

OPTIMUM ELECTRICAL CAPACITANCE TOMOGRAPHY SENSOR FOR OIL-
HEIGHT DETERMINATION

Oleh

Muhamed Sufian Bin Hamzah

Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan
untuk ijazah dengan kepujian

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN ELEKTRIK)

Pusat Pengajian Kejuruteraan
Elektrik Dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia

Mac 2005

ABSTRAK

Secara asasnya terdapat dua jenis sistem tomografi iaitu tomografi bagi tujuan perubatan dan tomografi proses. Tomografi kekuatan elektrik (TKE) merupakan salah satu cabang di dalam tomografi proses yang diaplikasikan dalam sektor perindustrian pengimejan. Penggunaan TKE masih baru dan memerlukan kepakaran yang cukup untuk memajukan proses rekabentuk. TKE lebih kepada proses yang menggunakan komponen electromagnet iaitu kapasitor bagi tujuan menentukan nilai sesuatu parameter. Secara asasnya, terdapat beberapa jenis regim aliran yang wujud semasa aliran sebuah paip minyak, iaitu regim anulus, gelembung, strata, homogen penuh dan homogen kosong. Untuk projek ini, RNB yang digunakan ialah *Multilayer Perception* (MLP). Pengaturcaraan Matlab versi 6.5 digunakan bagi proses menjanakan data TKE menggunakan pensimulasi TKE. Penggunaan nilai parameter pengesan TKE yang beza-beza mempengaruhi nilai data TKE yang diperolehi. Dalam proses ini, parameter R2 (lebar saluran paip) dan θ (lebar sudut elektrod) diubah nilainya dan dilihat perubahan data bacaan yang diperolehi. Julat nilai parameter R2 yang digunakan adalah 1.02 hingga 1.38 unit dan julat nilai θ yang digunakan adalah 5° hingga 24° . Purata data masukan ketinggian minyak yang diperolehi daripada proses pernormalan kemudiannya dibandingkan dengan nilai ketinggian sasaran dengan menggunakan fungsi RNB daripada program Matlab. Setiap perubahan ralat daripada proses perbandingan diplotkan didalam sebuah graf purata ralat melawan parameter R2 dan purata ralat melawan parameter θ . Graf ini bertujuan untuk menunjukkan perubahan yang berlaku apabila salah satu parameter TKE diubah.

ABSTRACT

There are two types of tomography systems, medical tomography and process tomography. ECT is one of the branches of process tomography. ECT or Electrical Capacitance Tomography is one of the techniques to measure the internal spatial distribution of materials. This new and very detailed knowledge allows improved design of process equipment. ECT process is based on the electromagnet properties of components in the volume measurement. In this thesis, MATLAB is used to generate raw ECT dataset with using an ECT simulator. The variable value of an ECT design parameters affect the sensitivity of raw ECT dataset. In this project, the range of pipe thickness, R_2 is uses 1.02 to 1.38 units and the range of electrode angle, θ is 5° to 24° . The mean of absolute error with comparison between oil height target and oil height ANN measurement is plot in two graphs, mean absolute error versus parameter R_2 and mean absolute error versus parameter θ . The graphs show the changes in oil height estimation that occur when the ECT system parameters are changed.

PENGHARGAAN

Assalamualaikum w.b.t..

Alhamdulillah, syukur kehadiran Illahi kerana dengan limpah dan kurniaNya dapat saya menyiapkan projek tahun akhir ini dengan jayaan.

Ucapan ribuan terima kasih kepada penyelia projek Dr Junita Binti Mohamad Saleh atas segala dorongan dan tunjuk ajar beliau dapat saya menyiapkan projek ini. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan yang turut sama membantu dalam menyelesaikan segala bentuk masalah yang dihadapi.

Kepada keluarga tersayang yang telah banyak berkorban dan memberikan sokongan padu dalam meniupkan semangat supaya saya terus berusaha dengan lebih gigih.

Akhir kata daripada saya, terima kasih sekali lagi kepada semua pihak yang membantu sehingga projek ini dapat disiapkan dengan jayanya.

Terima kasih....

ISI KANDUNGAN

	Muka Surat
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	iv
ISI KANDUNGAN	v
SENARAI GAMBARAJAH	vi
BAB1 PENGENALAN	
1.0 Pendahuluan	1
1.1 Pengkelasan regim-regim aliran	1
1.2 Tujuan projek	2
1.3 Panduan projek	2
BAB2 KAJIAN ILMIAH	
2.0 Pendahuluan	3
2.1 Tomografi	3
2.1.1 Asas sistem Tomografi Kemuatan Elektrik	4
2.1.2 Pengukuran Kemuatan Sistem TKE	5
2.1.3 Penyediaan Penormalan Data TKE	6
2.2 Rangkaian Neural	7
2.2.1 Hubungan Antara Neural Biologi Dengan Neural Buatan	8
2.2.2 Struktur RNB	9
2.2.3 Senibina RNB	10
2.2.4 Rangkaian MLP	11
2.3 Aplikasi RNB dalam TKE	12
2.4 Pengenalan Kepada Aturcara MATLAB	13
BAB3 KAEDAH IMPLEMENTASI	
3.0 Pendahuluan	14
3.1 Penerangan Perjalan Projek	14
3.1.1 Penghasilan Data Geometri Dan Penetapan Nilai Parameter	14
3.1.2 Proses Pernormalan	14

3.1.3 Proses Perbandingan Nilai Ketinggian Sasaran Dengan Nilai Purata Ketinggian Keluaran RNB	15
3.1.4 Data Diplotkan Di dalam Graf	15
3.2 Jenis Regim Aliran	19
3.3 Rekabentuk Pengesan TKE	20
3.4 Struktur Fail Dan Penyediaan Data	22

BAB4 KEPUTUSAN

4.0 Pendahuluan	24
4.1 Proses Pernormalan Menggunakan RNB	24
4.2 Jadual Purata Ralat Ketinggian Untuk Parameter R2 Dan θ .	25
4.3 Proses Memplotkan Graf	26
4.3.1 Graf purata ralat ketinggian melawan parameter R2 .	26
4.3.2 Graf purata ralat ketinggian melawan parameter θ° ..	27
4.4 Graf purata ralat ketinggian mengikut jenis regim aliran	28
4.4.1 Graf purata ralat ketinggian melawan parameter R2 mengikut regim aliran	28
4.4.2 Graf purata ralat ketinggian melawan parameter θ° mengikut regim aliran	32
4.5 Perbandingan Korelasi	35

