

**MENGENAL DAN MEMBEZAKAN TAHAP KEMATANGAN BUAH PISANG
MENGUNAKAN ANTENA HORN, PEMUAT DAN RANGKAIAN NEURAL**

Oleh

Noorasimah binti Mohd Jadi

**Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan
untuk ijazah dengan kepujian**

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN ELEKTRONIK)

**Pusat Pengajian Kejuruteraan
Elektrik dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia**

Mac 2005

ABSTRAK

Penggunaan antena, pemuat dan rangkaian neural boleh digunakan dalam proses pengecaman dan mengklasifikasikan tahap kematangan buah. Dalam menjalankan ujikaji ini dua antena hon piramid yang bertindak sebagai pemancar dan penerima digunakan. Di mana antena pemancar disambungkan kepada penjana isyarat dan antena penerima disambungkan ke penganalisa spektrum bagi mengukur perambatan gelombang mikro terhadap bahan yang diuji iaitu buah pisang emas. Kemudian dalam masa yang sama nilai kekuatan buah pisang diambil dengan menggunakan dua plat selari yang membenarkan buah pisang bertindak sebagai dielektrik. Kedua-dua plat ini disambung kepada RCL meter bagi mengukur nilai kekuatan buah pisang bagi setiap tahap kematangan yang diuji. Akhir sekali kedua-dua data ini digunakan bagi melatih rangkaian neural dalam mengecam dan mengklasifikasikan tahap kematangan buah pisang. Rangkaian Perceptron Pelbilang Lapisan dipilih sebagai jenis rangkaian neural yang digunakan untuk ujikaji ini. Perisian MATLAB digunakan dalam melatih rangkaian neural network ini sehingga rangkaian ini mampu mengecam tahap kematangan buah.

ABSTRACT

Antenna, capacitor and neural network can be used to classify and differentiate the maturity level of fruits. In accomplishing this project, there are two pyramidal horn antennas, one acts as a transmitter and the other acts as a receiver. The transmitter is connected to a signal generator while the receiver is connected to a spectrum analyzer as it will measure the microwave propagation towards the material that was tested which is a banana. At the same time the value of the capacitance of the banana is measured by using two parallel plates where the banana acts as dielectric. Then these two plates were connected to a RCL meter which is used to measure the banana capacitance of each maturity level. Lastly both data that were collected are used to train the neural network in classifying and differentiate the maturity level of the banana. Multilayer Perceptron is chosen as the type of neural network that was used in this project. MATLAB is another tool that will be used to train the neural network until the network to differentiate the fruit maturity level.

PENGHARGAAN

Jutaan terima kasih kepada Prof Syed Idris b. Syed Hassan selaku penyelia utama kepada perjalanan projek ini di atas tunjuk ajar, bimbingan dan dorongan yang diberikan. Setinggi-tinggi penghargaan kepada Dr Abd Hamid b. Adom yang mencetuskan idea kepada pelaksanaan projek ini serta tunjuk ajar serta bimbingan awal beliau membantu menyelia perjalanan projek ini.

Ucapan terima kasih yang tidak terhingga juga ditujukan kepada Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektronik terutamanya En Latiff b. Abd Hamid dan En Rozaidy b. Ishak yang banyak memberi bantuan teknikal sepanjang perjalanan projek ini.

Berbanyak terima kasih juga kepada ahli keluarga yang banyak memberikan sokongan dan semangat sepanjang projek ini dilakukan. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan terutamanya Farhah binti Abdul Barri yang membantu mengumpulkan data ketika menjalankan projek ini. Ucapan terima kasih turut ditujukan kepada rakan seperjuangan yang lain, yang turut memberikan bantuan samaada secara langsung atau tidak langsung. Akhir sekali, ucapan terima kasih ditujukan kepada semua wagra staf Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik, Kampus Kejuruteraan yang telah memberikan kerjasama yang membanggakan. Kerjasama anda semua amat dihargai.

SENARAI KANDUNGAN

Abstrak		ii
Abstract		iii
Penghargaan		iv
Senarai kandungan		v
BAB		HALAMAN
1.0	Pendahuluan	1
	1.1 Objektif projek	1
	1.2 Skop kajian	2
	1.3 Panduan Laporan	2
2.0	Kajian Ilmiah	5
	2.1 Kajian Dalam Membezakan Tahap Kematangan Buah	5
	2.2 Kajian Yang Dijalankan Di USM	6
3.0	Peralatan dan Prosedur Projek	13
	3.1 Senarai peralatan	13
	3.2 Antena	13
	3.2.1 Antena Hon	16
	3.2.2 Antena Hon Piramid	17
	3.2.3 Rekabentuk Antena Hon Piramid	19
	3.3 Kemuatan	19
	3.3.1 Rekabentuk Pemuat	21
	3.3.2 Prosedur Menguji Penguat	22
	3.4 Buah Pisang	23
	3.5 Prosedur eksperimen	24
	3.6 Rangkaian Neural	24
	3.6.1 Rangkaian Perceptron Pelbilang Lapisan	27
	3.6.2 Pembelajaran Rangkaian	30
	3.7 Matlab	31
4.0	Keputusan dan Perbincangan	32
	4.1 Keputusan dan perbincangan pemuat	32
	4.2 Keputusan eksperimen	33
	4.3 Aplikasi rangkaian neural	35
5.0	Kesimpulan	37
	5.1 Masalah yang dihadapi	37
	5.2 Cadangan penambahbaikan	38

SENARAI RUJUKAN

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

BAB 1 : PENDAHULUAN

Kebiasaannya tahap kematangan sesuatu buah diperhatikan berdasarkan kepada bentuk fizikal, warna kulit ataupun bau. Walaubagaimanapun kaedah ini kurang berkesan malah ia boleh menyebabkan buah itu rosak. Dalam bidang pertanian, perkara utama yang dititikberatkan ialah keupayaan memperolehi kualiti buah yang seragam samaada ia bahan mentah ataupun produk akhir.

Oleh itu projek ini dijalankan bagi membantu mengecam tahap kematangan buah tanpa merosakkan buah. Buah yang dipilih di dalam projek ini adalah buah pisang kerana ia tidak bermusim dan mudah diperolehi. Berdasarkan kepada projek-projek lepas yang telah dijalankan, pelbagai antena dan rangkaian neural telah diperkenalkan dalam membantu mencari kaedah pengujian yang paling berkesan bagi mengecam tahap kematangan buah pisang ini.

Pada tahun ini kelainan yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan antena dan teori kemuatan dalam mengecam tahap kematangan buah pisang. Disamping itu rangkaian neural tetap digunakan dalam membantu mengecam tahap kematangan buah pisang.

Pengaplikasian projek ini dalam bidang pertanian dapat membantu peladang-peladang dalam mengecam tahap kematangan buah dengan lebih cepat dan tanpa merosakan keadaan fizikal buah.

