ini mempunyai dimensi 27mm×13mm×2.2mm.



Rajah 3: Bluetooth Module HC06

Pengukuran arus dan voltan merupakan elemen pengukuran utama bagi EqR Edukit dan Mobile E-Meter. Untuk membolehkan litar mengukur nilai parameter ini, projek ini menggunakan penderia voltan dan arus INA219 merujuk kepada Rajah 4 yang disambungkan menggunakan protokol I2C. Beroperasi pada nilai voltan 3.3V hingga 5V, kemampuan mengukur voltan bernilai hingga 26V dan arus bernilai 3.2A. Pengukuran arus beresolusi $\pm 0.8\text{mA}$ dan papan litar penderia ini berukuran 0.9inci x 0.8inci

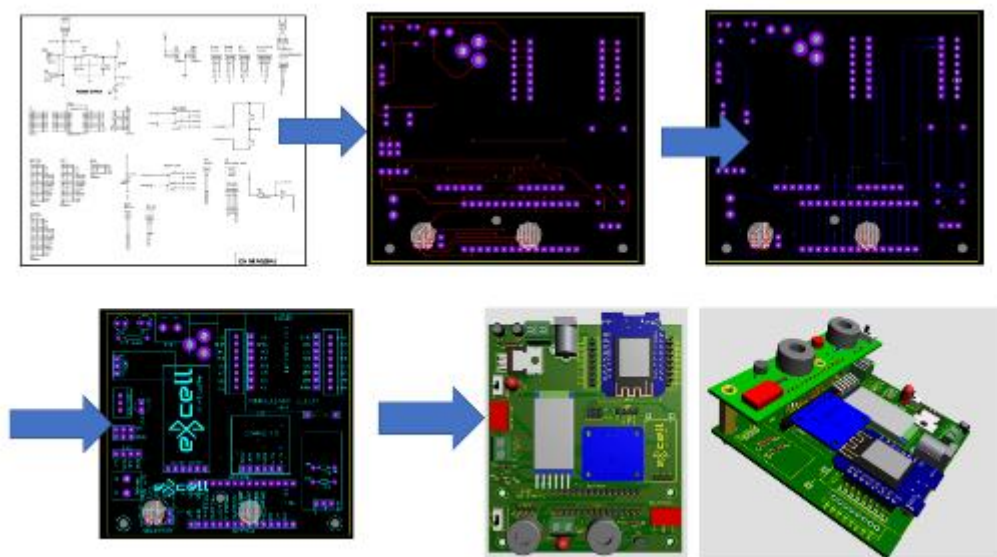


Rajah 4: INA219

Bekalan kuasa bagi papan litar EqrEdukit dan Emeter menggunakan beberapa sumber, iaitu DC 2.1mm adapter, terminal block dua hala 5mm dan USB micro female adapter. Bagi penggunaan terminal block boleh menyokong dari 5V sehingga kepada 15V masukan menggunakan bateri atau sebarang sel kering.

Proses melukis litar skematik bagi kedua-dua litar ini adalah dengan menggunakan perisian Proteus. Litar skematik dilukis mengikut rajah dibawah. Kemudian proses rekabentuk PCB dibuat dengan berpanduan sambungan skematik. Komponen disusun supaya sesuai dengan keperluan yang telah ditetapkan. Susunan ini sangat penting bagi memastikan PCB dapat dimuatkan di dalam casing dan dapat mempunyai saiz yang sesuai serta mudah dipegang.

Selepas proses menyusun komponen, PCB akan melalui proses routing dimana sambungan skematik akan ditukar kepada copper track. Sambungan track ini sangat penting bagi memastikan arus dapat mengalir dan data dapat dihantar serta diterima. Selesai proses routing, PCB akan dilabelkan dengan label yang sesuai. Label ini adalah seperti proses melabel polarity dan nama pin. Proses ini dipanggil Silkscreen, yang mana tulisan dan label akan diletakkan di lokasi yang sesuai bagi memudahkan pengguna board menggunakan PCB ini nanti selepas siap difabrikasi. Sebaik sahaja proses silkscreen selesai, paparan 3D dijana bagi membantu melihat pre result bagi PCB yang sedang direka. Paparan 3D ini juga dapat membantu kita menyemak clearance bagi setiap komponen yang telah diletakkan di atas board.



Rajah 5: Rekabentuk litar skematik dan PCB

Apabila proses rekabentuk selesai maka PCB tersebut akan ditukarkan kepada format Gerber. Gerber adalah fail format yang digunakan oleh industri dalam mengfabrikasi PCB menggunakan mesin CNC. Fail gerber yang telah dijana akan dihantar ke kilang dengan menggunakan tempahan atas talian melalui laman web kilang tersebut.

Fasa 5 : Pengujian

Dalam fasa kelima, papan litar yang telah siap di pasang dan dipateri akan melalui proses pengujian seperti yang Antara pengujian yang dilaksanakan adalah pengujian bekalan kuasa bagi masukan dan keluaran, boot-up papan litar WEMOS D1 Mini dan Bluetooth

Module, dan pengujian sambungan internet dan Bluetooth. Sampel kod pengaturcaraan di muat naik dan kestabilan PCB dipantau dan keluaran di uji bagi memastikan litar berfungsi seperti yang ditetapkan ditunjukkan dalam Rajah 6.