BAB5 KESIMPULAN

5.0 Pendahuluan	36
5.1 Perbincangan	36
5.2 Kesimpulan	37
5.3 Cadangan	38

RUJUKAN

LAMPIRAN

SENARAI GAMBARAJAH

Muka Surat

BAB2 KAJIAN ILMIAH

Rajah 2.1: Proses Tomografi Kemuatan Elektrik	4
Rajah2.2: Keratan Rentas Pengesan Kemuatan 12-elektrod	5
Rajah 2.3: Cara Pengukuran Kemuatan	6
Rajah 2.4 Struktur neuron manusia	8
Rajah 2.5: Komponen asas RNB	9
Rajah 2.6: Rangkaian Suap-Balik	11
Rajah 2.7: Struktur Rangkaian MLP	12
Rajah 2.8 Diagram untuk proses simulasi dan pra-proses	12
untuk data TKE	
Rajah 2.9 Prosedur untuk melatih MLP	13

BAB3 KAEDAH IMPLEMENTASI

Rajah 3.1: Carta Penentuan Koordinat Bagi Regim Aliran	16
Rajah 3.2: Carta Proses Mendapat Geometri Regim Aliran Dan Proses Penormalan	17
Rajah 3.3: Carta Proses Penormalan Melalui Matlab Dan Proses Perbandingan Ralat	18
Rajah 3.4: Bentuk Regim Aliran: (a) strata, (b) anulus, (c) teras, (d) gelembung, (e) homogen (penuh), (f) homogen (kosong).	19
Rajah 3.5: Keratan Rentas Pengesan TKE	20
Rajah 3.6: Struktur bagi fail yang telah digabungkan	22

BAB4 KEPUTUSAN

Rajah 4.1: Paparan bagi proses penormalan menggunakan RNB	24
Rajah 4.2: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter R2	27
Rajah 4.3 :Graf purata ralat ketinggian melawan parameter θ°	28
Rajah 4.4: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter R2 untuk regim aliran homogen kosong	29

Rajah 4.5: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter R_2 untuk regim aliran homogen penuh	29
Rajah 4.6: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter R_2 untuk regim aliran anulus	30
Rajah 4.7: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter R_2 untuk regim aliran gelembung	30
Rajah 4.8: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter R_2 untuk regim aliran strata	31
Rajah 4.9: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter θ^0 regim aliran homogen kosong	32
Rajah 4.10: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter θ^0 regim aliran homogen penuh	32
Rajah 4.11: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter θ^0 regim aliran anulus	33
Rajah 4.12: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter θ^0 regim aliran gelembung	34
Rajah 4.13: Graf purata ralat ketinggian melawan parameter θ^0 regim aliran strata	34

BAB 1

PENGENALAN

1.0 Pendahuluan

Bab pengenalan akan menerangkan gambaran awal jenis-jenis regim aliran yang dijanakan oleh TKE untuk mendapatkan keluaran. Selain itu, bab ini juga menerangkan tujuan projek ini dibangunkan dan panduan tesis bagi tujuan memberi gambaran perjalanan projek dari awal hingga penghasilan kesimpulan.

1.1 Pengkelasan regim-regim aliran

Dalam industri minyak, pengkelasan regim sangat penting. Pengkelasan atau pengecaman regim aliran sangat berguna bagi tujuan pengawalan proses dan pembaikan perkakasa TKE.

Pada masa sekarang terdapat beberapa jenis regim aliran yang biasa terbentuk iaitu regim aliran homogen kosong, homogen penuh, anulus, strata, teras dan gelembung yang dikenal pasti oleh H Yan, Y H Liu and C T Liu (2003).

Pada masa ini sistem TKE telah pesat dibangun dan digunakan, ia bukan saja boleh menentukan jenis regim aliran tetapi juga boleh menentukan peratus ketumpatan minyak dan lain-lain lagi. Dengan menggunakan teknik ini, gambaran yang terhasil lebih baik iaitu dalam bentuk 2 atau 3 dimensi, Xie et al, (1993). Menggunakan TKE 8 kapasitor untuk menentukan regim aliran di dalam paip bagi tujuan menentukan tekanan yang dikenakan oleh reaktor kimia. Nooralahiyah et al, (1994) menggunakan medan elektrostatik TKE untuk menentukan keluaran.

Dalam projek ini data yang dijanakan oleh TKE akan digunakan terus ke rangkaian neural buatan (RNB) bagi tujuan mendapatkan data keluaran ketinggian minyak yang dihasilkan oleh RNB. Nilai ketinggian ini nilai ketinggian sebenar bagi menentukan ketinggian minyak di dalam saluran paip minyak.

1.2 Tujuan Projek

Objektif yang ingin dicapai dalam projek ini adalah:

- Mengetahui nilai parameter yang lebih sesuai untuk mendapat nilai ketinggian minyak bagi RNB yang telah dilatih.
- Mendapatkan ketinggian minyak pada regim aliran yang berbeza.
- Memahami teori dan aplikasi RNB dalam industri.
- Memahami dengan lebih mendalam penggunaan TKE.
- Memahami dan menguasai penggunaan perisian Matlab

1.3 Panduan Tesis

Secara keseluruhannya, tesis ini mempunyai 5 bab iaitu pengenalan, kajian ilmiah, kaedah implementasi, keputusan dan kesimpulan.

Bab kajian ilmiah akan merangkan dengan lebih terperinci tentang teori-teori tomografi kekuatan elektrik dan rangkaian neural buatan. Selain daripada itu, penerangan berkaitan perisian Matlab turut tujuk, ia bertujuan untuk memudahkan pemahaman tentang projek ini.

Dalam bab kaedah implementasi, ia banyak menerangkan cara dan nilai parameter yang digunakan untuk projek ini. Bab keputusan, melihatkan nilai atau keluaran yang terhasil diakhir projek ini. Keputusan yang diperoleh diterangkan dengan teliti untuk mudah memahami projek ini.

Bab terakhir atau kesimpulan, membincangkan kelemahan yang terhasil daripada projek ini dan langkah-langkah untuk mengatasi kelemahan tersebut supaya projek ini boleh diperbaiki dari semasa ke semasa.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.0 Pendahuluan

Bab ini menerangkan tentang sistem-sistem yang akan digunakan dalam menjalankan projek ini. Sistem tomografi kekuatan elektrik (TKE) akan mula dibincangkan dan seterusnya rangkaian neural buatan (RNB) akan dibincangkan. Aspek yang akan dibincangkan dalam RNB termasuklah hubungan antara neural biologi dengan neural buatan, struktur RNB dan senibina RNB. Juga dibincangkan pekakas-pekakas Matlab yang digunakan dalam melaksanakan projek ini.

2.1 Tomografi

Terdapat dua jenis tomografi yang digunakan pada masa sekarang, antaranya tomografi untuk perubatan dan proses tomografi. Dalam bidang perubatan, tomografi telah digunakan dengan meluasnya. Antara peralatan perubatan yang menggunakan konsep tomografi adalah alat pengimbas badan (*Body scanner*), tomografi x-ray berkomputer (CAT) dan tomografi ultrabunyi (*ultrasound tomography*).