1.1 OBJEKTIF PROJEK

Projek pengecaman tahap kematangan buah ini mempunyai beberapa tujuan yang tersendiri. Antaranya adalah:

- 1) Menghasilkan satu kaedah yang lebih efektif dalam mengecam tahap kematangan buah.
- 2) Menguji keupayaan dan kepekaan antena hon dalam aplikasi yang dicadangkan

- 3) Mempelajari dan mengaplikasi konsep perambatan gelombang elektromagnet dalam menjalankan analisis pengecaman tahap kematangan buah
- 4) Menguji keupayaan pemuat dalam membantu mengecam pelbagai tahap kematangan buah
- 5) Mempelajari dan mengaplikasi konsep kemuatan dalam menjalankan analisis pengecaman tahap kematangan buah
- 6) Menguji keupayaan pengaplikasian rangkaian neural dalam mengklasifikasikan masukan yang berbeza
- 7) Mempelajari konsep dan operasi rangkaian neural

1.2 SKOP KAJIAN

Kajian yang dijalankan tertumpu kepada penggunaan antena hon piramid sebagai alat pengumpulan data disamping penggunaan pemuat dalam mengecam tahap kematangan buah. Diikuti dengan penggunaan Rangkaian Perceptron Pelbilang Lapisan dalam menjadi model rangkaian neural yang dapat memberikan keputusan yang terbaik. Penekanan diberikan terhadap kesan perambatan gelombang terhadap dielektrik bagi suatu pemuat apabila kedua-dua pengujian ini dijalankan secara serentak. Faktor-faktor yang membawa kepada perubahan yang ketara terhadap nilai perambatan gelombang dan kemuatan pemuat turut diperhatikan.

1.3 PANDUAN LAPORAN

Perjalanan projek ini terbahagi kepada dua bahagian utama iaitu perkakasan dan perisian. Dalam bahagian pertama iaitu perkakasan melibatkan pengumpulan maklumat dengan menggunakan antena hon piramid disamping merekabentuk dan pengumpulan data menggunakan pemuat terhadap buah pisang. Pada bahagian kedua pula penekanan diberikan kepada pembangunan aturcara rangkaian neural jenis Rangkaian Perceptron Pelbagai Lapisan serta menguji pengaplikasian rangkaian.

Peringkat pertama adalah mengumpulkan maklumat berkaitan antenna hon, pemuat dan rangkaian yang akan digunakan. Maklumat mengenai spesifikasi yang diperlukan dalam merekabentuk pemuat diteliti disamping mencari kelebihan dan kekurangannya di dalam projek ini. Seterusnya maklumat dan spesifikasi bagi antenna hon piramid pula diperhatikan. Struktur rangkaian neural yang dipilih turut diperhatikan juga.

Perjalanan projek diteruskan dengan merekabentuk pemuat yang sesuai dalam pengujian projek ini. Buah pisang bertindak sebagai dielektrik kepada pemuat dalam projek ini. Pemilihan frekuensi yang akan digunakan turut diperhatikan untuk penggunaan antenna hon sebagai antenna penerima dan antenna pemancar. Antenna pemancar akan memancarkan gelombang elektromagnet menembusi buah pisang. Manakala antenna penerima akan menerima pancaran gelombang elektromagnetik ini.

Setelah pemuat dan antenna telah siap direkabentuk, proses seterusnya adalah menentukan jenis dan tahap buah pisang yang akan digunakan. Dalam projek ini, dua tahap kematangan buah pisang sahaja dipilih iaitu muda dan masak. Saiz buah pisang ini haruslah hampir sama kebesarannya bagi setiap tahap kematangan.

Proses seterusnya adalah pengumpulan data. Ujikaji terhadap buah pisang dijalankan dimana bacaan kekuatan gelombang elektromagnet yang merambat pada buah pisang dikumpulkan. Dalam masa yang sama bacaan turut diambil terhadap nilai kekuatan pemuat bagi memastikan perubahan nilai kekuatan terhadap kekuatan gelombang elektromagnet yang merambat pada buah pisang. Sebanyak 100 bacaan bagi kekuatan gelombang elektromagnet dan kekuatan masing-masing diambil terhadap setiap tahap kematangan buah pisang.

Perjalanan projek seterusnya tertumpu kepada bahagian perisian. Di mana pada bahagian ini, perkara yang pertama adalah menyediakan carta alir aturcara bagi rangkaian neural yang telah dipilih. Carta alir yang dibentuk ini dapat membantu memudahkan pemahaman dan pembangunan aturcara rangkaian.

Setelah aturcara siap dibangunkan pengujian terhadap data kekuatan gelombang elektromagnet dan kekuatan pemuat yang diperolehi dalam bahagian perkakasan dilakukan. Peringkat terakhir projek adalah memerhatikan kesan apabila dua masukan diberikan kepada rangkaian neural dalam menentukan tahap kematangan buah pisang.

BAB 2 : KAJIAN ILMIAH

Pemahaman akan sesuatu konsep atau teori mengenai sesuatu kaedah atau peralatan yang digunakan di dalam sesuatu ujikaji adalah amat penting. Oleh itu di dalam bab ini, penerangan awal mengenai projek ini akan digambarkan secara ringkas. Penerangan ringkas ini akan melibatkan teori dan konsep mengenai antena hon dan plat selari pemuat. Selain itu, teori mengenai rangkaian neural bagi sistem pengelasan dengan menggunakan Rangkaian Perseptron Berbilang Lapisan (MLP) turut dijelaskan. Kajian ilmiah yang dilakukan melibatkan pemerhatian kepada kajian-kajian lepas yang telah dilakukan dalam membantu megecam tahap kematangan buah.

2.1 KAJIAN DALAM MEMBEZAKAN TAHAP KEMATANGAN BUAH

Terdapat pelbagai kajian yang telah dijalankan dalam membezakan tahap kematangan buah. Antaranya ada yang menggunakan pengesan optik, ultrasonik dan sebagainya. Kajian ini masih berterusan sehingga kini dengan pelbagai jenis buah dijadikan sebagai bahan uji.

Salah satu kajian telah dijalankan oleh sekumpulan penyelidik dalam membezakan tahap kematangan buah dengan menggunakan kaedah pengesan optik. Constantino Valero et. al telah menggunakan suatu prototaip pengesan optik yang berasaskan kepada LED (light emitting diode) dalam kajian ini bagi mengenalpasti warna kulit buah. Suatu pengesan SIQ-FT (Sinclair Internal Quality Firmness Tester) juga digunakan dalam menentukan kepadatan sampel yang digunakan. Buah yang digunakan dalam pengujian ini iaitu buah pic.

Pengesan SIQ-FT yang beroperasi terdiri daripada penjana seramik piezo yang mana akan menolak keluar hujung belos setiap kali peranti ini menyentuh sampel buah yang digunakan. Pengesan elektronik ini berupaya menukarkan tenaga kepada voltan. Isyarat voltan yang terhasil ini bergantung kepada kemampatan buah tersebut. Isyarat voltan ini akan melalui suatu penukar isyarat analog kepada isyarat digital yang merupakan antaramuka kepada komputer dan isyarat ini diproses menggunakan perisian yang tersendiri. Perisian ini akan mengukur kemampatan buah yang diuji berdasarkan

nombor indeks tertentu iaitu antara 0-100 (Sinclair firmness index, SFI). Di mana pengujian ini telah menetapkan buah yang lebih lembut dikelaskan kepada nilai indeks yang kecil berbanding dengan buah yang lebih mampat.

Sistem prototaip optikal mencerahkan sampel dengan menyusunkan LED kepada bentuk bulatan. LED merah dan jingga dinyalakan secara selang selikan. Pantulan cahaya yang terhasil daripada penghantaran cahaya yang melalui buah boleh diukur. Pengujian ini dijalankan di dalam bilik gelap dengan kedua-dua susunan LED dan pengesan (berada di tengah-tengah susunan LED) yang dipastikan menyentuh pada kulit buah.

Keluaran sistem ini adalah pasangan nombor indeks (LED merah dan LED jingga) yang berhubungkait dengan kandungan klorofil kulit buah. Nilai indeks yang besar menunjukkan kandungan klorofil yang rendah. Nilai ketiga akan didaftarkan apabila tiada nyalaan LED. Ini menyatakan bahawa sistem ini menerima sambutan daripada gangguan cahaya luaran dan hingar elektrik dalaman. Nilai ini boleh digunakan untuk membetulkan indeks bacaan bagi nyalaan LED merah dan LED jingga sekiranya pengujian dijalankan diperekitaran yang mempunyai hingar.

