

EKSPLORASI LITAR KERTAS

Merealisasikan litar
elektronik di atas kertas



ATHIRAH A. RAHIM

EKSPLORASI LITAR KERTAS

Merealisasikan litar
elektronik di atas kertas



ATHIRAH A. RAHIM

<EKSPLOKASI LITAR KERTAS>

eISBN 978-967-2241-99-7

©ePembelajaran Politeknik Merlimau

Penulis

Athirah Binti A.Rahim

Terbitan 2021

Edisi Kedua

Hak cipta terpelihara. Tiada bahagian daripada terbitan ini yang boleh diterbitkan semula, disimpan untuk pengeluaran atau ditukarkan ke dalam sebarang bentuk atau dengan sebarang alat, sama ada dengan cara elektronik, gambar dan rakaman serta sebagainya tanpa kebenaran penulis.

Perpustakaan Negara Malaysia

EKSPLOKASI LITAR KERTAS : Merealisasikan litar elektronik di atas kertas /

ATHIRAH A.RAHIM.

Mode of access: Internet

eISBN 978-967-2241-99-7

1. Electric circuits.
2. Paper work.
3. Government publications--Malaysia.
4. Electronic books.

I. Judul.

621.3192

Diterbitkan oleh:

Politeknik Merlimau, Melaka

KB1031 Pej Pos Merlimau,

77300 Merlimau Melaka

Melaka

PRAKATA



Buku 'Eksplorasi Litar Kertas' ini merupakan buku pembacaan ilmiah yang sesuai bagi individu yang ingin mempelajari seni berkonsepkan gabungan elemen litar elektronik yang diaplikasikan ke atas kertas.

Buku ini terbahagi kepada 3 topik iaitu Topik 1-Pengenalan Litar Kertas, Topik 2- Asas Litar Kertas dan Topik 3- Eksplorasi Litar Kertas. Topik 1 adalah merupakan pengenalan yang menerangkan berkaitan litar kertas dan medium yang digunakan dalam membuat litar secara konvensional dan baru. Topik 2 pula menerangkan material, peralatan dan juga teknik asas yang digunakan untuk membuat litar kertas. Topik 3 adalah topik terakhir yang akan membawa pembaca untuk bersama-sama mengeksplorasi projek-projek litar kertas supaya dapat memberi ilham untuk menghasilkan litar kertas dengan menggunakan kreativiti pembaca sendiri.

Saya sangat berharap agar buku ini dapat memberi manfaat kepada para pembaca dan mengalu-alukan sebarang cadangan untuk penambahbaikan buku ini pada edisi akan datang.

EKSPLORASI LITAR KERTAS

Penghargaan

Alhamdulillah, terlebih dahulu di sini saya ingin memanjatkan rasa syukur kehadrat Allah yang Maha Esa yang telah memberi saya kekuatan dan kegigihan dalam menyiapkan penulisan ini dengan jayanya.

Pertama sekali, tidak wajar untuk melangkaui halaman ini tanpa memberikan penghargaan kepada semua insan-insan disekeliling saya yang telah menjadikan penulisan buku ini berjalan dengan lancar. Di sini saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada suami tercinta Ahmad Azdi Bin Ahmad Kamal serta empat orang buah hati saya iaitu Ahmad Hasif, Aisyah Tihany, Ahmad Uwais dan Ahmad Unais serta seluruh ahli keluarga saya kerana memberikan sokongan dan dorongan berterusan kepada saya sepanjang perjalanan saya dalam menyiapkan penulisan buku ini.

Saya juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada rakan-rakan dan semua pihak yang telah membantu saya secara langsung ataupun tidak langsung dalam menjayakan penerbitan buku ini. Pencapaian ini tidak akan mungkin berlaku tanpa semangat dan dorongan dari mereka. Akhir kata, harapan saya agar buku ini dapat memberi manfaat kepada semua lapisan pembaca tidak mengira latar belakang samada dari bidang elektronik mahupun bidang lain serta dapat meningkatkan lagi idea kreativiti pembaca. Sekian, terima kasih.

Pendahuluan

Buku ini dihasilkan adalah sebagai karya perkongsian berkaitan pengenalan dan teknik- teknik mudah bagi penghasilan seni dalam litar elektronik dengan menggunakan teknik 'paper circuit' atau litar kertas. Teknik yang digunakan ini adalah merupakan gabungan antara binaan litar dengan kraf kertas dan hasilnya akan tercipta satu rekaan litar kertas mengikut kreativiti pereka.

Komponen utama bagi litar elektronik kertas ini adalah dengan menggunakan pita tembaga yang merupakan medium pengalir untuk merealisasikan litar elektronik di atas kertas dengan mudah. Penambahan elemen interaktif elektronik ke atas litar kertas ini dapat memanfaatkan kemahiran atau pun minat dalam asas elektronik sesetengah individu dan boleh juga dijadikan sebagai satu hobi.

Melalui karya ini, penulis akan menggariskan set asas alatan, bahan dan teknik yang digunakan untuk membuat litar elektronik dengan menggunakan kertas yang bermula dari melukis lakaran litar di atas kertas, menampal laluan litar dengan pita tembaga sehinggalah ditambah efek kertas penggerak yang akan berfungsi sebagai satu suis, sensor sebagai input dan keluaran output seperti lampu LED dan paparan segmen LED.

Selain itu, penulis akan berkongsi perjalanan dan beberapa penghasilan seni kreatif penulis sendiri dengan medium elektronik litar kertas ini untuk memberi pengalaman dan panduan kepada pembaca yang masih baharu dalam bidang litar kertas ini.

Akhir sekali, harapan penulis dalam mendokumentasikan buku ini adalah untuk berkongsi ilmu dan pembelajaran kreatif agar dapat memberi sumber inspirasi dan menarik minat semua golongan pembaca tidak mengira bidang walaupun datang dari pelbagai bidang dan latar belakang untuk mencuba karya seni elektronik menggunakan litar kertas ini.

Buku

Eksplorasi Litar Kertas ini boleh dijadikan panduan kepada pengguna baru bagi mempelajari teknik litar elektronik di atas kertas.

Belajar cara kreatif untuk aplikasi litar
di atas kertas

ISI KANDUNGAN

Prakata.....	i
Penghargaan.....	ii
Pendahuluan.....	iii

TOPIK 1 PENGENALAN LITAR KERTAS		1
------------------------------------	--	----------

TOPIK 2 ASAS LITAR KERTAS		14
---------------------------	---	-----------

TOPIK 3 EKSPLORASI PROJEK LITAR KERTAS		25
---	---	-----------

Penutup		46
---------	---	-----------

Rujukan		47
---------	---	-----------



TOPIK 1: PENGENALAN LITAR KERTAS

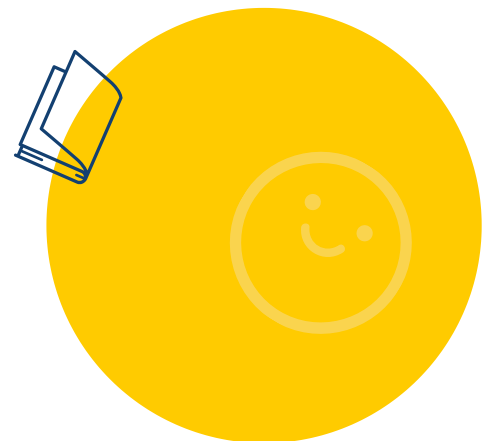
Merealisasikan litar elektronik di atas kertas



APA ITU LITAR KERTAS?


Litar kertas merupakan litar elektronik voltan rendah yang dibuat di atas kertas atau kadbod menggunakan pita tembaga konduktif, LED dan sumber kuasa seperti bateri sel duit syiling. Membuat litar kertas ini adalah kaedah yang sesuai untuk

- mengajar asas elektrik dan bagaimana litar boleh berfungsi. Selain dalam bidang pendidikan, kraf litar kertas ini juga boleh dijadikan projek elektronik yang menyeronokkan dan dapat menghidupkan karya seni kreativiti di atas kertas. Penambahan elemen sensor dan buzzer ke dalam litar pula dapat menambahkan dimensi interaktiviti yang lebih menarik. Projek mudah ini sangat sesuai untuk peringkat kanak-kanak hingga dewasa dan semua yang meminati kraf dan asas elektronik.