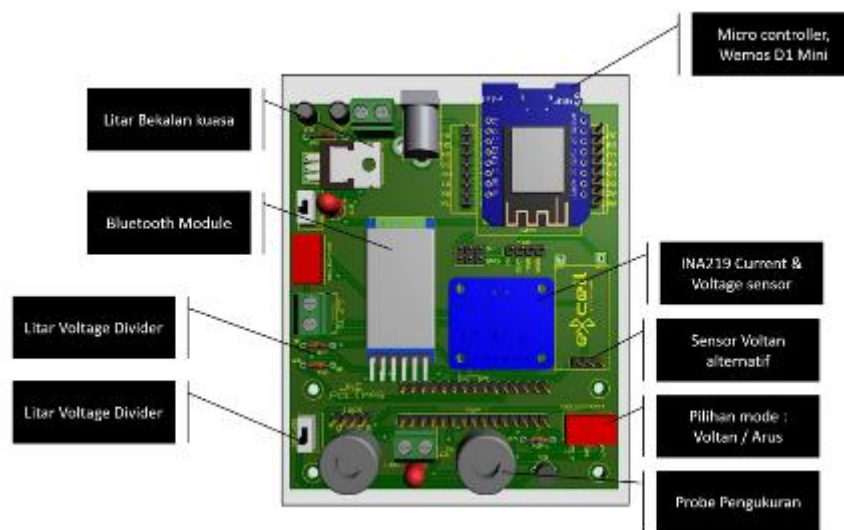
Rajah 6: Proses pengujian PCB bagi EqR Edukit dan Mobile E-Meter

3.0 HASIL DAPATAN

Rajah 7 dan Rajah 8 menunjukkan hasil dapatan bagi pembangunan PCB bagi EqR Edukit dan Mobile E-Meter. Kedua dua PCB ini telah dibangunkan dan dilengkapi dengan fungsi yang telah dikenalpasti bagi membantu proses pengajaran dan pembelajaran. Ciri ciri PCB bagi Mobile E-Meter adalah adalah seperti yang dipaparkan didalam Jadual 1 dan bagi EqR Edukit di dalam Jadual 2.

Jadual 1 : Spesifikasi PCB Mobile E-Meter

No.	Perkara	Spesifikasi
1	Bekalan Kuasa	9V
2	Medium Komunikasi	Papan Litar Pengujian
3	Papan Litar Pengawal	Tiada
4	Saiz Papan Litar	100mmx100mm



Rajah 7: Mobile E-Meter PCB

Jadual 2 : Spesifikasi PCB EqR EduKit

No.	Perkara	Spesifikasi
1	Bekalan Kuasa	9V
2	Medium Komunikasi	Papan Litar Pengujian
3	Papan Litar Pengawal	Tiada
4	Saiz Papan Litar	100mmx100mm



Rajah 8: EqR EduKit PCB

4.0 Kesimpulan

Pembangunan papan litar bercetak bagi EqR Edukit dan Mobile E-Meter telah berjaya dicapai. EqR Edukit dan Mobile E-Meter berfungsi seperti yang telah ditetapkan iaitu pengukuran voltan dan arus, bacaan secara langsung menggunakan sambungan internet wifi dan bluetooth. Satu grafik pengantara muka juga diwujudkan bagi memudahkan pengawalan fungsi dan pembejalaran atas talian. Satu kajian keberkesanan akan dijalankan bagi menilai keberkesanan kedua dua papan litar ini.



RUJUKAN

F. H. Purwanto, E. Utami and E. Pramono, "Design of server room temperature and humidity control system using fuzzy logic based on microcontroller," 2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), 2018, pp. 390-395, doi: 10.1109/ICOIACT.2018.8350770.

D. Brateris, D. Bedford, D. Calhoun, et al., "The smartphoneenabled DMM," IEEE Instrum. Meas. Mag., vol. 17, no. 4, pp. 47-54, Aug. 2014.

S. Park, T. T. T. Ha, J. Y. Shivajirao, et al., "Smart wheelchair controlsystem using cloud-based mobile device," in Proc. 2013 Int. Conf. IT Convergence and Security (ICITCS), pp. 1-3, 2013.

G. Yang, M. Jiang, W. Ouyang, et al., "IoT-based remote pain monitoring system: from device to cloud platform," IEEE J. Biomedical and Health Informatics, vol. 22, no. 6, pp. 1711-1719, Nov. 2018.

K. Xia, H. Su, J. Ni, B. Liu, Y. Ye and H. Li, "Smart pen-shaped digital multimeter system based on IoT and cloud," in IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, vol. 22, no. 6, pp. 27-32, Dec. 2019, doi: 10.1109/MIM.2019.8917900.

K. Xia, T. Tang, Z. Mao, Z. Zhang, H. Qu and H. Li, "Wearable smart multimeter equipped with AR glasses based on IoT platform," in IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, vol. 23, no. 7, pp. 40-45, Oct. 2020, doi: 10.1109/MIM.2020.9234764.

Zainatul Azira Ismail, Muhamad Fiqret Illysa Azahar & Ahmad Danial Aiman Afizi. (2019). Single Stage Amplifier Trainer. Advanced Journal of Technical and Vocational Education, 1 (2): 34-39