Berdasarkan kepada keputusan yang diperolehi, peranti pengesan tidak dapat berfungsi dengan baik seperti yang dijangka. Pelbagai kaedah dalam pengumpulan data dan penganalisan dapat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dan spektra VIS bagi membandingkan indeks LED. Pelbagai penganalisan dengan semua panjang gelombang digunakan dalam membantu pemilihan LED yang sesuai dengan peranti yang digunakan bagi mengukur tahap warna kematangan buah yang diuji.

2.2 KAJIAN YANG DIJALANKAN DI USM

Antena merupakan suatu peranti yang menyinar atau menerima gelombang elektromagnet. Ia merupakan perantara antara peranti pemandu (talian penghantaran atau pandu gelombang) dan ruang bebas. Tujuan utamanya adalah untuk menukarkan tenaga suatu pandu gelombang kepada tenaga suatu gelombang ruang bebas (atau sebaliknya) secepat yang boleh.

Terdapat pelbagai jenis antena yang merangkumi dari antena yang bersaiz kecil (seperti antena monopole yang digunakan di dalam telefon wayarles) sehingga kepada antena yang bersaiz besar seperti antena pemantul yang mempunyai diameter sehingga 100meter. Terdapat tiga jenis antena yang biasa digunakan iaitu antena hon, antena pemantul dan antena tatasusunan.

Namun begitu dalam pelaksanaan projek mengecam tahap kematangan buah pisang menggunakan antena ini, tiga jenis antena telah diguna pakai dalam mencari antena yang paling sesuai bagi tujuan projek ini iaitu antena heliks, antena hon dan antena monopole.

Samihah binti Mohd Yunus (2004) menjalankan kajian terhadap antena heliks dan antena hon dalam menentukan antena yang paling sesuai digunakan dalam mengecam tahap kematangan buah pisang. Dalam kajian yang dijalankan, beliau menggunakan beberapa nilai frekuensi yang berbeza bagi setiap antena yang digunakan. Antena heliks yang digunakan dalam projek ini melalui proses pengulangan terhadap nilai frekuensi 1.0GHz, 1.2GHz, 1.4GHz, 1.6GHz, 1.8GHz dan 2.0GHz.

Daripada eksperimen yang dijalankan didapati pada frekuensi 1.0GHz, antena heliks tidak dapat memberikan kebezaan yang nyata terhadap empat tahap kematangan buah pisang iaitu pada tahap terlalu muda, muda, masak dan terlalu masak. Ini kerana daripada data yang diperolehi, didapati terdapat pertindihan data antara keempat-empat tahap kematangan buah yang digunakan.

Keputusan yang hampir sama diperolehi bagi nilai frekuensi yang lain iaitu terdapat pertindihan data antara tahap kematangan buah pisang, Namun begitu pada frekuensi 1.2GHz, terdapat perbezaan tahap kekuatan medan elektrik yang agak ketara berbanding nilai-nilai frekuensi lain. Hanya terdapat sedikit pertindihan sahaja antara data pada tahap kematangan buah masak dan terlalu masak.

Seterusnya beliau menjalankan pengujian terhadap antena hon pada frekuensi 1.0GHz, 1.2GHz, 1.4GHz, 1.6GHz, 1.8GHz dan 2.0GHz. Keputusan yang hampir sama

diperolehi seperti penggunaan antena heliks di mana pada frekuensi 1.2GHz, 1.4GHz, 1.6GHz dan 2.0GHz terdapat perbezaan yang kecil antara setiap tahap kematangan, malah terdapat juga pertindihan nilai bacaan kekuatan medan elektrik yang diperolehi.

Namun pada nilai frekuensi 1.8GHz, tahap kematangan buah pisang dapat dibezakan dengan lebih jelas walaupun terdapat sedikit pertindihan data pada peringkat buah muda dan masak. Ini memberikan pada nilai frekuensi 1.8GHz sebagai nilai frekuensi yang lebih sesuai bagi antena hon dalam membezakan tahap kematangan buah pisang.

Kajian yang hampir sama dilakukan oleh Sahazati binti Md Rozali iaitu membezakan empat tahap kematangan buah pisang dengan menggunakan antena heliks pada frekuensi 1.0GHz, 1.2GHz, 1.4GHz dan 1.8GHz.

Daripada pengujian yang dijalankan pada frekuensi 1.0GHz, perbezaan kekuatan medan elektrik antara setiap tahap kematangan turut tidak dapat diperolehi seperti yang ditunjukkan dalam rajah 2.1 dan jadual 2.1 dalam lampiran A1.

Bagi pengujian pada nilai frekuensi 1.2GHz pula, keputusan yang diperolehi adalah seperti di dalam jadual 2.2 dan rajah 2.2 di dalam lampiran A1. Di mana pada graf yang telah diplotkan, didapati pada nilai frekuensi ini perbezaan tahap kematangan buah pisang mampu diperolehi. Namun begitu masih terdapat pertindihan data pada tahap kematangan masak dan terlalu masak.

Data bagi pengujian pada nilai frekuensi 1.4GHz pula adalah seperti dalam jadual 2.3 di atas dan rajah 2.3 di dalam lampiran A1. Seperti yang dapat diperhatikan pada rajah 2.3 didapati bahawa pada nilai frekuensi ini tidak sesuai digunakan dalam membezakan tahap kematangan buah pisang yang mana terdapat perubahan yang sedikit pada tahap kematangan muda, masak dan terlalu masak.

Bagi pengujian pada nilai frekuensi 1.8GHz pula adalah seperti dalam jadual 2.4 dan dipersembahkan dalam rajah 2.4 dalam lampiran A1. Pada nilai frekuensi ini turut tidak dapat memberikan perbezaan yang jelas antara setiap tahap kematangan.

Kajian seterusnya disambung oleh Haris Fazilah bin Hassan (2004) terhadap tiga jenis antena iaitu antena hon, antena heliks dan antena monopole. Dalam pengujian yang dijalankan beliau menggunakan nilai frekuensi yang tetap iaitu 10GHz. Perbezaan yang dijalankan oleh pengujian beliau ialah perbezaan jarak antara kedua-dua antena pemancar dan antena penerima. Jarak yang diuji adalah pada jarak 25cm, 50cm dan 100cm.

Data yang diperoleh bagi pengujian ini adalah seperti pada jadual 2.5 dan rajah 2.5 di dalam lampiran A1 di mana jarak yang digunakan adalah 25cm bagi antena hon. Di dapati masih berlaku pertindihan data kekuatan gelombang elektromagnet. Pengujian terus dilakukan untuk jarak 50cm dan 100cm dengan menggunakan antena hon. Keputusan pengujian boleh di dapati di dalam lampiran A1.

Daripada keputusan yang diperolehi, pada jarak 10GHz tahap kematangan buah pisang dapat dibezakan dengan lebih jelas untuk jarak 25cm antara kedua-dua antena pemancar dan penerima. Walaupun terdapat pertindihan namun, perbezaan nilai gelombang elektromagnetik bagi setiap tahap masih boleh diperhatikan.

Seterusnya data yang diperolehi dengan pengujian menggunakan antena heliks dijalankan bagi jarak 25cm, 50cm dan 100cm antara kedua-dua antena pemancar dan antena penerima. Keputusan bagi pengujian ini boleh diperhatikan di dalam lampiran A1. Nilai frekuensi yang digunakan dalam pengujian ini adalah 10GHz. Hasil daripada keputusan yang diperolehi didapati perbezaan kekuatan gelombang elektromagnet tidak dapat dibezakan dengan jelas dan nyata.