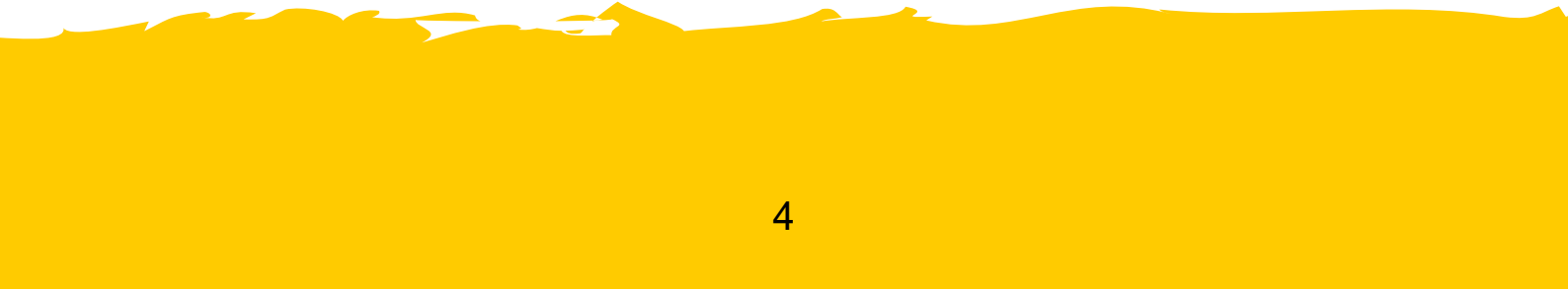
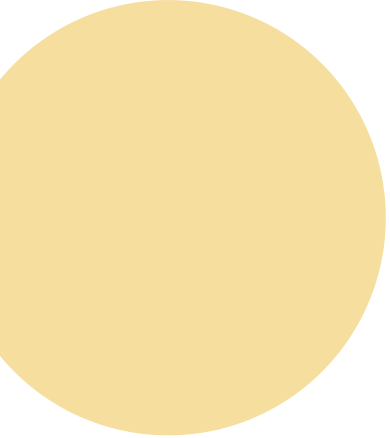


MEDIUM LITAR ELEKTRONIK KONVENSIONAL

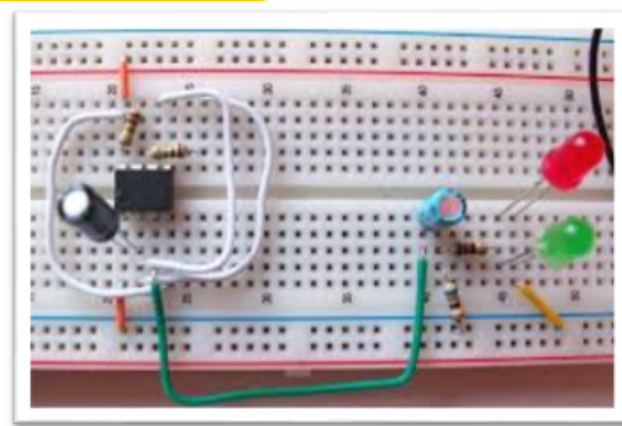
Biasanya, aliran kerja untuk merancang dan membina litar elektronik adalah dengan menggunakan papan litar projek ataupun dikenali dengan 'project board' atau 'breadboard' dan litar tersebut kemudian akan dipindahkan kepada papan PCB. 'Project board' adalah kaedah penyambungan yang digunakan untuk litar sementara di mana ia adalah sekatan plastik dengan grid lubang untuk memasang komponen elektronik. Sambungan sementara dibuat untuk memudahkan komponen litar dihubungkan dengan cepat untuk menguji litar dan komponen jika terdapat kesilapan dalam penyambungan. Dengan menggunakan 'project board' sambungan komponen dapat dipasang atau dicabut dengan mudah untuk dipasang pada grid lain. Walau bagaimanapun, 'project board' ini agak tidak sesuai untuk digunakan sebagai produk akhir kerana komponen mudah tercabut. Oleh itu, ia perlu diterjemahkan ke litar PCB, di mana komponen akan disolder secara kekal pada papan khas 'PCB Board'.



Untuk membuat proses litar PCB, susun atur komponen dan reka bentuk litar memerlukan penggunaan perisian dan melalui proses 'etching' menggunakan Ferric Chloride dan proses ini boleh memakan masa beberapa hari bergantung pada apakah proses itu dibuat sendiri atau pengeluar profesional. Setelah papan dihasilkan, kerja pematerian komponen dapat dilakukan untuk menyelesaikan litar pada papan PCB. PCB adalah papan elektronik yang lebih sesuai untuk tujuan produk elektronik komersial kerana ianya lebih kuat dan mantap berbanding 'project board'.



Gambarajah menunjukkan kaedah dalam membuat litar elektronik dengan menggunakan 'project board' dan papan PCB.

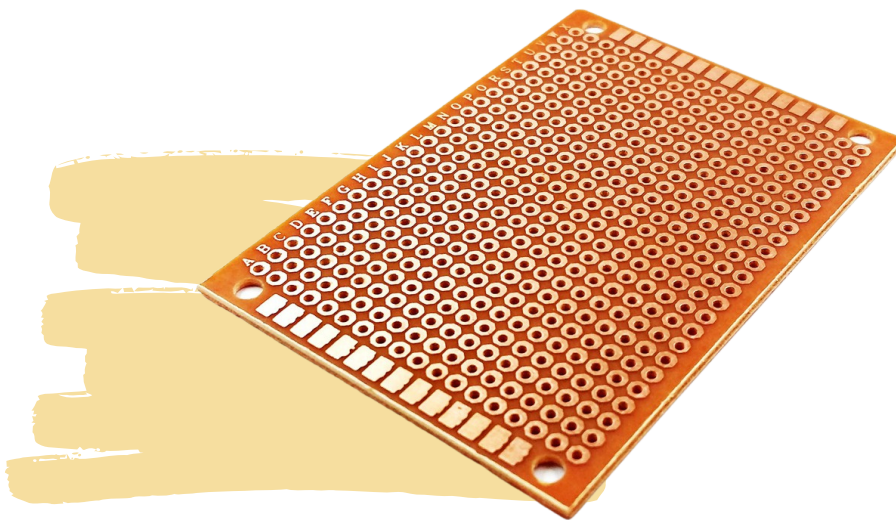


Penyambungan komponen menggunakan 'project board'

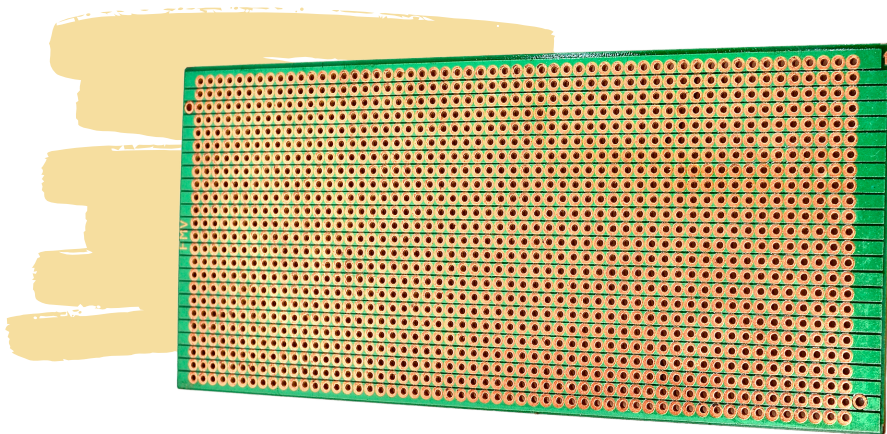


Penyambungan komponen menggunakan papan PCB

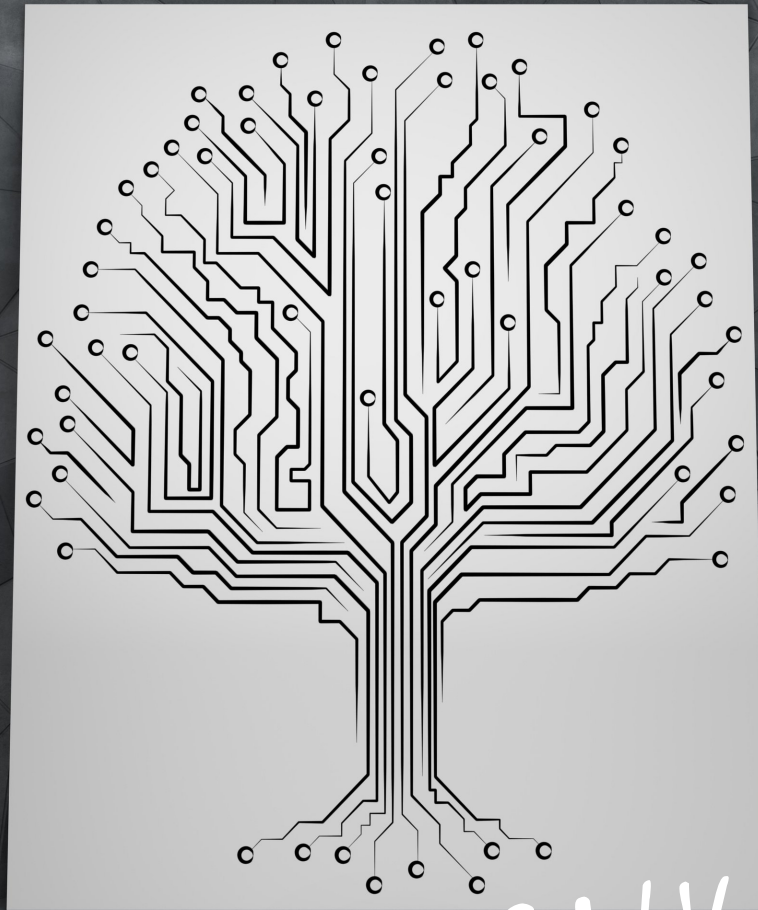
Selain 'project board', penyambungan komponen elektrik juga boleh dibuat menggunakan papan litar yang mempunyai grid lubang pada plat nipis yang dikenali sebagai 'donut board' atau 'strip board'. Walaubagaimanapun, ianya tidak sesuai untuk litar kompleks dan tidak praktikal seperti menggunakan papan PCB.