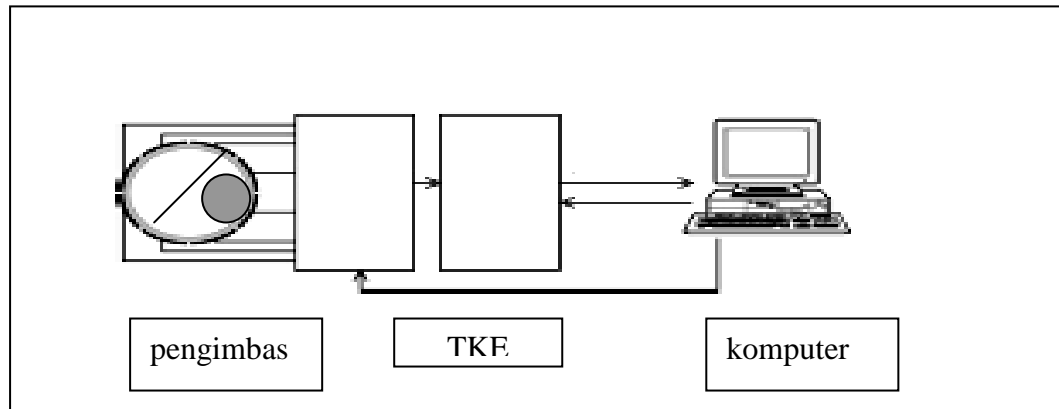
Proses tomografi juga merupakan kaedah tomografi untuk industri. Proses tomografi biasanya digunakan untuk menentukan ciri-ciri dalam sesuatu saluran yang tertutup seperti saluran paip. Antara jenis-jenis proses tomografi yang digunakan pada masa ini adalah Tomografi Kekuatan Elektrik (TKE), Tomografi Impedan Elektrik (TIE) dan Tomografi Elektromagnetik (TEM). Jenis proses tomografi telah digunakan untuk menentukan kebocoran minyak pada tangki bawah tanah, ketumpatan minyak di dalam paip, kelajuan minyak dan lain-lain lagi.

Tomografi Impedan Elektrik (TIE), tomografi jenis ini menggunakan 16 nod elektrod yang dipasang pada paip. Tomografi ini akan menghasilkan sentuhan elektrik apabila menyentuh bahan yang bersifat cecair dalam paip itu. Impedan dikira mengikut kealiran dan ketumpatan minyak di dalam paip tersebut. Tomografi Elektromagnetik (TEM), biasanya digunakan dalam industri makanan. TEM menggunakan gegelung yang akan menghasilkan medan magnet yang

berperanan mengaruhkan arus pusar (*eddy Current*). Perubahan arus ini akan dikesan oleh gegelung dan memapar keputusannya, Tapp dan Kemsley,(2002).

Tomografi Kemuatan Elektrik (TKE), menggunakan elektrod-elektrod kemuatan yang dipasang sekeliling paip.

2.1.1 Asas sistem Tomografi Kemuatan Elektrik (TKE)

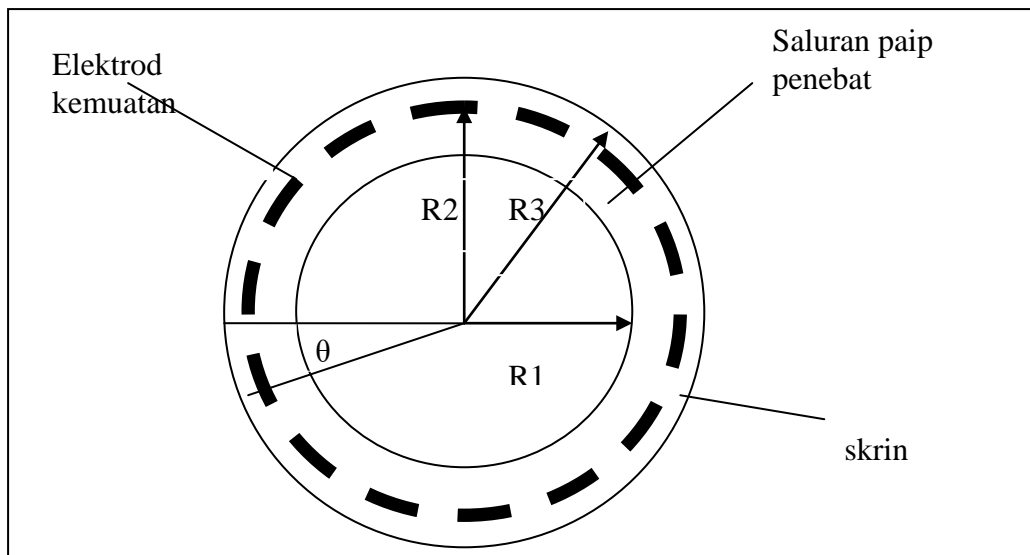


Rajah 2.1: Proses Tomografi Kemuatan Elektrik

TKE merupakan satu teknik yang baru digunakan bagi memperoleh imej dan keluaran bagi proses-proses yang melibatkan pelbagai komponen. Sebagai contoh, komponen minyak dan gas atau komponen air dan minyak di dalam sistem saluaran atau paip. TKE mempunyai banyak keistimewaan seperti kos penghasilannya yang murah, mempunyai tahap keselamatan yang tinggi dan mudah dikendalikan .

Mempunyai komponen-komponen asas sisten TKE ialah elektrod-elektod kemuatan, sistem perolehan data dan komputer untuk memaparkan imej yang terhasil. Gambarajah TKE ditunjukkan pada Rajah 2.1.

Rajah 2.2 menunjukkan keratan rentas bagi sebuah pengesan kemuatan TKE 12-elektrod yang digunakan di dalam projek ini. Elektrod-elektrod kemuatan yang disambungkan pada sekeliling permukaan paip akan mengesan cirri-ciri fizikal objek dan nilai bacaan yang diperolehi akan dihantar ke sistem perolehan data. Sistem ini akan memilih kombinasi pasangan elektrod bagi mengukur perbezaan kemuatan yang terhasil. Data yang siap diukur akan dihantar ke komputer bagi proses penghasilan imej. Imej yang terhasil akan dipaparkan diskrin komputer. Elektrod yang digunakan akan dibumikan, ia bertujuan untuk mengurangkan kemuatan tersesat (*stray capacitance*). Selain daripada elektrod kemuatan, skrin juga dibumikan, ia bertujuan untuk mengurangkan hingar yang terhasil.



Rajah2.2: Keratan Rentas Pengesan Kemuatan 12-elektrod

2.1.2 Pengukuran Kemuatan Sistem TKE

Rajah 2.3 menunjukkan gambarajah skematik kitaran pengukuran kemuatan bagi pengesan kemuatan 12-elektrod. Proses pengukuran dimulakan dengan elektrod 1 yang akan dibekalkan nilai voltan positif. Elektrod ini dipanggil elektrod sumber. Proses pengukuran bermula dengan perbezaan kemuatan antara elektrod 1 dan elektrod ke 2. proses ini akan berterus sehingga pengukuran kemuatan di antara elektrod 1 dan elektrod ke 12.