Bagi pengujian membezakan tahap kematangan buah menggunakan antena monopole pula, data yang diambil pada dua nilai frekuensi yang berbeza iaitu 2GHz dan 500MHz dengan jarak yang sama antara kedua-dua antena pemancar dan antena penerima iaitu pada jarak 100cm. Keputusan yang diperolehi boleh diperolehi dalam lampiran A1. Daripada keputusan yang diperolehi didapati antena monopole tidak sesuai digunakan untuk membezakan tahap kematangan buah pisang pada kedua-dua nilai frekuensi yang dipilih.

Daripada semua pengujian yang dijalankan, didapati penggunaan antena hon adalah paling sesuai dalam memberikan perbezaan yang ketara pada nilai kekuatan elektromagnet bagi setiap tahap kematangan. Maka untuk pengujian bagi projek kali ini antena yang dipilih adalah antena hon piramid dengan nilai frekuensi 10GHz dan jarak antara kedua-dua antena pemancar dan antena penerima adalah 25cm.

Kemautan dapat menerangkan bagaimana ruang antara dua plat pengalir yang selari memberi kesan kepada medan elektrik antara keduanya. Nilai kemautan dipengaruhi oleh nilai luas plat yang digunakan, jarak antara kedua-dua plat selari, jenis dielektrik yang digunakan dan jenis plat yang digunakan.

Kajian oleh Haris Fazilah bin Hassan (2004) dalam membezakan tahap kematangan buah pisang dengan menggunakan pemahaman terhadap kemautan berjaya diperolehi. Beliau menjalankan pengujian terhadap jarak antara dua plat selari yang berbeza tahap kematangan iaitu muda dan masak. Di sini buah pisang bertindak sebagai dielektrik kepada dua plat pengalir yang selari ini. Keputusan yang diperolehi boleh diperhatikan pada jadual 2.12.

Jadual 2.12 Nilai kemautan bagi setiap jarak antara dua plat yang dipilih

Jarak	Nilai kemautan (μF)		
	Tanpa dielektrik	Dengan dielektrik	
		Muda	Masak
4.0	107.8	108.7	109.3
5.0	106.8	107.7	107.9
6.0	106.2	106.5	106.8
7.0	105.8	106.0	106.1
8.0	105.6	105.7	105.7
9.0	105.1	105.1	105.1
10.0	104.9	105.1	105.1

Berdasarkan pada jadual yang diperolehi, jarak yang paling sesuai untuk membezakan tahap kematangan buah pisang adalah pada jarak 4.0cm. Oleh itu dalam pengujian bagi projek tahun ini jarak yang diambil adalah 4.0cm.

Rangkaian neural direkabentuk berasaskan kesedaran bahawa otak manusia melakukan fungsinya dalam bentuk yang berbeza dengan komputer digital biasa (Haykin S., 1994). Oleh itu pada kini, bidang kecerdikan telah berkembang dengan pesatnya dan ia digunakan secara meluas. Di mana ia membolehkan fungsi-fungsi yang dilakukan oleh manusia dapat dilakukan juga dengan menggunakan komputer.

Rangkaian neural menyediakan pelbagai kaedah baru dalam menyelesaikan pelbagai masalah antaranya pengesanan corak, analisis data dan juga dalam bidang kawalan. Ia mempunyai ciri-ciri kelajuan pemprosesan yang tinggi dan berkebolehan untuk belajar menyelesaikan masalah berdasarkan kepada beberapa contoh.

Beberapa kajian lepas telah dijalankan terhadap pelbagai jenis rangkaian neural dalam melaksanakan projek mengesan tahap kematangan buah pisang ini. Antara jenis rangkaian yang digunakan adalah Rangkaian Perceptron Pelbilang Lapisan (MLP), Rangkaian Suapbalik Keluaran Dalam Berulang (LORGF) dan Rangkaian Perceptron Pelbilang Lapisan Hibrid (HMLP).

Dengan menggunakan data-data yang diperolehi daripada pengujian yang dilakukan, rangkaian-rangkaian neural ini dilatih dan disahkan penggunaannya bagi mencari rangkaian yang dapat membantu membezakan tahap kematangan buah pisang. Berdasarkan pada pengujian yang dijalankan oleh Sahazati binti Md Rozali, didapati Rangkaian Perceptron Pelbilang Lapisan Hibrid (HMLP) memberikan keputusan yang terbaik jika dibandingkan dengan jenis rangkaian neural lain.

Beliau mendapati penggunaan HMLP memberikan keputusan dan keluaran seperti yang dikehendaki dengan menggunakan set data yang diperolehi. Malah rangkaian ini memberikan nilai keluaran rangkaian yang paling hampir dengan keluaran yang dikehendaki jika dibandingkan dengan rangkaian yang lain.

Manakala ralat yang terhasil daripada rangkaian jenis ini adalah paling minima jika dibandingkan dengan rangkaian MLP dan LORGF. Keupayaan HMLP dalam memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, menunjukkan rangkaian jenis ini mempunyai kepekaan yang lebih tinggi dalam mengesan perubahan nilai yang kecil berbanding rangkaian jenis lain. Purata ralat yang malar pada setiap epoch untuk rangkaian HMLP

turut membuktikan kelebihan dan ketepatan rangkaian ini berbanding MLP dan LOLRGF.

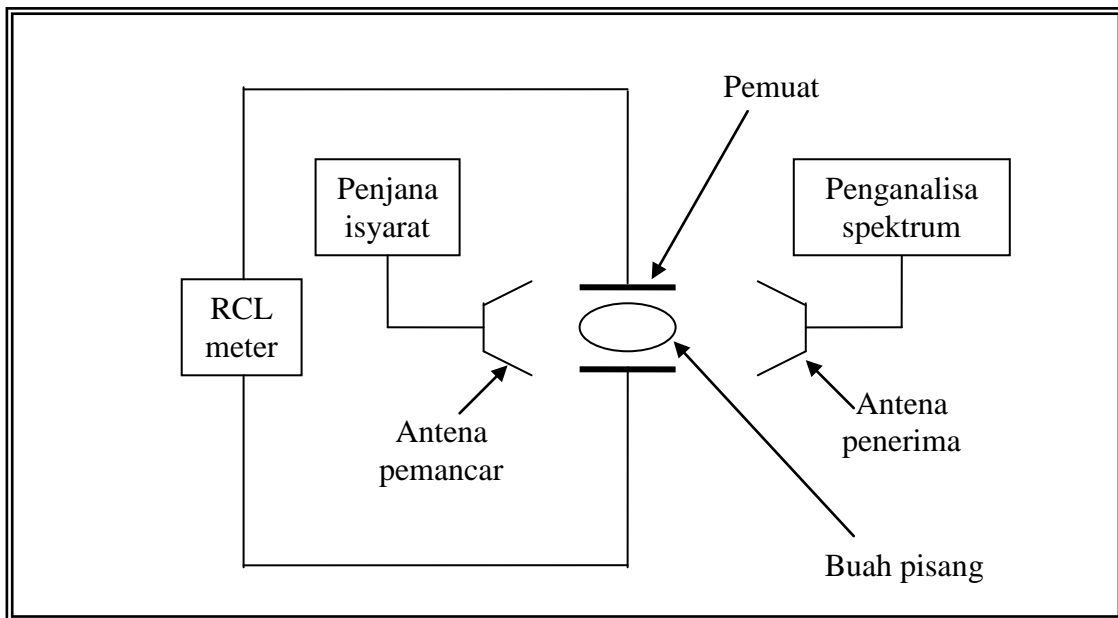
Namun begitu dalam pengujian projek kali ini rangkaian yang digunakan adalah MLP disebabkan jenis masukan yang bertambah iaitu data yang diperolehi dengan menggunakan kekuatan gelombang elektromagnet dan nilai kemuatan bagi setiap tahap kematangan yang berbeza.