Penyambungan komponen menggunakan
'donut board'



Penyambungan komponen menggunakan
'strip board'



SETERUSNYA ...



MEREALISASIKAN LITAR ELEKTRONIK DI ATAS KERTAS

MEDIUM LITAR ELEKTRONIK BARU

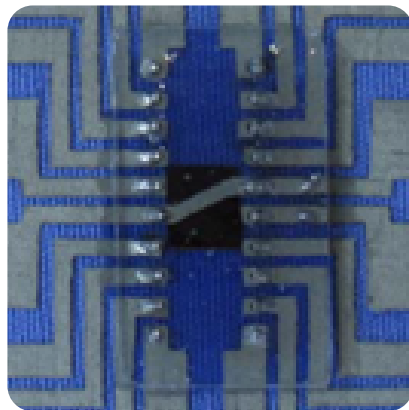
Selain daripada papan litar PCB dan papan litar projek yang biasa digunakan dalam penghasilan litar elektronik, terdapat juga medium litar yang jarang digunakan tetapi berpotensi dalam pasaran teknologi kini. Di antaranya ialah

- Ø kertas
- Ø fabrik
- Ø papan





Litar elektronik di atas kertas dengan menggunakan dakwat pengalir (sumber: Jacoby and Buechley, 2013)

Contoh dalam penggunaan tekstil atau fabrik dalam membuat litar elektronik tanpa menggunakan PCB dapat di lihat seperti gambarajah di bawah. Teknik yang diaplikasikan adalah dengan menggunakan benang konduktor atau cat pada permukaan tekstil atau fabrik yang dinamakan tekstil elektronik atau e-tekstil.



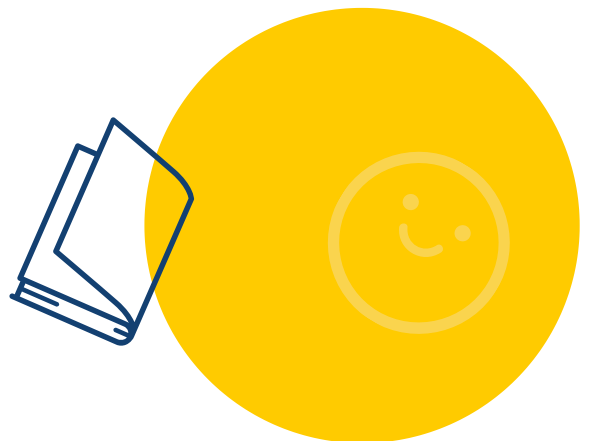
Litar elektronik di atas fabrik
(sumber: Buechley, 2007)

Di dalam buku ini saya akan fokuskan cara penghasilan litar elektronik dengan menggunakan medium kertas. Antara faktor yang menyebabkan penggunaan litar kertas sebagai teknik utama untuk merancang litar adalah kerana ia lembut, fleksibel, mudah dibentuk dengan tangan dengan hanya menggunakan alat yang mudah didapati. Inilah yang dipanggil elektronik yang fleksibel dan amat sesuai untuk diterjemahkan kepada seni menggunakan kertas. Penggunaannya tidak terhad kerana bahannya dapat dipotong dan dilekatkan dengan mudah bergantung pada reka bentuk yang dibuat. Ini menjadikan pereka litar tidak terbatas dalam merekabentuk sesuatu dan menjadi lebih kreatif.



Litar kertas hanya menggunakan bahan kertas biasa atau kadbod dan bahan asas lain seperti pita tembaga konduktif, dakwat konduktif atau cat konduktif tanpa perlu menggunakan PCB dan asid ferik klorida yang mempunyai kandungan yang

- bahaya. asid ferik klorida dikenali sebagai bahan kimia untuk membuat litar papan PCB untuk kegunaan tradisional. Ini adalah produk berbahaya yang memerlukan perhatian khusus dalam mengendalikannya kerana ia boleh menyebabkan kerengsaan saluran pernafasan ketika menyedut wap pekat yang terhasil dari bahan kimia tersebut. Selain itu, ia juga boleh mengakibatkan kerosakan hati atau ginjal yang teruk dan boleh membawa maut jika ditelan.



Untuk penyambungan litar, kreativiti yang akan saya fokuskan adalah kepada penggunaan pita tembaga konduktif kerana ia mempunyai rintangan rendah bagi tujuan membuat litar dan fleksibel untuk sambungan pada kertas. Pita tembaga (kuprum) konduktif ini terdapat dua jenis di pasaran, yang mana ada yang merupakan 'single-sided tape' atau 'double-sided tape'. Pita tembaga bagi jenis 'single-sided' hanya mempunyai pengalir pada bahagian atas sahaja iaitu pada bahagian bukan pelekat pita. Manakala, bagi pita tembaga jenis 'double-sided' pula ianya mempunyai pengalir pada kedua-dua bahagian pita samada di sebelah atas mahupun sebelah pelekat bawah pita. Berdasarkan pengalaman penulis, bagi memudahkan proses aliran arus elektrik, adalah sesuai untuk memilih pita jenis 'double-sided' agar pengaliran arus tidak terganggu apabila kita meletakkan kaki komponen pada sebelah bawah pita kuprum tersebut dan juga memudahkan proses menyambung litar pita tembaga kerana kedua-dua bahagian di sebelah atas dan bahagian di sebelah bawah pita merupakan pengalir.

TOPIK 2: ASAS LITAR KERTAS

Merealisasikan litar elektronik di atas kertas

MATERIAL UNTUK MEMBUAT LITAR KERTAS

Untuk membuat litar kertas elektronik, senarai bahan dan peralatan yang diperlukan untuk memastikan proses membuat litar kertas berjaya adalah dibahagikan kepada:

1. alatan asas litar kertas
2. alat pekakas dan komponen elektronik

Dengan hanya menggunakan bahan asas tanpa bahan kompleks seperti membuat pcb konvensional, projek ini akan mengetengahkan teknik yang boleh disebut sebagai elektronik fleksibel, iaitu PCB berasaskan kertas. Komponen dan peralatan dalam litar ini dipilih agar serasi dan mudah dipateri antara konduktor dan komponen supaya lebih berkesan.

Buku ini memberi galakan dan menekankan konsep litar di mana sesiapa sahaja boleh mula membuat litar berasaskan kertas anda sendiri dengan menggunakan semua bahan dan teknik yang mudah dipelajari, mudah diakses dan sangat berpatutan. Dalam contoh litar kertas yang dihasilkan, semua alat dan bahan mudah diperolehi dari dalam talian atau dari kedai elektronik. Bagi litar yang menggunakan pengawal mikro (microcontroller), ia juga mudah kerana dapat diprogram dan diubahsuai dari kod yang tersedia secara bebas di web atau menggunakan tutorial asas dari buku atau sumber lain.

ALATAN ASAS LITAR KERTAS

Bahan atau kertas berasaskan gentian adalah bahan yang sangat mudah didapati tanpa batasan kerana senang didapati dengan pelbagai pilihan dari segi berat, ketebalan, jenis kekasaran permukaan, ukuran, warna, harga dan banyak lagi. Untuk merealisasikan produk berdasarkan elektronik fleksibel ini, jenis kertas yang saya pilih dalam penghasilan litar kertas ini adalah jenis kertas biasa dan tidak tertumpu kepada sumber kertas tertentu tetapi hanya menggunakan jenis kertas yang mudah didapati di kedai alat tulis. Apa yang anda perlukan ialah:



Kertas



Pita Tembaga



Pisau



Gunting

PERALATAN DAN KOMPONEN ELEKTRONIK

Peralatan elektronik yang biasa digunakan dalam pembuatan rangkaian berdasarkan kertas ini adalah pelucut wayar, klip buaya, pemateri dan multimeter digital.



Pelucut Wayar



Klip Buaya



Pemateri



Multimeter Digital

Pelucut wayar digunakan untuk menghilangkan penebat wayar bagi membolehkan wayar sambungan dengan pita tembaga atau komponen dapat dilakukan dengan kaedah pematerian. Alat seterusnya digunakan klip buaya digunakan untuk membuat sambungan sementara semasa reka bentuk prototaip iaitu sebelum sambungan kekal dibuat. Pemateri digunakan untuk menyambungkan titik pada litar kertas dan juga digunakan untuk menghubungkan komponen dengan pita tembaga. Setelah menyelesaikan semua sambungan, litar diuji dengan menggunakan multimeter digital. Multimeter digital digunakan untuk mengukur nilai sifat litar seperti kesinambungan antara dua titik, rintangan, voltan dan arus.



TEKNIK ASAS LITAR KERTAS

Teknik Melipat Pita Tembaga

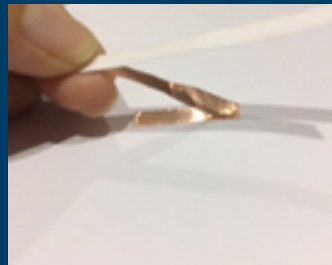
Antara kaedah yang digunakan untuk memasang pita tembaga adalah dengan menarik bahagian belakang pita pelekat dan melekatkan jejak pita tembaga konduktif. Litar kertas adalah sangat fleksibel penggunaannya. Untuk membina sudut 90 darjah yang tajam bagi pita tembaga ini adalah mudah kerana pita tembaga ini fleksibel dan senang dilentur. Walaupun pita tembaga boleh dilentur dengan mudah untuk membuat lengkung atau dilipat untuk membuat sudut di mana-mana bahagian, tetapi perlu berhati-hati kerana pita ini tipis dan mudah koyak. Gambar berikutnya menunjukkan teknik untuk melipat sudut 90 darjah dengan menggunakan pita tembaga.