Untuk pengukuran kemuatan kitar kedua, elektrod ke 2 akan bibekalkan nilai voltan positif dan elektrod merujuk kepada elektrod sumber. Manakala elektrod ke 3 hingga elektrod ke 12 dipanggil elektrod pengesan, tetapi elektrod pertama dipanggil elektrod pengawal, Xie et al,(1992). Proses seperti diatas akan berlaku sehingga elektrod ke 12 dipanggil elektrod rujukan, manakala elektrod pertama hingga elektrod ke 11 dipanggil elektrod pengawal.

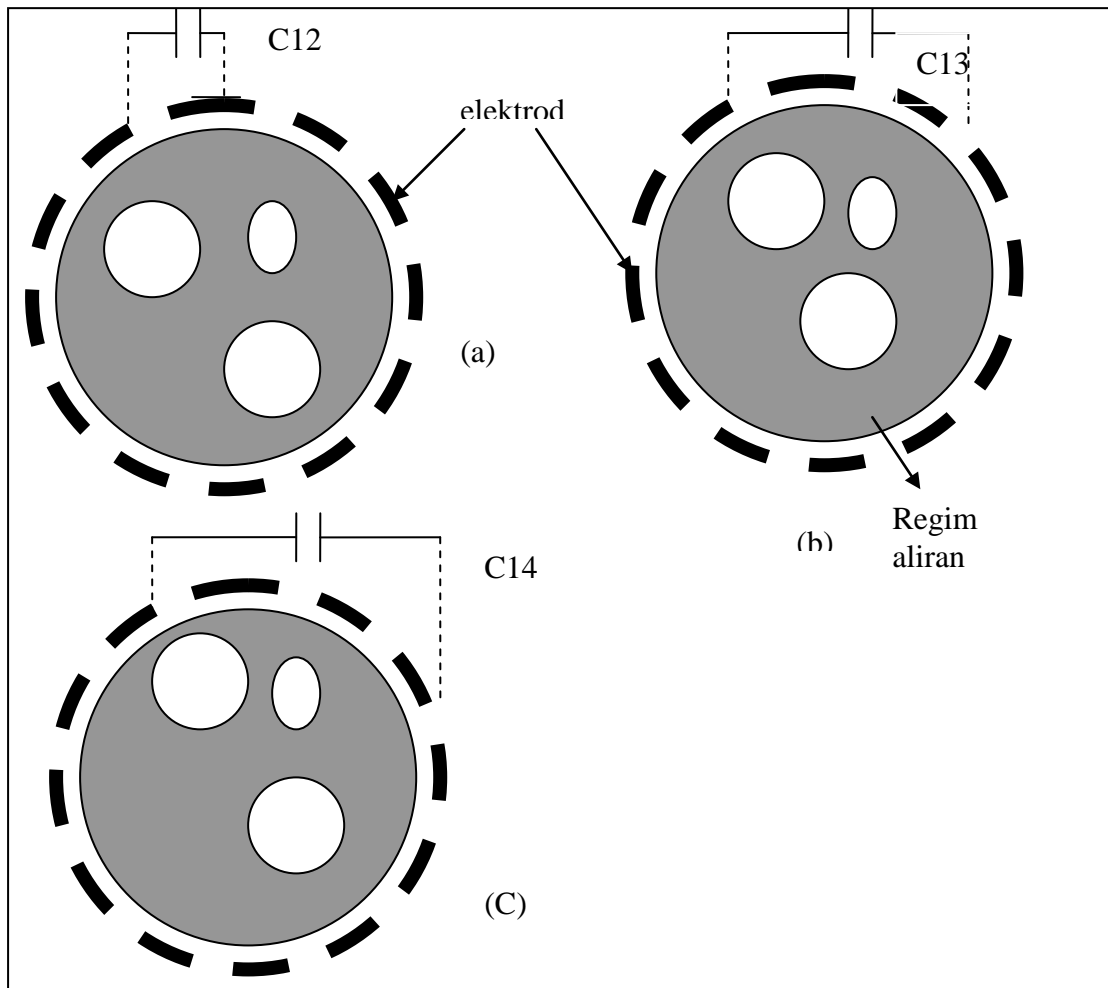
Data yang terhasil hasil daripada pengukuran kemuatan ini ialah sebanyak 66 bacaan. Bilangan ini diperolehi daripada rumus berikut:

$$D = \frac{n(n-1)}{2} \quad (2.1)$$

Di mana

D = bilangan data yang akan terhasil

n = bilangan elektrod yang digunakan



Rajah 2.3: Cara Pengukuran Kemuatan

2.1.3 Penyediaan Pernormalan Data TKE

Sebelum memasuki proses RNB, data yang terhasil daripada pengukuran kemuatan akan melalui proses pernormalan. Proses ini perlu dilakukan untuk memudahkan RNB melakukan proses seterusnya ke atas data yang bertabur dalam julat yang rendah. Berikut merupakan persamaan bagi proses pernormalan:

$$\lambda_{i,j} = \frac{C_{i,j} - C_{i,j(\text{kosong})}}{C_{i,j(\text{penuh})} - C_{i,j(\text{kosong})}} \quad (2.2)$$

Di mana

$\lambda_{i,j}$ = nilai yang dinormalkan

$C_{i,j}$ = data yang hendak dinormalkan

$C_{i,j(\text{kosong})}$ = data untuk regim aliran homogen kosong

$C_{i,j(\text{penuh})}$ = data untuk regim aliran homogen penuh

2.2 Rangkaian Neural

Rangkaian neural buatan merupakan satu sistem pemrosesan maklumat yang diinspirasi daripada struktur otak manusia dan merupakan penemuan baru untuk bidang komputer.

Rangkaian neural buatan mula diperkenalkan pada awal tahun 1940-an oleh McCulloch dan Pitts yang memperkenalkan model matematik RNB yang pertama. Sekitar tahun 1950-an, Rosenblatt mencipta 2 lapisan rangkaian iaitu *Perceptron* yang berupaya melaksanakan pembelajaran dengan mengubah pemberat. Jadual 2.1 menunjukkan ringkasan bagi sejarah perkembangan RNB.