BAB 3 : PERALATAN DAN PROSEDUR PROJEK

Bahagian ini merangkumi penerangan mengenai eksperimen, penganalisan dan rekabentuk yang dijalankan untuk melaksanakan projek ini. Oleh tu bahagian ini akan menerangkan secara terperinci mengenai peralatan yang digunakan dan prosedur yang dijalankan.

3.1 SENARAI PERALATAN

Terdapat beberapa peralatan yang digunakan di dalam pelaksanaan projek ini. Rajah 3.1 menunjukkan peralatan-peralatan serta kaedah penyambungan yang digunakan dalam projek ini:



Rajah 3.1 Peralatan-peralatan projek serta kaedah penyambungannya

3.2 ANTENA

Antena merupakan suatu struktur yang berperanan sebagai suatu transduser kepada gelombang elektromagnet atau kata lainnya berupaya menukarkan suatu tenaga elektrik kepada tenaga elektromagnet atau sebaliknya. Definisi piawai yang diberikan oleh IEEE pula menyatakan antena mematuhi konsep: “Suatu bahagian pemancar atau

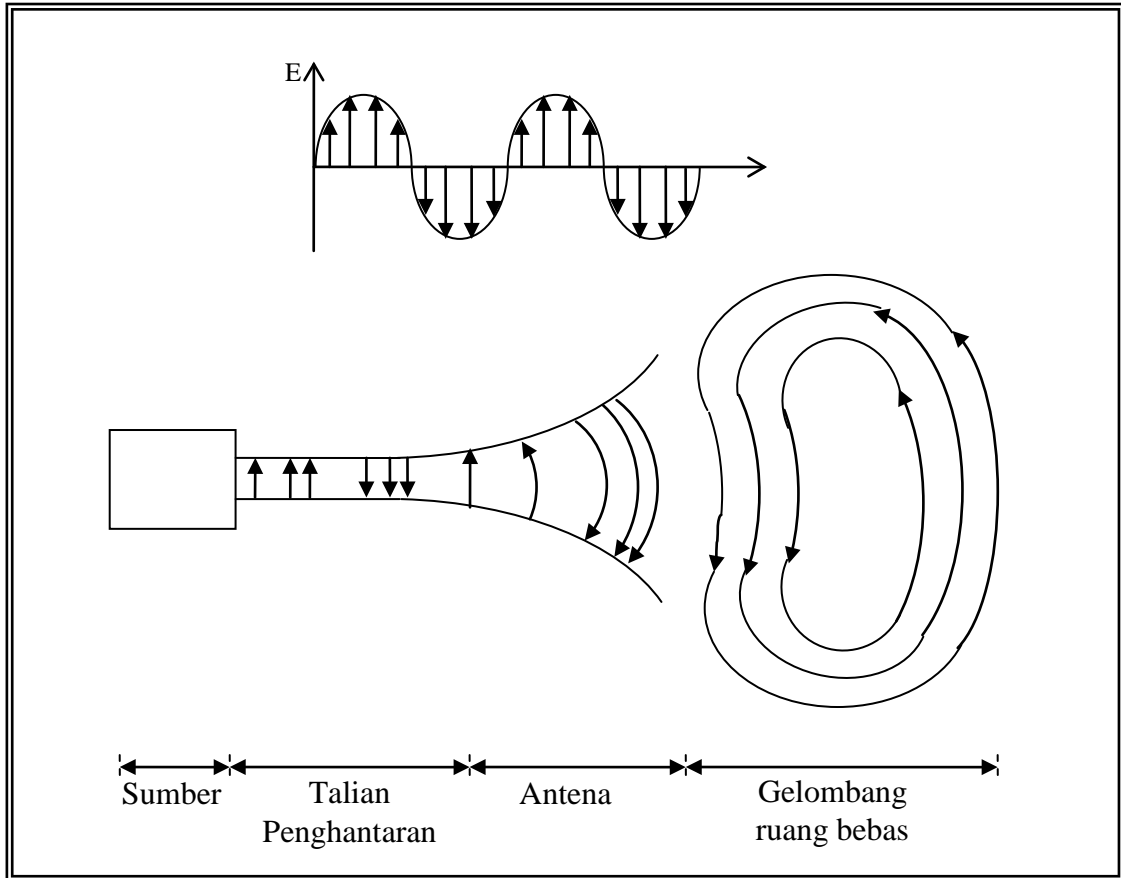
penerima yang direka agar mampu menyinar atau menerima gelombang elektromagnetik” (Constantine A. Balanis,1997).

Antena secara dasarnya terbahagi kepada dua kategori iaitu antena pemancar dan antena penerima. Antena isotropik merupakan antena rujukan atau bandingan kerana ia menyinar gelombang dalam semua arah. Manakala bagi antena yang memancarkan gelombang dalam satu arah dikenali sebagai antena berarah dan ia mempunyai fokus yang lebih besar jika dibandingkan dengan antena isotropik (Syed Idris Syed Hassan, 1997).

Walaupun bagaimanapun persoalan pertama yang akan dibincangkan adalah bagaimana penyinaran itu berlaku. Penyinaran berlaku pada dawai pengalir yang mempunyai arus yang berubah dengan masa atau pecutan (atau nyahpecutan) cas. Sekiranya cas yang ada tidak bergerak maka tiada sebarang arus akan terhasil yang boleh membawa kepada penyinaran. Penyinaran juga tidak akan berlaku apabila cas memecut secara seragam disepanjang dawai lurus dan mempunyai keluasan yang tidak terhingga. Tetapi menyinar pada dawai yang melengkung, melentur, terputus-putus, tertamat atau tertangkas (Constantine A. Balanis,1997).

Rajah 3.2 menggambarkan bagaimana penyinaran berlaku. Sumber voltan disambungkan kepada dua-pengalir talian penghantaran yang disambungkan kepada suatu antena. Medan elektrik kemudian akan terhasil diantara pengalir apabila talian penghantar ini dibekalkan dengan sumber voltan berbentuk sinus. Penghasilan medan elektrik ini menyebabkan terbentuknya daya talian elektrik secara tangen dengan medan elektrik pada setiap titik dan kekuatannya berkadar dengan keamatan medan elektrik.

Daya talian elektrik ini berkecenderungan bertindak ke atas elektron bebas dan memaksa elektron-elektron bebas ini berubah tempat. Arus kemudiannya terbentuk disebabkan oleh pergerakan cas yang mana turut menyebabkan keamatan medan magnet terhasil (Constantine A. Balanis,1997).