Teknik melipat sudut 90 derajat bagi pita tembaga

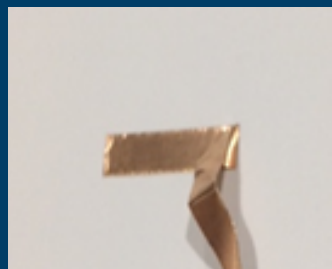
- 1- Menampal pita tembaga dengan menanggalkan bahagian bawah pelekat.



- 2- Kemudian, melipat pita tembaga supaya sisi yang mempunyai pelekat berada pada bahagian atas.



- 3- Membalikkannya ke bawah sambil melipat sudut secara serentak.



- 4- Akhir sekali, ratakan pita untuk mendapat hasil lipatan yang kemas.



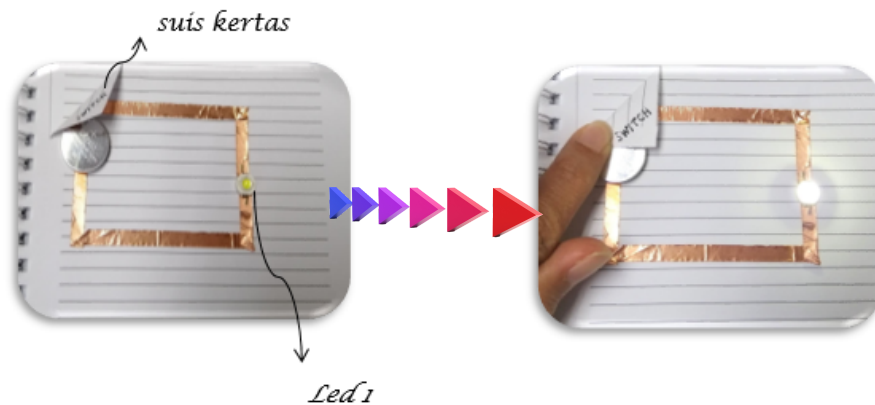
-merealisasikan litar di atas kertas-

Teknik Membuat Suis Kertas

Untuk membuat satu litar, lakaran litar dibuat terlebih dahulu sebelum konduktor pita tembaga ditampal. Rajah dibawah merupakan litar yang telah siap ditampal dengan pita tembaga. Teknik ini menggunakan kertas sebagai suis. Suis akan terbuka (litar tidak lengkap) apabila kertas tidak dilipatkan dan tidak ditekan. Manakala jika kertas dilipatkan, suis tertutup (litar lengkap) dan apabila suis kertas ditekan lampu akan menyala. Litar memerlukan satu sel bateri litium duit syiling 3V sebagai sumber bekalan.

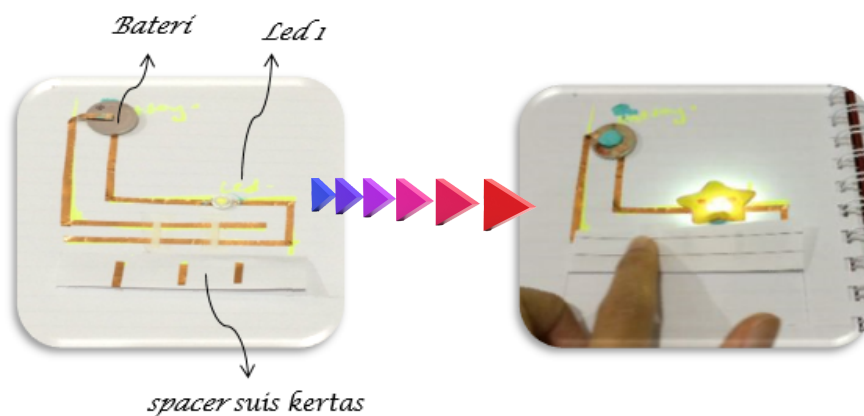
Contoh jenis-jenis suis kertas

1-



Ini adalah contoh litar sesiri lampu dengan satu suis kertas. Bahan konduktif tembaga yang ditampal pada kertas yang dilipat bertujuan dijadikan sebagai suis untuk menyambungkan dua hujung litar bagi satu litar lengkap. Apabila suis kertas ditekan litar bersambung dan ia akan menyalakan lampu LED.

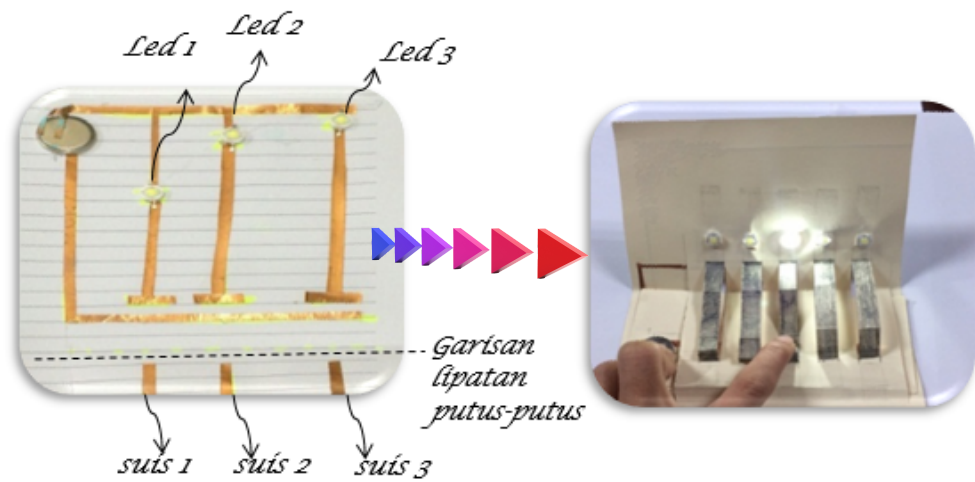
2-



Ini adalah contoh litar sesiri satu lampu dengan tiga spacer suis kertas. Lampu LED akan menyala secara berkelip apabila kita menekan kertas secara meluncur bermula dari sisi hujung sebelah kiri bergerak ke sisi hujung sebelah kanan atau sebaliknya.

Contoh jenis-jenis suis kertas

3-



Gambar berikut menunjukkan contoh untuk tiga suis kertas dan tiga lampu LED yang disambungkan secara selari. Setiap satu suis berfungsi untuk mengawal setiap lampu LED.