Jadual 2.1: Nama-nama penyelidik dan sumbangannya dalam bidang RNB
(Mashor, 1994)

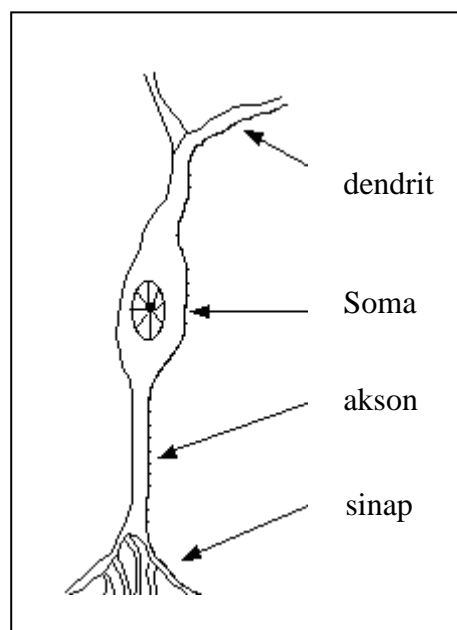
Nama Penyelidik	Tahun	Sumbangan
McCulloch dan Pitts	1949	Memperkenalkan model RNB
D. Hebb	1949	Mengemukakan hukum pembelajaran pertama RNB dipanggil Hukum <i>Hebb</i>
F. Rosenblatt	1958	Mencipta RNB yang dipanggil <i>Perceptron</i>
B. Widrow dan M. E. Hoff	1960	Mencipta RNB yang dipanggil <i>Adaline</i>
J.J Hopfield	1982	Mencipta RNB yang dipanggil <i>Hopfield</i>
K. Fukushima	1983	Mencipta RNB yang dipanggil <i>Neocognitron</i>
T. Kohonen	1984	Mencipta RNB yang dipanggil <i>Kohonen</i>
D.E Rumelhart dan J.L McClelland	1986	Memperkenalkan semula dan mengembangkan algoritma perambatan balik

Antara lain, kelebihan menggunakan rangkai neural ini adalah:

- RNB mudah untuk menyesuaikan diri dengan keadaan data yang dibekalkan kepadanya.
- Membentuk satu kumpulan sendiri semasa proses melatih RNB dijalankan.
- Masa operasi sebenar, RNB boleh dipindahkan dengan cara selari atau menggunakan peralatan yang dikhususkan untuk RNB.

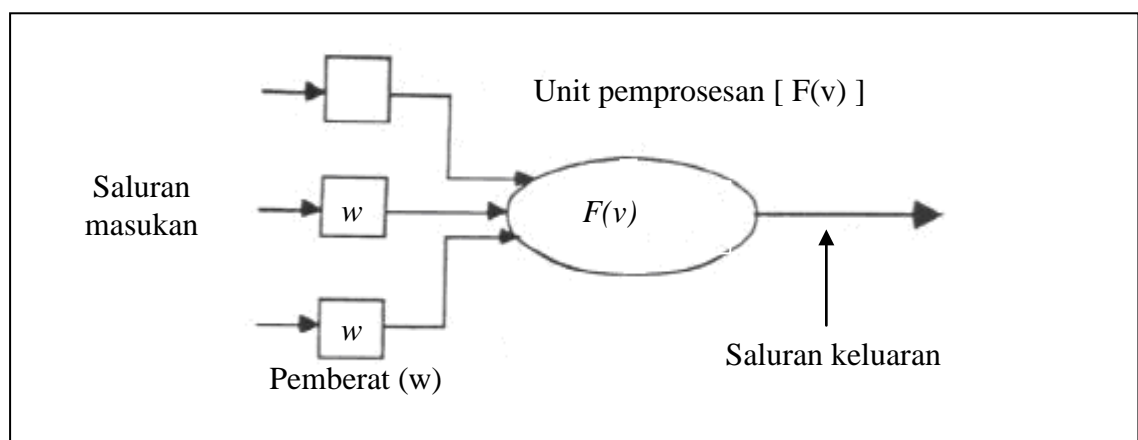
2.2.1 Hubungan Neural Biologi dengan Neural Buatan

Rajah 2.4 merupakan gambaran komponen neuron biologi di dalam otak manusia. Di dalam struktur neuron manusia terdapat beberapa bahagian yang dikenalpasti nama dan fungsinya. Dendrit berperanan menyediakan masukan dan menerima masukan kepada neuron-neuron yang lain. Semasa masukan diterima soma memproses input yang diterima sebelum akson bertindak menukarkan proses masukan kepada keluaran.. Setiap komunikasi yang berlaku di dalam neuron, berlaku di simpang sinaps iaitu titik perhubungan antara akson dan dendrit. Dianggarkan terdapat 100bilion neuron di dalam otak manusia Bishop, (1994)



Rajah 2.4 Struktur neuron manusia

Secara umumnya, RNB mempunyai komponen seperti saluran masukan, pemberat, unit pemprosesan dan saluran keluaran. Rajah 2.5 merupakan gambaran asas struktur RNB di mana saluran masukan berperanan sebagai dendrit, pemberat menyamai sinap, saluran keluaran menyamai akson dan unit pemprosesan menyamai soma, Mashor, (1997). Rekabentuk RNB direka dengan mempunyai ciri-ciri yang dinamik dan data-data latihan akan disimpan di antara pemberat sambungan. Unit pemprosesan mempunyai fungsi pengaktifan yang akan mengolah data. Untuk mendapat prestasi RNB yang baik, sesebuah RNB itu perlu mengambil kira 3 aspek iaitu fungsi pengaktifan, senibina yang digunakan dan pemberat.



Rajah 2.5: Komponen asas RNB

2.2.2 Struktur RNB

Rajah 2.5, menunjukkan fungsi asas bagi sesebuah RNB. Dalam struktur RNB, terdapat beberapa komponen utama seperti masukan, pemberat, unit pemprosesan dan keluaran. Setiap komponen ini mempunyai fungsi yang berbeza.

a) Masukan

Fungsi komponen ini iaitu menghantar data masukan kepada setiap neuron.

b) Pemberat

Pemberat berfungsi untuk menyimpan maklumat dan mempengaruhi sesuatu rangkaian neural. Pemberat akan mengubah kekuatan sesuatu maklumat sebelum maklumat tersebut dihantar ke lapisan neuron dilapisan lain.

c) Unit pemprosesan

Fungsi ini berperanan mengabungkan setiap isyarat masukan dengan pemberat. Penggabungan ini dapat dikira dengan menggunakan persamaa

$$U_k = \sum_{j=1}^p W_{kj} X_j \quad (2.3)$$

di mana

U_k = jumlah penambahan masukan dengan pemberat bagi neuron k

W_{kj} = nilai pemberat merujuk kepada sambungan neuron k dan j

X_j = masukan neuron j

P = bilangan masukan kepada neuron j

fungsi pengaktifan digunakan pada neuron tersembunyi dan neuron keluaran untuk menentukan keluaran melalui pemetaan jumlah masukan pemberat dan ambang. Contoh fungsi pengaktifan antaranya ialah *logsig*, *tansig*, *linear* dan pelbagai lagi

d) keluaran

keluaran akan terhasik mengikut kepada fungsi pindah. Keluaran dihasilkan mengikut persamaan:

$$y_k = \Phi(U_k - \theta_k) \quad (2.4)$$

di mana,

y_k = keluaran k

U_k = jumlah penambahan masukan dengan pemberat bagi neuron k

θ_k = nilai ambang

2.2.3 Senibina RNB

RNB terbahagi kepada 3 bahagian iaitu rangkaian suap-hadapan (*feedforward*), rangkaian suap-balik (*feedback*) dan lapisan rangkaian.

a) Rangkaian suap-hadapan

Rangkaian suap-hadapan berlaku apabila neuron-neuron dari lapisan lain mengalir isyarat ke lapisan neuron yang seterusnya dalam satu arah sahaja.