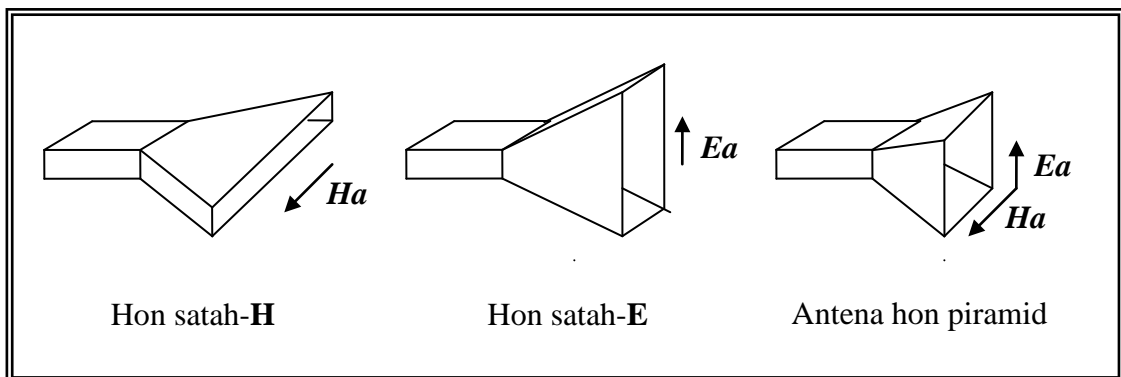
Rajah 3.2 Antena sebagai peranti peralihan

Seterusnya gelombang elektromagnetik yang merambat disepanjang talian penghantaran terbentuk daripada penghasilan elektrik berubah dengan masa dan medan magnet antara pengalir. Gelombang elektromagnet bersama-sama dengan cas elektrik dan arus kemudiannya memasuki antenna sebelum menghampiri kawasan ruang bebas dan membentuk gelombang ruang bebas. Gelombang ruang bebas ini dapat dihasilkan dengan menyambungkan hujung terbuka talian elektrik. Gangguan elektrik akan terbentuk secara berterusan kerana sumber yang dibekalkan adalah dalam bentuk sinus. Gelombang elektromagnet turut terbentuk secara berterusan dan merambat disepanjang talian penghantaran kemudiannya melalui antenna dan menyinar ke kawasan ruang bebas. Gelombang elektromagnetik yang memasuki ruang bebas ini adalah dalam bentuk gelung tertutup berbeza dengan corak di dalam talian penghantaran dan antenna yang bertanggung disebabkan oleh cas yang ada (Constantine A. Balanis,1997).

3.2.1 Antena Hon

Antena hon merupakan salah satu antena mikrogelombang yang ringkas dan digunakan secara meluas sebagai elemen penyuar untuk radio astronomi, pengesanan satelit dan di dalam sistem perhubungan. Antena hon turut digunakan sebagai elemen penyuar kepada pemantul dan kanta, ia merupakan elemen yang biasa untuk tatasusunan fasa dan sebagai piawaian universal untuk proses kalibrasi dan pengukuran gandaan untuk antena gandaan tinggi yang lain. Ia digunakan secara meluas kerana ia mempunyai struktur yang ringkas, pengujaan yang mudah, serbaguna dan gandaan yang besar (Constantine A. Balanis,1997).

Terdapat pelbagai bentuk untuk suatu hon elektromagnet, tiga antaranya adalah seperti yang ditunjukkan dalam rajah 3.3. Kesemua antena ini disuap dengan pandu gelombang segiempat dan untuk pengujaan pandu gelombang dalam ragam perusa, satah-**E** (medan elektrik) adalah menegak dan satah-**H** (medan magnet) adalah mendatar. Antena hon bersektor satah-**H** menyinar gelombang dikeseluruh dimensi dinding dan membiarkan sedikit ruang dinding pandu gelombang tidak berubah. Manakala antena yang menyinar pada satah-**E** dikenali sebagai antena hon bersektor satah-**E**. Apabila kedua-dua dimensi gelombang menyinar, antena ini dikenali sebagai antena hon piramid.



Rajah 3.3 Jenis-jenis antena hon

3.2.2 Antena Hon Piramid

Antena hon piramid adalah antena hon berbentuk segiempat yang banyak digunakan untuk menyuap gelombang mikro yang besar. Antena ini menyinar dikedua-dua satah-**E** dan satah-**H**.

Rajah 3.4 adalah keratan rentas antena hon piramid disepanjang satah xz- dan yz-. Dimensi-dimensi antena hon piramid adalah seperti berikut:

$$R_a = \frac{A}{A-a} R_A \quad (3.2.1)$$

$$R_b = \frac{B}{B-b} R_B \quad (3.1.2)$$

$$H^2 = R_a^2 + \frac{A^2}{4} \quad (3.1.3)$$

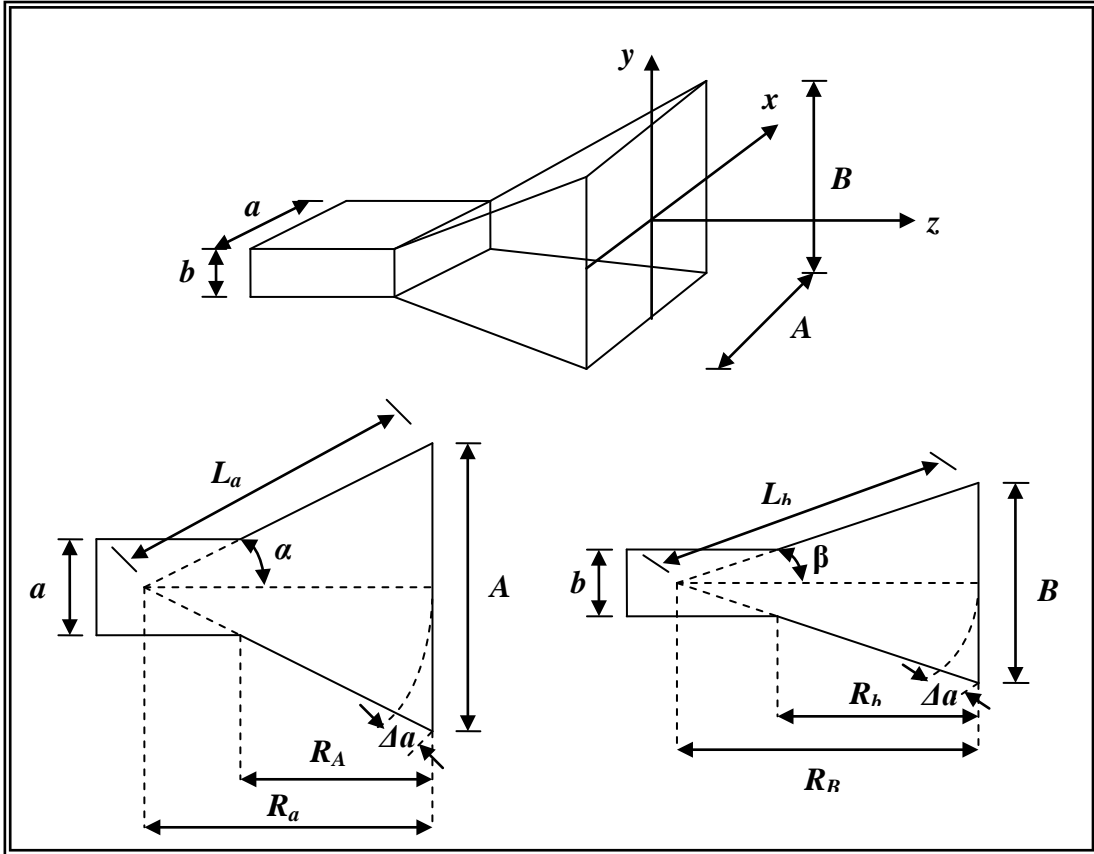
$$E^2 = R_b^2 + \frac{B^2}{4} \quad (3.1.4)$$

$$\tan \alpha = \frac{A}{2R_a} \quad (3.1.5)$$

$$\tan \beta = \frac{B}{2R_b} \quad (3.1.6)$$

$$\Delta a = \frac{A^2}{8R_a} \quad (3.1.7)$$

$$\Delta b = \frac{B^2}{8R_b} \quad (3.1.8)$$



Rajah 3.4 Keratan rentas antena hon piramid

Corak permukaan gelombang adalah melengkung dan bukannya mendatar. Di dalam penganalisaan ciri-ciri antena, perlu di perhatikan juga penyebab kepada ralat fasa yang teraruh. Ralat fasa adalah ralat laluan yang diwakili oleh s dan t .