TOPIK 3: EKSPLOKORASI PROJEK LITAR KERTAS

Merealisasikan litar elektronik di atas kertas



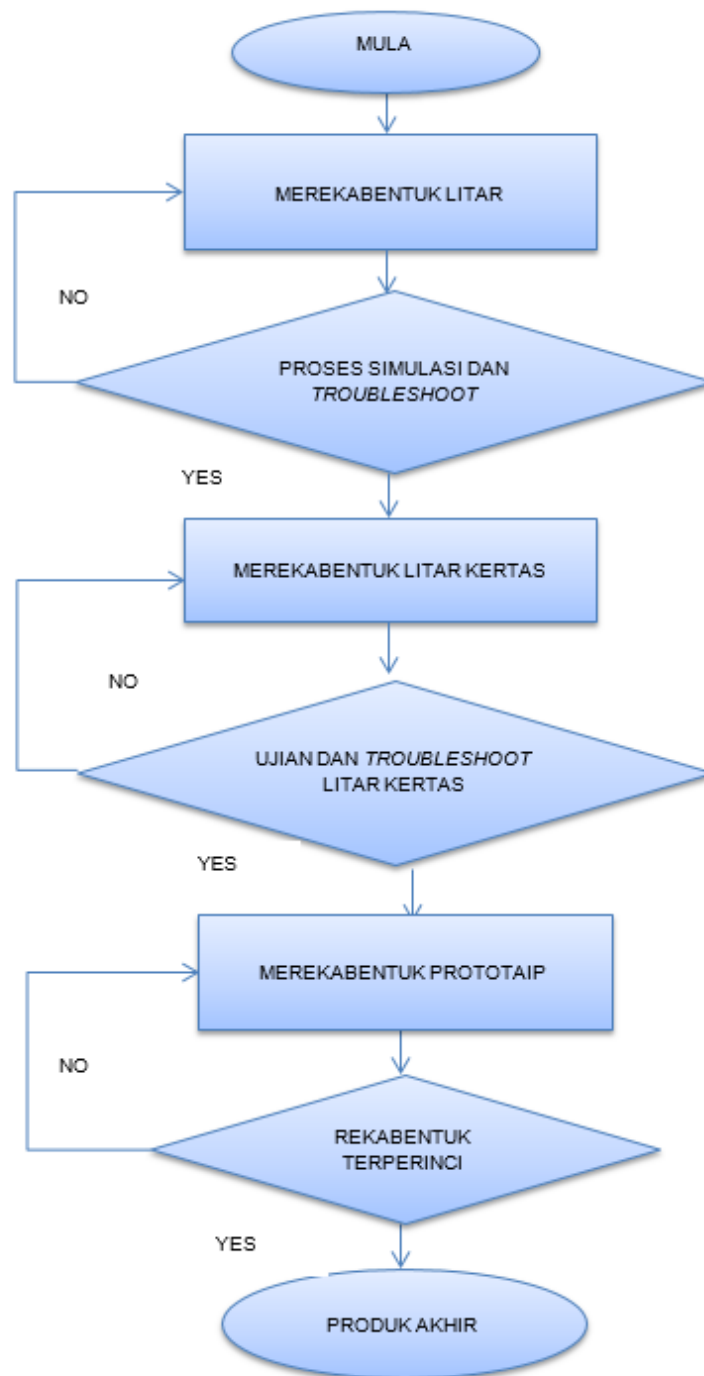
EKSPLORASI LITAR KERTAS

Di dalam Topik 3 ini, saya akan membawa anda semua untuk mengeksplorasi projek litar kertas yang telah saya hasilkan untuk dijadikan sebagai contoh. Kebanyakannya, bagi litar yang mudah, sambungan akan terus dibuat di atas kertas yang telah dilakarkan litar terlebih dahulu. Bagi litar yang kompleks, dimulakan dengan reka bentuk litar menggunakan perisian Proteus. Setelah menyelesaikan bahagian reka bentuk dan simulasi, maka litar diuji pada papan projek untuk sambungan sementara. Sekiranya tiada sebarang masalah, litar akan dipindahkan pada lakaran di kertas.

- Apabila semua litar di papan projek dapat menghasilkan output yang diinginkan tanpa masalah, litar ini kemudian dipindahkan di atas kertas dengan hanya merujuk kepada gambarajah skematik yang telah dirancang. Proses pemasangan pita tembaga pada sehelai kertas perlu dilakukan dengan teliti. Setiap sambungan pita tembaga perlu dipastikan untuk dipateri dengan betul. Multimeter digunakan bagi memastikan setiap laluan pita tembaga mempunyai sambungan dan membolehkan arus mengalir.

Prototaip akhir dirancang jika semua sambungan litar tiada masalah. Akhir sekali, apabila perancangan dilihat sesuai dengan aplikasi yang telah dipilih maka produk akhir untuk projek dihasilkan.

Berikut diuraikan proses kerja dalam penghasilan litar kertas ini dalam bentuk carta alir agar lebih mudah difahami.



Carta Alir Projek Litar Kertas



Eksplorasi 1

KAD KARTUN

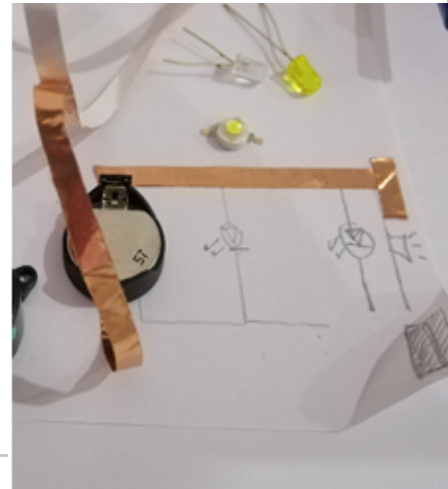
Reka bentuk kad ini adalah gabungan litar selari dan litar siri. Kad ini mempunyai tiga LED dan dua suis kertas. Sumber bekalan adalah dari bateri syiling litium 3V.

Langkah-langkah

KAD KARTUN

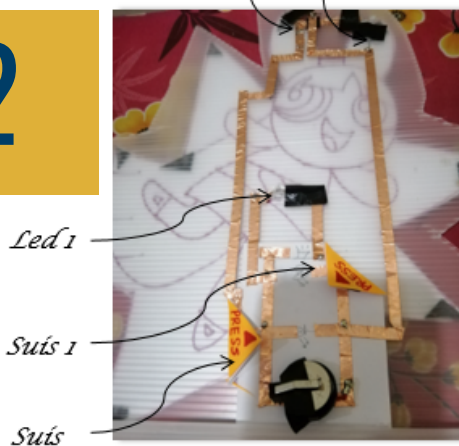
01

Menyediakan komponen, membuat lakaran litar dan menampal pita tembaga pada litar yang telah dilakarkan dengan menggunakan pensel



Led 2 *Led 3*

02



Membuat penyambungan litar menggunakan pita tembaga dan menyambungkan dua suis kertas dan tiga LED serta satu bateri litium 3 V

Kad kartun telah siap disambungkan ketiga-tiga lampu LED kepada sumber bekalan bateri 3V. Apabila suis 1 ditekan, lampu LED 1 akan menyala dan apabila suis 2 ditekan lampu LED 2 dan LED 3 akan menyala secara serentak.

03





Eksplorasi 2

POP-UP KAD PELANGI

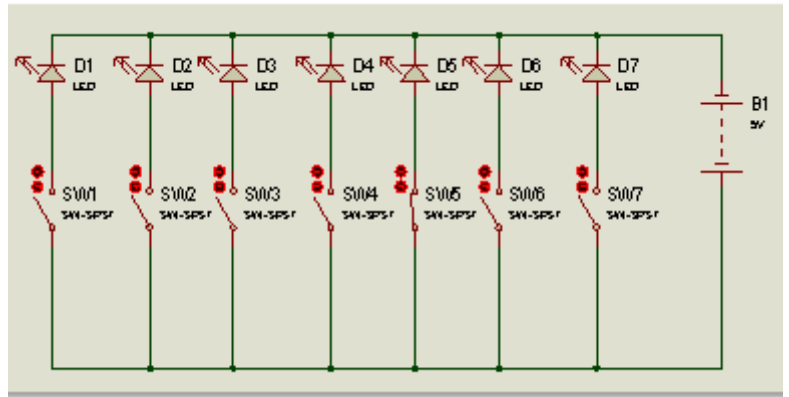
Eksplorasi kedua ini memperkenalkan seni elektronik untuk kanak-kanak bermain dan mengenali tujuh warna-warna pelangi iaitu warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, indigo dan ungu.

Langkah-langkah

POP -UP KAD PELANGI

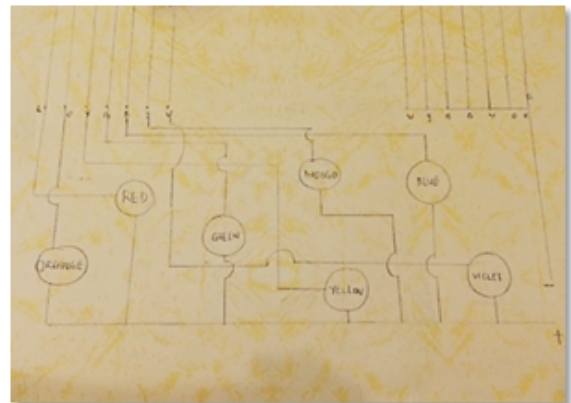
01

Menyediakan litar skematik bagi litar kertas kad pelangi yang menggunakan tujuh LED dan tujuh suis yang disambung secara selari dengan sumber bekalan 9V.



02

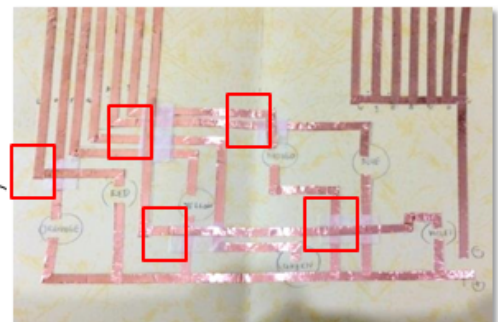
Litar skematik ini kemudian dipindahkan keatas kertas mengikut rekabentuk yang sesuai dengan dilakar menggunakan pensel.



03

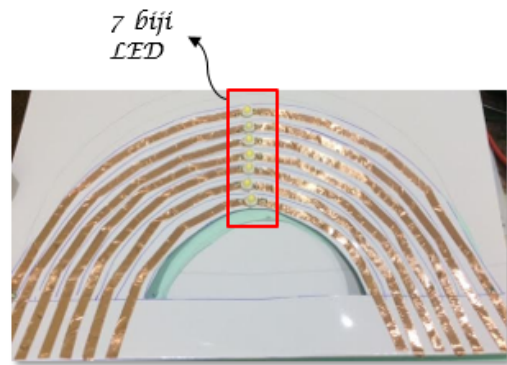
Kemudian pita tembaga akan ditampal mengikut laluan lakaran pensel tadi. Bagi laluan yang berlapis, untuk mengelakkan litar bersambung, pita pelekat biasa digunakan sebagai penebat.

Pita pelekat biasa (sebagai penebat)



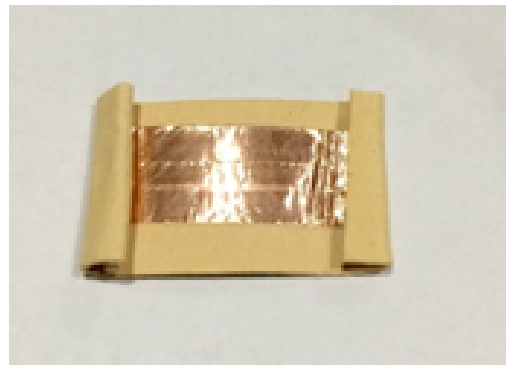
04

Gambar dibawah menunjukkan litar pada bahagian LED. Tujuh biji LED mewakili warna pelangi disusun secara bersiri dengan sambungan suis tadi.