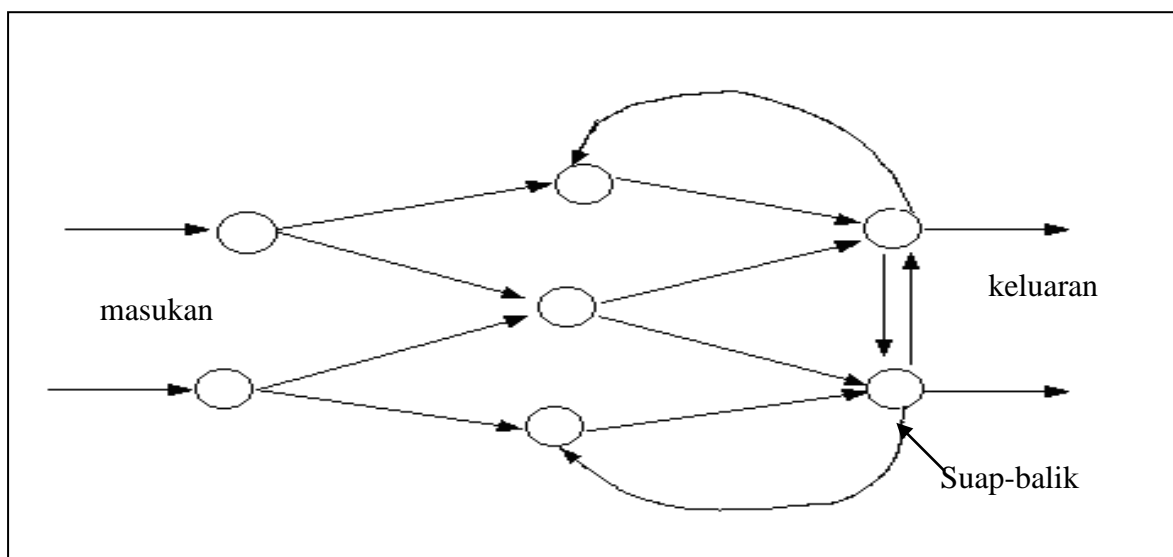
b) Rangkaian suap-balik

Rangkaian suap-balik berlaku apabila neuron-neuron yang mengalirkan isyarat dapat mengalirkan dalam dua bahagian.

Rajah 2.6 merujuk kepada penghantaran maklumat suap-balik, iaitu maklumat dapat dihantar kepada dua bahagian.

c) lapisan Rangkaian

mempunyai 3 bagian yaitu, lapisan masukan, lapisan neuron dan lapisan keluaran. Setiap lapisan mempunyai tugas dan peranan masing-masing. Dalam lapisan neuron, bilangan lapisan yang terdapat dilapisan ini mengandung lebih dari satu lapisan. Contoh yang sesuai untuk lapisan rangkaian ini adalah *Multilayer Perceptron (MLP)*

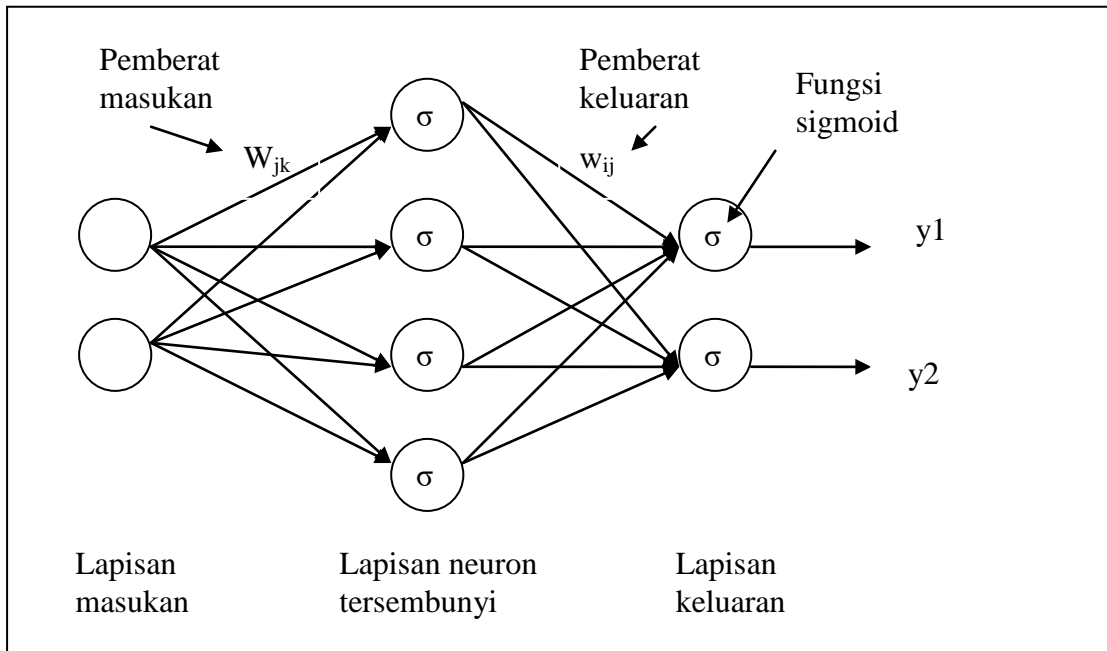


Rajah 2.6: Rangkaian Suap-Balik

2.2.4 Rangkaian MLP

RNB yang mempunyai lebih daripada 2 lapisan, terdapat lapisan neuron tersembunyi di tengah-tengah antara lapisan masukan dan lapisan keluaran. Senibina ini dipanggil sebagai MLP, Mashor,(1997). Data atau isyarat masukan di lapisan masukan akan dihantar kepada lapisan neuron tersembunyi pertama dan hasil keluaran lapisan neuron pertama ini akan dimasukkan kepada lapisan neuron seterusnya. Hasil keluaran lapisan neuron terakhir akan dimasukkan kepada lapisan keluaran, lapisan keluaran ini akan memaparkan keluaran rangkaian MLP. Fungsi pindah atau pengaktifan yang digunakan pada setiap lapisan neuron dan keluaran berperanan menentukan keluaran menerusi pemetaan jumlah masukan berpemberat dan ambang. Rangkaian MLP menggunakan algoritma jenis perambatan balik (*backpropagation*). Fungsi algoritma ini adalah membolehkan data yang dihantar beroperasi dalam dua fasa. Fasa yang pertama data pada lapisan masukan akan dirambat dari lapisan masukan ke lapisan keluaran secara suap-hadapan dan ia memberikan nilai keluaran yang sebenar. Untuk fasa kedua,