$$s = \frac{B^2}{8\lambda_E} \quad (3.1.9)$$

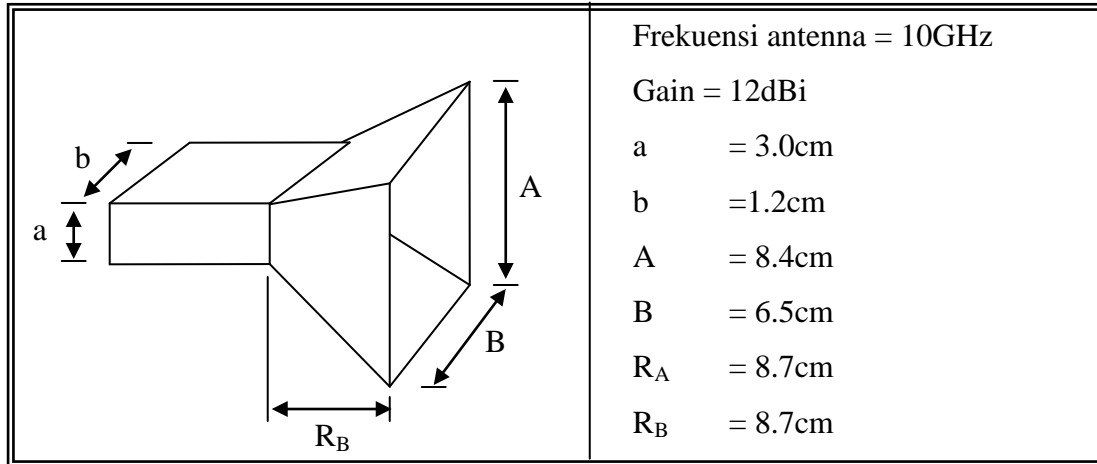
$$t = \frac{A^2}{8\lambda_H} \quad (3.1.10)$$

Gandaan bagi antena hon piramid adalah seperti persamaan (3.1.11) dimana L_E dan L_H adalah nilai kerosakan yang disebabkan oleh ralat fasa.

$$G = \frac{32}{\pi} \left(\frac{A}{\lambda} \right) \left(\frac{B}{\lambda} \right) L_E L_H \quad (3.1.11)$$

3.2.3 Rekabentuk Antena Hon Piramid

Rajah 3.5 menunjukkan jenis antena yang digunakan iaitu antena hon piramid. Dimensi antena ini adalah berkadar dengan frekuensi antena yang akan digunakan. Nilai dimensi antena hon piramid turut dinyatakan bersama di dalam rajah 3.5.



Rajah 3.5 Dimensi antena hon piramid

Terdapat dua antena hon piramid yang digunakan dalam ujikaji ini. Satu dari antena ini bertindak sebagai pemancar dan satu lagi sebagai penerima. Antena yang bertindak sebagai pemancar ini disambungkan kepada penjana isyarat yang membekalkan gelombang mikro berfrekuensi 10GHz. Manakala antena penerima pula disambungkan kepada penganalisa spektrum bagi mengukur gelombang yang merambat melalui bahan ujian. Jarak yang diberikan antara kedua-dua antena ini adalah 25cm diantara kedua-duanya.

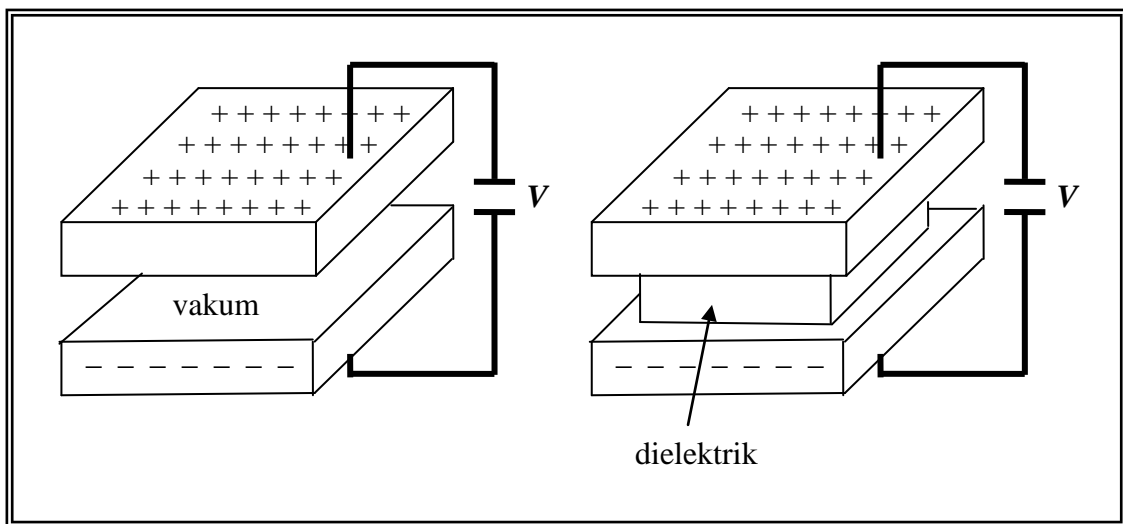
Di dalam ujikaji ini sebanyak 15 biji pisang emas diuji untuk setiap tahap kematangan iaitu pada tahap muda dan masak. Perubahan nilai gelombang yang merambat pada bahan ujian yang berbeza kematangan dapat diperhatikan dengan jelas.

3.3 KEMUATAN

Pemuat merupakan suatu elemen pasif yang direka untuk penyimpanan tenaga di dalam ruang medan elektriknya. Penggunaan pemuat adalah sangat meluas di dalam

bidang elektronik, perhubungan, komputer dan sistem kuasa (Charles K. Alexander dan Matthew N.O. Sadiku, 2000)

Pemuat terdiri daripada 2 plat pengalir selari yang dipisahkan dengan penebat (dielektrik) seperti dalam rajah 3.6. Apabila sumber voltan disambungkan kepada dua plat selari yang dipisahkan antaranya akan menyebabkan medan elektrik terbentuk diantara ruang plat selari tersebut. Kebezaan cas yang tersimpan di permukaan plat ini yang menyebabkan terhasilnya medan elektrik antara ruang plat selari.



Rajah 3.6 Pemuat

Jumlah cas yang tersimpan ini diwakili oleh q dan berkadaran terus dengan voltan v yang dibekalkan kepada plat

$$q = Cv \quad (3.3.1)$$

dimana C adalah nilai kemuatan suatu pemuat. Kemuatan adalah nisbah cas satu plat suatu pemuat dengan nilai voltan v yang dibekalkan kepada kedua-dua plat (Charles K. Alexander dan Matthew N.O. Sadiku, 2000)

Walaupun kemuatan suatu pemuat adalah nisbah cas per plat kepada nilai voltan yang dibekalkan, tetapi nilai kemuatan bergantung kepada dimensi fizikalnya. Contohnya bagi rajah 3.6, nilai kemuatan adalah

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \quad (3.3.2)$$

dimana A adalah jumlah luas permukaan setiap plat, d adalah jarak antara plat dan ϵ adalah kebertelusan bahan dielektrik antara plat (Charles K. Alexander dan Matthew N.O. Sadiku, 2000).