05

Bahagian suis kertas direka dimana apabila kertas ditekan, litar akan bersambung dan arus akan mengalir untuk menghidupkan LED



06

Akhirnya, litar keseluruhan untuk litar berasaskan kertas ini digabungkan bermula dari litar suis, disambungkan ke litar pencahayaan LED dan suis dilekatkan. Jalur kertas yang mewakili tujuh warna pelangi dilekatkan keatas litar LED. Apabila satu suis ditekan, litar menjadi satu litar lengkap untuk menghidupkan satu LED. Setiap suis mewakili setiap satu LED. Namun, litar ini agak rumit untuk dihubungkan kerana litar LED untuk pelangi diletakkan dibahagian lipatan untuk menjadikan satu pelangi yang akan timbul secara pop-up apabila kad dibuka.





Eksplorasi 3

PIANO KERTAS

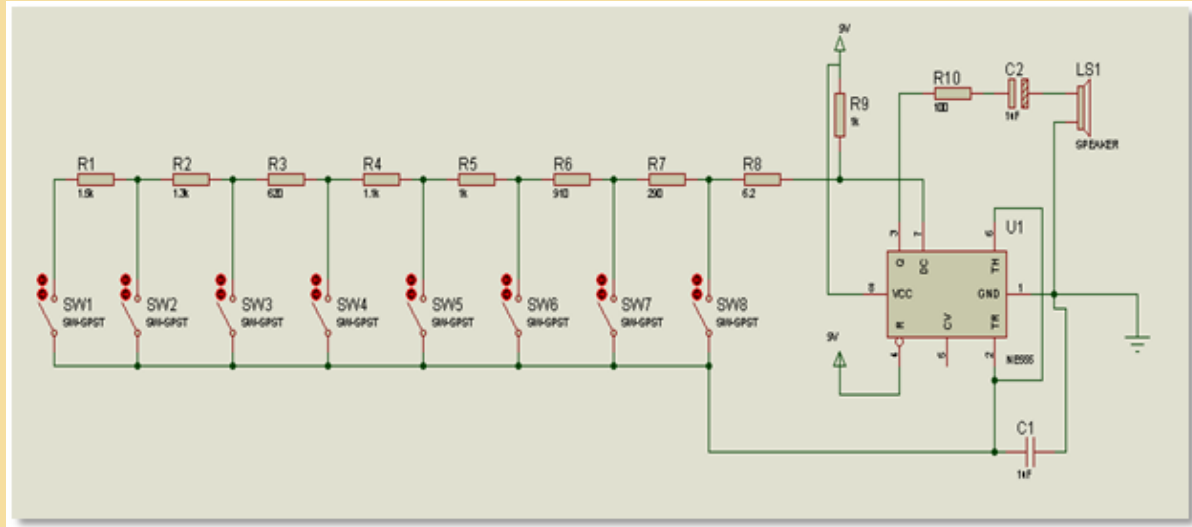
Eksplorasi yang ketiga adalah sesuatu yang bertemakan muzik iaitu membina piano kertas menggunakan IC NE555. Dengan piano kertas ini, tujuh elemen bunyi not piano “do, re, mi, fa, so, la, ti, do” akan terhasil dan kita dapat bermain dengan lagu.

Langkah-langkah

PIANO KERTAS

01

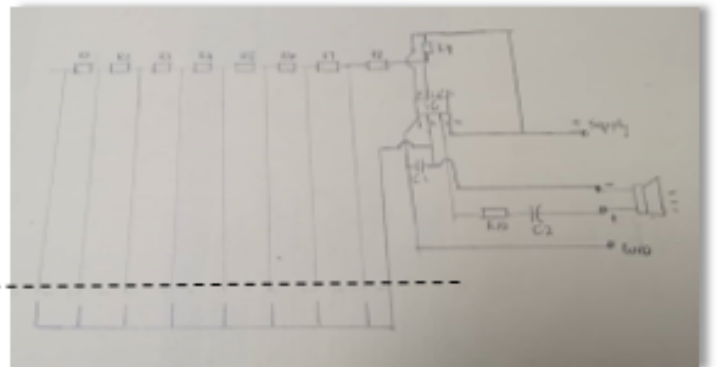
Menyediakan litar skematik untuk litar kertas ini adalah menggunakan tujuh LED dan tujuh suis yang disambung secara selari dengan sumber bekalan 9V.



02

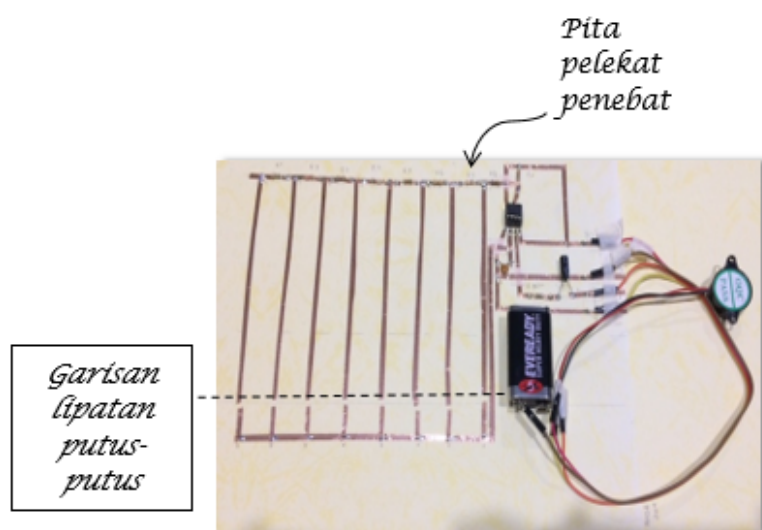
Litar skematik ini kemudian dipindahkan keatas kertas mengikut rekabentuk yang sesuai dengan dilakar menggunakan pensel

Garisan lipatan putus-putus



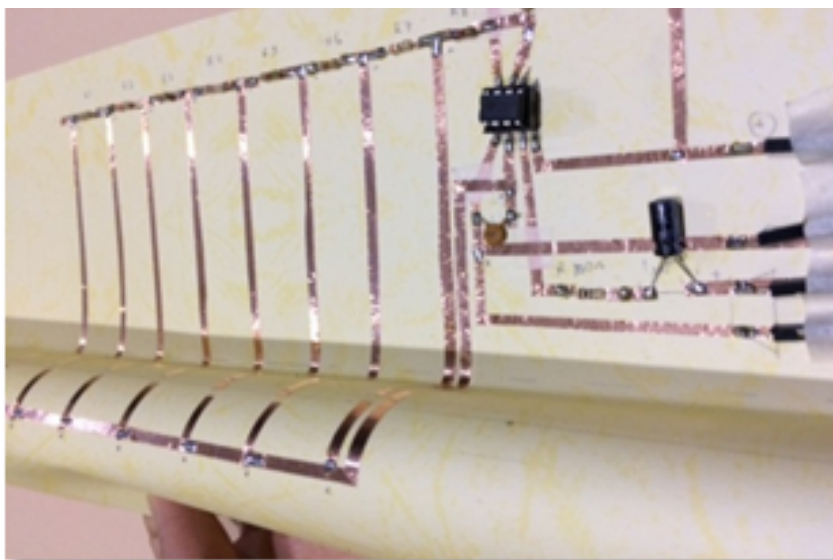
03

Kemudian pita tembaga akan ditampal mengikut laluan lakaran pensel tadi. Bagi laluan yang berlapis, untuk mengelakkan litar bersambung, pita pelekat digunakan sebagai penebat



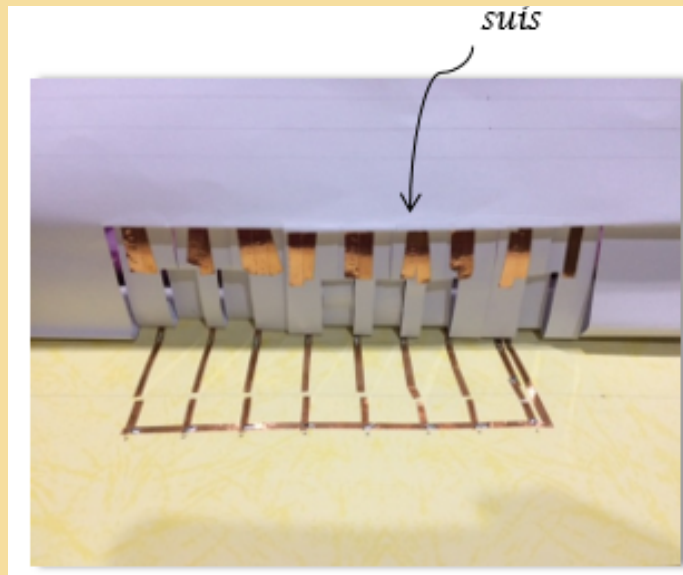
04

Gambar dibawah menunjukkan bahagian suis pada kertas dilipat supaya bahagian pada butang piano mempunyai efek timbul dan boleh ditekan seperti piano biasa.