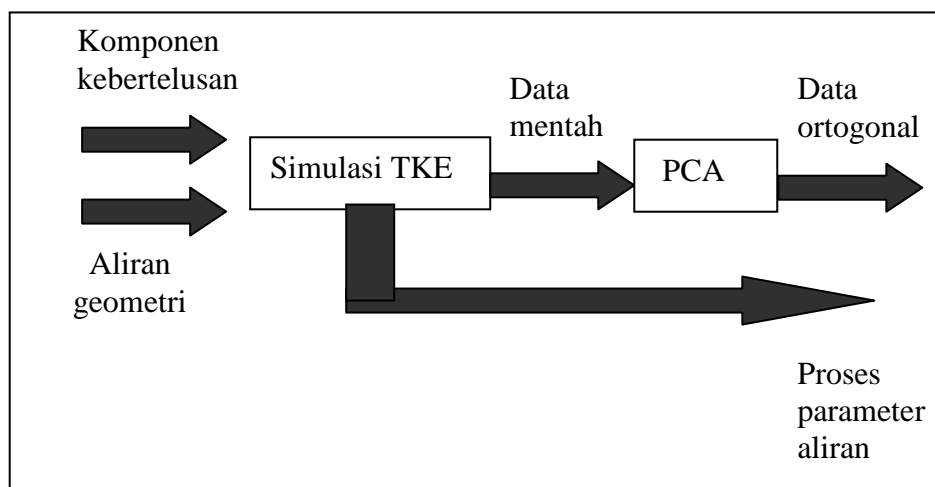
data keluaran yang diperolehi di bandingkan dengan data keluaran yang sebenar untuk memperolehi nilai ralat perbezaan. Rajah 2.7 menunjukkan proses rangkaian suap-hadapan lapisan tunggal.



Rajah 2.7: Struktur Rangkaian MLP

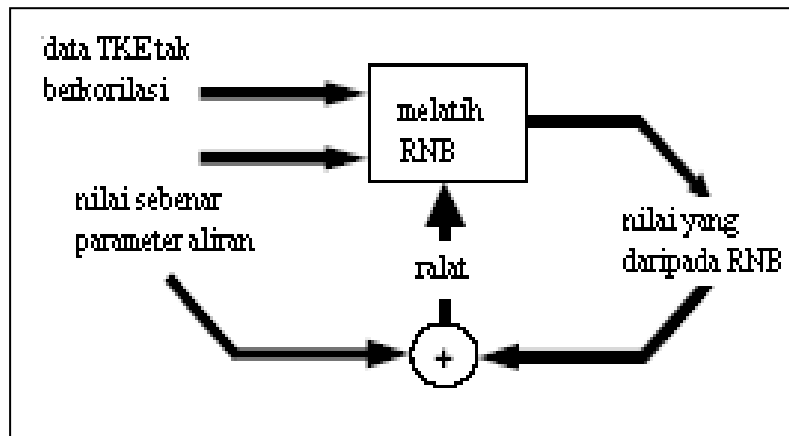
2.3 Aplikasi RNB untuk TKE

Hasil kajian Mohamad Saleh., dan Hoyle, (2002), menyatakan bahawa RNB digunakan secara terus bagi menentukan ketinggian minyak di dalam saluran minyak- udara dan menentukan ketinggian air di dalam saluran minyak dan air dengan udara. Proses ini ditunjukkan seperti Rajah 2.8 dan Rajah 2.9. Rajah 2.8 menunjukkan proses simulasi dan pra-proses untuk data TKE.



Rajah 2.8 Diagram untuk proses simulasi dan pra-proses untuk data TKE

Rajah 2.9 menunjukkan kegunaan MLP yang digunakan untuk melatih dan menentukan nilai ketinggian di dalam paip. Nilai yang diperolehi daripada MLP kemudiannya dibandingkan dengan nilai sebenar yang diperolehi daripada proses simulasi yang dijalankan seperti Rajah 2.8 untuk mendapatkan nilai ralat yang berlaku. Proses ini diterangkan di dalam BAB 3.



Rajah 2.9 Prosedur untuk melatih MLP

2.4 Pengenalan Kepada Aturcara Matlab

Matlab merupakan satu perisian yang digunakan untuk menyelesaikan masalah berkaitan proses isyarat dan analisis nombor. Dalam perisian Matlab juga terdapat *Artificial Neural Network (ANN) toolbox*. Perkakas-perkakas ini memudahkan para pengguna untuk membina dan merekabentuk struktur RNB. Antara arahan di dalam perisian matlab yang diperlukan untuk projek adalah seperti jadual 2.2.

Jadual 2.2: Jenis arahan dan fungsinya

Arahan	Fungsi
pn	Menormalkan data masukan
meanp	Mengira purata data masukan
stdp	Mengira sisihan piawai data masukan
ptrans	Menggubah data set masukan
transmat	Menggubah matrik
trastd	Praproses purata dan sisihan piawai
trapca	Praproses penukaran matrik
sim	Membuat simulasi pada rangkaian

BAB3

KAEDAH IMPLEMENTASI

3.0 Pendahuluan

Bab 3 atau bab kaedah implementasi mengandungi kesemua proses perjalanan projek. Di awal bab ini akan diterangkan proses data-data geometri dari semua jenis diambil dan carta alir yang menerangkan proses tersebut. Seterusnya, carta alir ke-dua akan menerangkan data-data geometri yang diambil akan melalui proses pernormalan. Proses seterusnya, data yang dinormalkan akan dimasukkan kedalam model RNB untuk dinormalkan melalui proses yang telah ditetapkan di dalam perisis Matlab. Nilai keluaran daripada RNB akan dibandingkan dengan nilai keluaran daripada nilai keluaran proses pernormalan. Nilai perbandingan ini akan disimpan di dalam satu fail untuk memudahkan proses menplotkan graf.

3.1 Penerangan Perjalanan Projek

Proses perjalanan kerja di terangkan seperti dibawah :-

3.1.1 Penghasilan Data Geometri Dan Penetapan Nilai Parameter

Data masukan untuk setiap geometri dihasilkan dengan menggunakan simulator TKE. Jenis-jenis geometri yang akan digunakan di dalam projek ini seperti anulus, gelembung, homogen dan strata. Setiap regim aliran ini mempunyai 67 data di mana 66 data adalah data masukan dan 1 data keluaran yang akan digunakan dalam proses perbandingan ralat. Nilai parameter $R2$ dan θ yang digunakan diubah supaya setiap nilai 66 data masukan yang diambil mempunyai nilai-nilai yang berlainan.