Secara umumnya ada tiga faktor yang menentukan nilai kemuatan suatu pemuat iaitu:

- Luas permukaan plat – semakin besar keluasan permukaan semakin besar nilai kemuatan
- Jarak antara plat – semakin kecil jarak antara plat semakin tinggi nilai kemuatan
- Kebertelusan bahan – semakin tinggi nilai kebertelusan bahan semakin besar nilai kemuatan

Pemalar dielektrik suatu bahan antara plat bagi suatu pemuat yang tidak dikenali seperti rajah 3.6 boleh diukur dimana

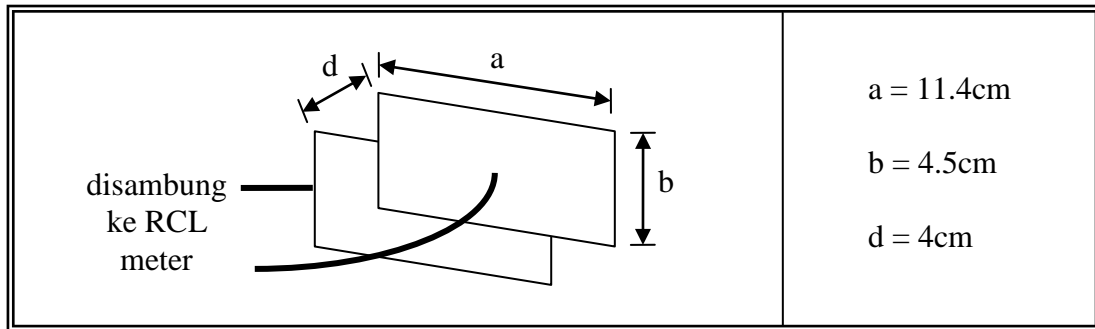
$$C = \frac{\pi D^2 \kappa \epsilon_o}{4d} \quad (3.3.3)$$

pemalar dielektrik adalah

$$\kappa = \frac{4dC}{\pi D^2 \epsilon_o} \quad (3.3.4)$$

3.3.1 Rekabentuk Pemuat

Di dalam ujikaji ini, kemuatan pemuat sepasang papan PCB diukur dengan menggunakan RCL meter. Tujuan ujikaji ini adalah untuk memerhatikan perubahan nilai kemuatan pemuat dengan perubahan tahap kematangan buah pisang yang bertindak sebagai dielektrik. Dimensi plat yang digunakan adalah seperti dalam rajah 3.7.



Rajah 3.7 Dimensi pemuat

Jumlah buah pisang emas yang digunakan juga 15 biji bagi setiap tahap kematangan iaitu muda dan masak. Pengukuran kekuatan pemuat terdapat sedikit perbezaan bagi tahap kematangan yang berbeza.

3.3.2 Prosedur Menguji Pemuat

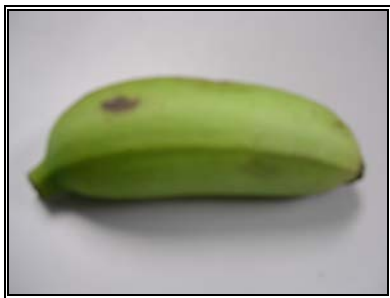
Papan PCB yang telah siap diukur mengikut ukuran rekabentuk ditebuk pada bahagian tengahnya bagi penyambungan dawai pengalir. Kemudian dawai ini dipateri bagi memastikan ia terletak dan tidak memberikan ralat yang besar ketika bacaan diambil. Papan PCB ini kemudiannya diuji dahulu untuk melihat kesan kematangan buah pisang terhadap kekuatannya. Beberapa prosedur dijalankan.

- 1) Papan PCB yang direkabentuk dibiarkan pada jarak 4cm diantara-duanya dan hujung dawai pengalir disambungkan kepada RCL meter.
- 2) Nilai kekuatan yang pertama diambil dengan menganggap dielektrik yang digunakan adalah udara. Setelah data diambil, papan PCB ini dinyahcaskan sebelum bacaan seterusnya diambil.
- 3) Langkah 1 dan 2 diulang untuk 25 bacaan seterusnya.
- 4) Langkah seterusnya adalah menguji kekuatan buah pisang bagi setiap tahap kematangan iaitu muda dan masak.

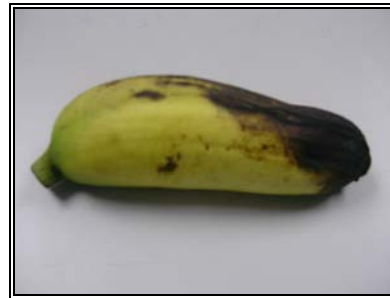
- 5) Sebelum kekuatan buah pisang diambil, papan PCB ini dinyahcaskan dahulu. Kemudian buah pisang diletakkan diantara kedua-dua papan PCB yang berjarak 4cm diantara kedua-duanya. Nilai kekuatan yang diperolehi dicatatkan.
- 6) Papan PCB sekali lagi dinyahcaskan sebelum bacaan kedua diambil. Kaedah 5 diulang sebanyak tujuh kali sebelum buah pisang lain pula diuji.
- 7) Kaedah 5 dan 6 diulang sehingga 25 bacaan diperolehi bagi setiap tahap kematangan.

3.4 BUAH PISANG

Perlaksanaan projek ini melibatkan penggunaan pisang emas. Pisang jenis ini dipilih kerana ia mudah didapati dan saiznya yang bersesuaian dengan saiz antena dan juga pemuat yang direkabentuk. Dua tahap kematangan buah pisang dipilih iaitu muda dan masak. Rajah 3.8 dan rajah 3.9 menunjukkan buah pisang emas pada setiap tahap kematangan.



Rajah 3.8 Pisang muda



Rajah 3.9 Pisang masak

Buah pisang emas yang digunakan dalam ujikaji ini mestilah mempunyai saiz kebesaran yang hampir sama bagi memastikan bacaan yang diambil tidak mempunyai perbezaan yang ketara.

3.5 PROSEDUR EKSPERIMEN

Peralatan yang digunakan disusun dan diatur terlebih dahulu. Di dalam pengambilan pengukuran data, beberapa prosedur perlu dilakukan bagi menyediakan peralatan yang digunakan.

- 1) Antena pemancar disambungkan kepada penjana isyarat agar gelombang mikro yang dipancarkan adalah pada frekuensi 10GHz. Manakala antena penerima disambungkan kepada penganalisa spektrum bagi mengukur gelombang mikro yang merambat melalui buah pisang. Penganalisa spektrum ini disetkan agar menerima gelombang mikro antara frekuensi 8GHz hingga 12GHz.
- 2) Jarak antara kedua-dua hujung antena ini adalah 25cm. Manakala bahan uji iaitu buah pisang diletakkan di tengah-tengah antara kedua-dua antena ini.
- 3) Papan PCB yang bertindak sebagai pemuat diletakkan di tengah-tengah kawasan perambatan gelombang mikro dengan jarak antara papan PCB adalah 4cm.
- 4) Setelah peralatan siap disusun, data bagi kekuatan dan nilai gelombang mikro yang merambat pada buah pisang diambil dalam masa yang sama. Setelah bacaan yang pertama diambil, papan PCB dinyahcaskan dahulu sebelum bacaan seterusnya diambil. Prosedur ini diulang sebanyak tujuh kali sebelum buah pisang lain digunakan untuk meneruskan ujikaji.
- 5) Kaedah 4 diulang sehingga 100 data berjaya diperolehi bagi kedua-dua kaedah untuk setiap tahap kematangan buah pisang.

3.6 RANGKAIAN NEURAL

Rangkaian neural kini menjadi semakin terkenal dalam bidang teknologi. Terma rangkaian neural adalah diambil daripada terma biologi yang merujuk kepada rangkaian neural yang kini dikenali sebagai Rangkaian Neural Tiruan (ANN). Rangkaian neural yang asli adalah himpunan neuron iaitu sel-sel kecil yang membentuk otak seperti