05

Gambar di bawah menunjukkan pandangan bawah rekaan lapan biji suis yang merupakan lapan butang piano



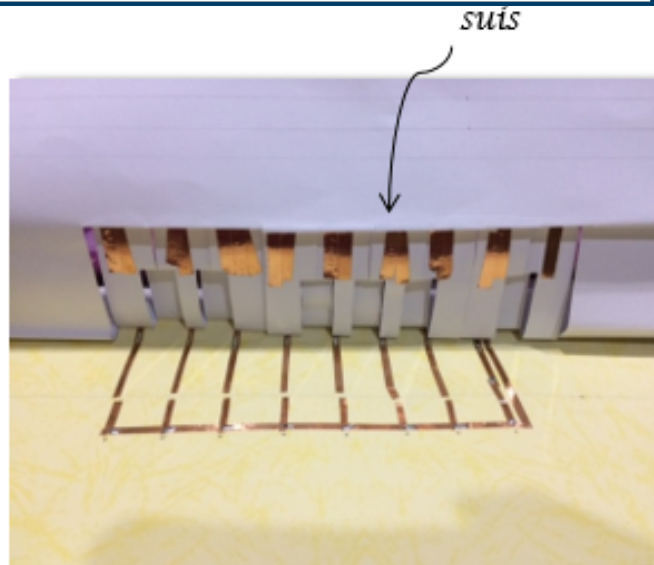
06

Gambar dibawah menunjukkan pandangan atas bagi lipatan kertas piano yang mempunyai efek timbul dan boleh ditekan seperti piano biasa



07

Gambar menunjukkan pandangan bawah rekaan lapan biji suis dari pita tembaga yang berfungsi sebagai lapan butang not bagi piano



08

Piano siap! Apabila butang piano ditekan, bunyi akan terhasil melalui buzzer mengikut not lagu yang dimainkan.



09

Mari bermain piano dengan mengikuti not lagu "Happy Birthday" dengan menekan not piano yang telah siap direka.

Happy
Birthday!

GG AG CB

GG AG DC

GG G' ECBA

FFECDC





Eksplorasi 4

TERMOMETER LITAR KERTAS

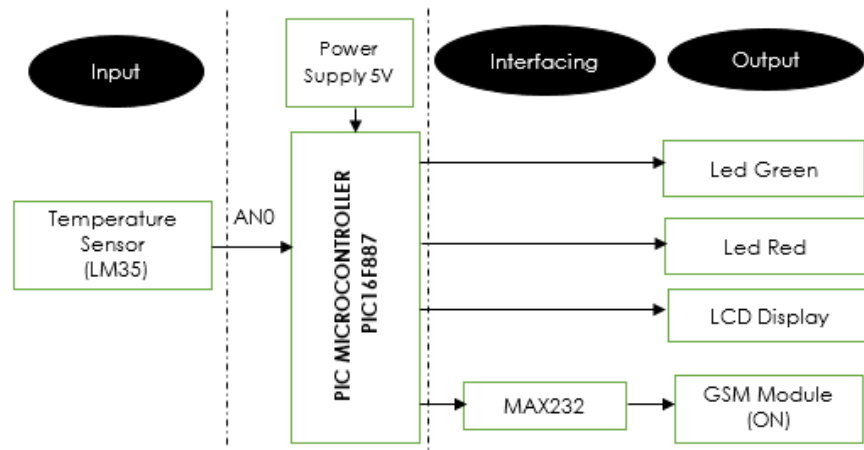
Bagi projek eksplorasi yang terakhir dan paling kompleks adalah termometer litar kertas. Projek ini dikatakan kompleks kerana menggunakan litar pengawal mikro (microcontroller) dan sesuai untuk dijadikan projek mini bagi mereka yang mempelajari kursus pengaturcaraan komputer yang merupakan salah satu kursus dalam bidang elektronik.

Langkah-langkah

TERMOMETER LITAR KERTAS

01

Gambar di bawah menunjukkan gambarajah blok yang bermula dengan pengesanan suhu badan LM35 yang akan menjadi input masukan kepada PIC microcontroller. Pada bahagian keluaran, ia akan menggunakan LED, paparan LCD dan rangkaian modul GSM. Input pada bahagian masukan akan bertukar dari nilai analog ke nilai digital.

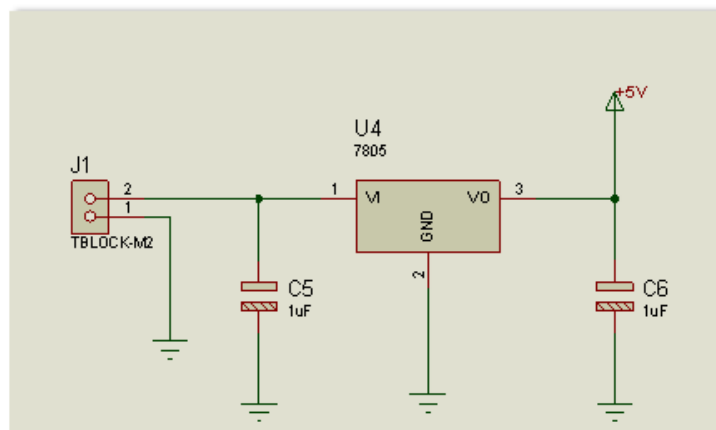


Gambarajah Blok Termometer Litar Kertas

Pengesan LM 35 mampu menghantar isyarat PIC berterusan kerana mempunyai kemampuan untuk mengubah tahap suhu dengan kepekaan yang tinggi dan sensitif. PIC akan beroperasi dengan beberapa formula pengiraan untuk ADC yang akan mengira nilai input ke bentuk digital dan kemudian nilai sebenar bacaan suhu akan dipaparkan. Voltan input untuk sensor LM35 adalah 5V dan keupayaan julat LM 35 adalah dari -50°C dan 150°C .

02

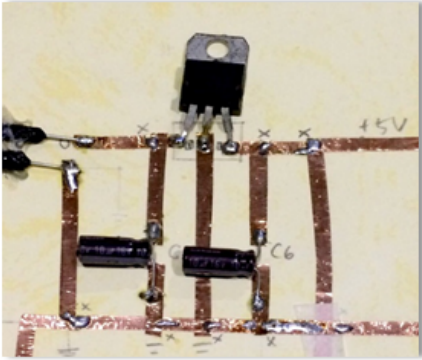
Sebelum membuat sambungan kepada litar termometer kertas, litar pengatur voltan diperlukan untuk menukarkan bateri 9V kepada 5V kerana sumber bekalan bagi PIC microcontroller adalah 5V. Berikut merupakan litar skematik bagi pengatur voltan jenis 7805.



Litar Pengatur Voltan 7805

03

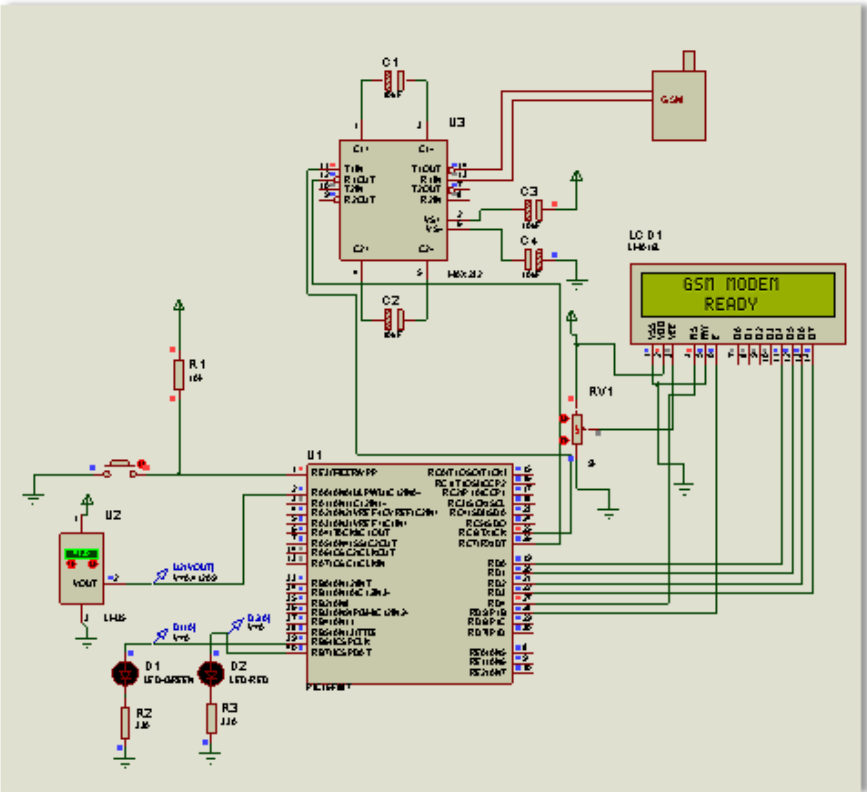
Gambar di bawah menunjukkan gambarajah blok yang bermula dengan pengesanan suhu badan LM35 yang akan menjadi input masukan kepada PIC microcontroller. Pada bahagian keluaran, ia akan menggunakan LED, paparan LCD dan rangkaian modul GSM. Input pada bahagian masukan akan bertukar dari nilai analog ke nilai digital.



Litar Pengatur Voltan ditampal pita tembaga

Berikut adalah gambarajah skematik bagi litar termometer (pengesanan suhu) litar kertas yang dilukis menggunakan Proteus Professional.

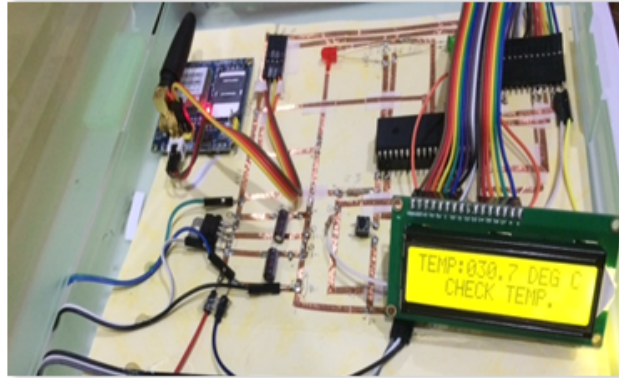
04



Litar Skematik Pengesanan Suhu

05

Membuat sambungan keseluruhan bagi litar pengesanan suhu dengan menampal pita tembaga diatas kertas serta mematerikan komponen-komponen pada litar.



Litar Pengesanan Suhu yang telah ditampal pita tembaga

Jadual dibawah menerangkan Jadual operasi bagaimana termometer kertas ini berfungsi. Keadaan yang sihat adalah ketika suhu diukur di bawah 37°C , dan untuk keadaan tidak sihat atau demam adalah ketika suhu diukur lebih dari 37°C .

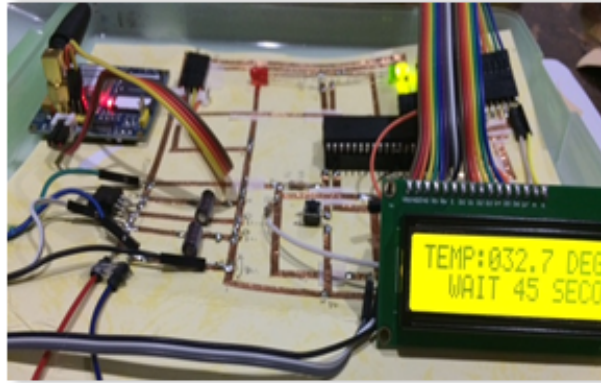
06

Jadual Operasi Kerja

Level Suhu	Operasi Kerja
Sihat (Suhu: $\leq 37^{\circ}\text{C}$)	LED HIJAU MENYALA (ON)
	LED MERAH PADAM (OFF)
	SUHU DIPAPARKAN PADA PAPARAN LCD
Demam(Suhu: $>37^{\circ}\text{C}$)	LED MERAH MENYALA (ON)
	LED HIJAU PADAM (OFF)
	SUHU DIPAPARKAN PADA PAPARAN LCD
	GSM Network Mobile akan menghantar amaran SMS

07

Hasil akhir thermometer litar kertas ini adalah seperti yang ditunjukkan dibawah. Gambar menunjukkan LED hijau menyala apabila suhu badan sihat dikesan iaitu suhu kurang dari 37° C.



Gambar dalam bentuk emoji sihat dan demam direkabentuk di atas kertas bagi mewakili suhu samada suhu sihat LED warna hijau atau suhu demam LED warna merah.

08

LED hijau menyala

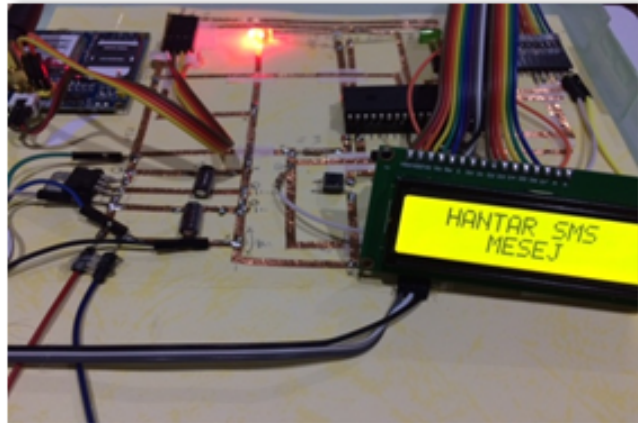


Emoji sihat

LED hijau menyala- Indikator sihat

09

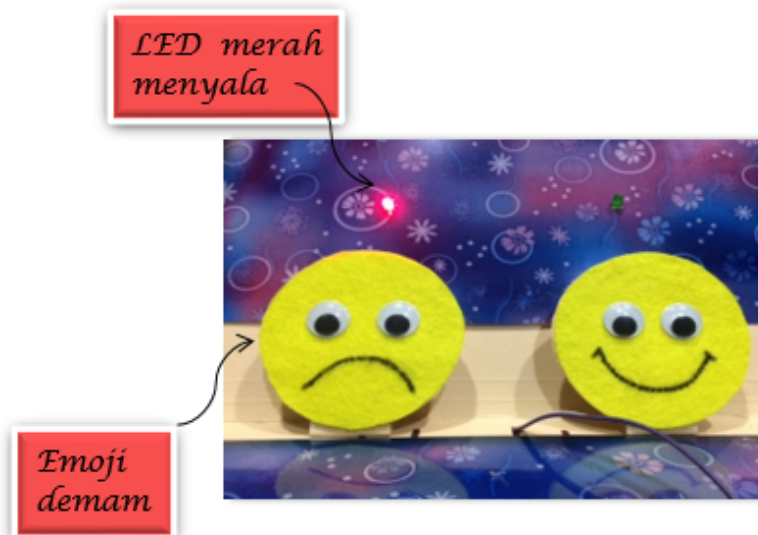
Apabila keadaan demam dikesan iaitu suhu badan melebihi 37° C, modul GSM akan menghantar amaran pemberitahuan ke telefon bimbit seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Paparan LCD display menghantar SMS

LED merah akan menyala sebagai indikator menunjukkan suhu badan demam dan amaran akan dihantar kepada telefon bimbit penjaga.

10



LED merah menyala- Indikator demam

11

Amaran yang akan dihantar ke telefon bimbit untuk pemantauan adalah seperti gambar di bawah iaitu suhu badan dikesan 38.1° C yang bermaksud kondisi demam. Termometer litar kertas ini sesuai digunakan sebagai pemantauan suhu kerana amaran suhu demam dapat dipantau secara jarak jauh melalui telefon bimbit.



Pembaca boleh mendapatkan pautan (link) untuk koding pengaturcaraan bagi simulasi termometer litar kertas ini melalui imbasan kod bar di bawah

12



Imbasan koding bagi pengaturcaraan

Penutup

Diharapkan dengan penghasilan buku ini dapat membantu pembaca dalam mendapatkan idea dan ilham untuk berkreaitiviti lebih meluas dengan menggunakan asas elektrik dan elektronik yang mudah selaras dengan kehendak serta keperluan masa kini yang banyak memberi tumpuan kepada teknologi baharu. Ribuan ungkapan terima kasih juga diucapkan kepada mereka yang menggunakan buku sebagai sumber rujukan. Semoga pembaca mendapat manfaat dari buku ini.

Sekian, terima kasih.

Athirah binti A. Rahim



RUJUKAN

1. Qi, J. and Buechley, L., 2014. 'Sketching in Circuits: Designing and Building Electronics on Paper', Proc. of Human Factors in Computing Systems, pp. 1713–1721.
2. Qi, J. and Buechley, L., 2010. 'Electronic Popables: Exploring Paper-Based Computing Through an Interactive Pop-Up Book', Proceedings of the Fourth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI '10), pp. 121–128.
3. Electronics, G., 1910. 'Product Name: PC Board Etching Solution', pp. 1–6.
4. Buechley, L. and Hendrix, S., 2009. 'Paints, paper, and programs: first steps toward the computational sketchbook', Proceedings of the Third International Conference on Tangible and Embedded Interaction, pp. 9–12.
5. Buechley, L., 2007. 'A construction kit for electronic textiles', Proceedings - International Symposium on Wearable Computers, ISWC, pp. 83–90.
6. Jacoby, S. and Buechley, L., 2013. 'Drawing the Electric: Storytelling with Conductive Ink', Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children, pp. 265–268.

MEREALISASIKAN LITAR ELEKTRONIK DI ATAS KERTAS



EKSPLORASI LITAR KERTAS

Athirah Binti A. Rahim merupakan pensyarah dari Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Merlimau Melaka yang mempunyai latar belakang pendidikan dalam Diploma Kejuruteraan Elektrik (Kuasa) dan Ijazah Kejuruteraan Elektrik dari Universiti Teknologi Mara (UiTM) dan Sarjana Kejuruteraan Elektronik (Sistem Elektronik) dari Universiti Teknikal Malaysia Melaka. Beliau telah berkhidmat selama 13 tahun dalam bidang Kejuruteraan Elektrik, meminati seni dalam penghasilan projek litar kertas elektronik dan telah menulis buku ini hasil dari kompilasi projek-projek litar kertas yang telah dibangunkan.



e ISBN 978-967-2241-99-7



9 7 8 9 6 7 2 2 4 1 9 9 7