3.1.2 Proses Pernormalan

Data masukan geometri ini seterusnya digunakan untuk proses pernormalan. Proses pernormalan akan menyusun data masukan bagi tujuan kegunaan RNB. Data-data ini akan melalui satu lagi proses pernormalan yang dikendalikan oleh RNB. Proses pernormalan yang berlaku menggunakan persamaan (2.2).

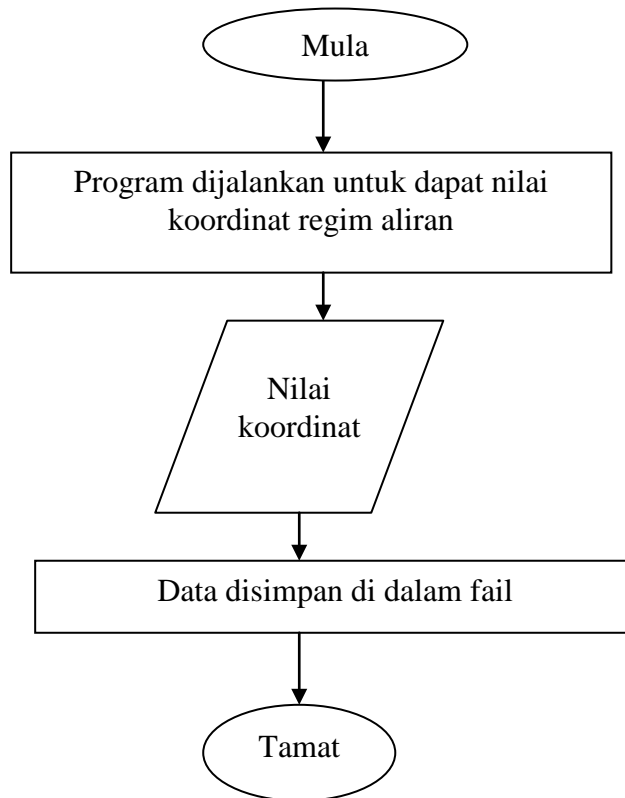
3.1.3 Proses Perbandingan Nilai Ketinggian Sasaran Dengan Nilai Purata Ketinggian Keluaran RNB

Bilangan data yang dihasilkan oleh simulator TKE adalah sebanyak 1089 untuk jumlah semua regim aliran. Untuk memudahkan proses perbandingan, nilai purata keluaran untuk 1089 data dikira. Nilai purata ketinggian keluaran RNB akan dibandingkan dengan nilai ketinggian sasaran. Untuk mengelakkan daripada nilai perbandingan ini mempunyai nilai negatif, nilai perbandingan tersebut dimutlakkan. Data-data ini akan disimpan di dalam sebuah fail untuk proses seterusnya.

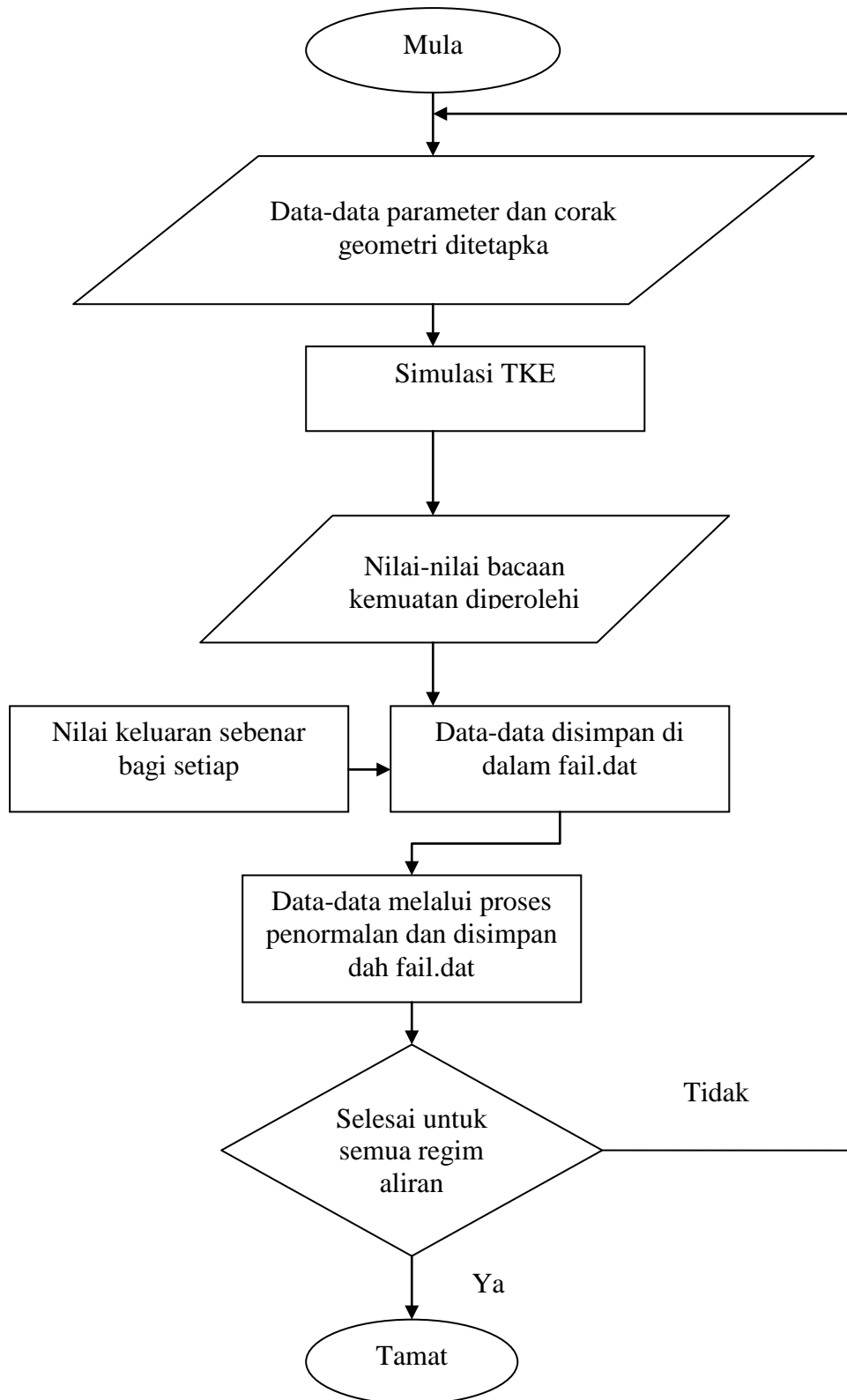
Ralat yang diperolehi daripada proses perbandingan nilai purata ketinggian keluaran RNB dengan nilai ketinggian sasaran atau target akan digunakan untuk proses memplotkan graf. Parameter yang digunakan dalam proses memplotkan graf adalah:

- Ralat perbandingan melawan perubahan R_2 (ketebalan saluran paip)
- Ralat perbandingan melawan perubahan θ (sudut elektrod)

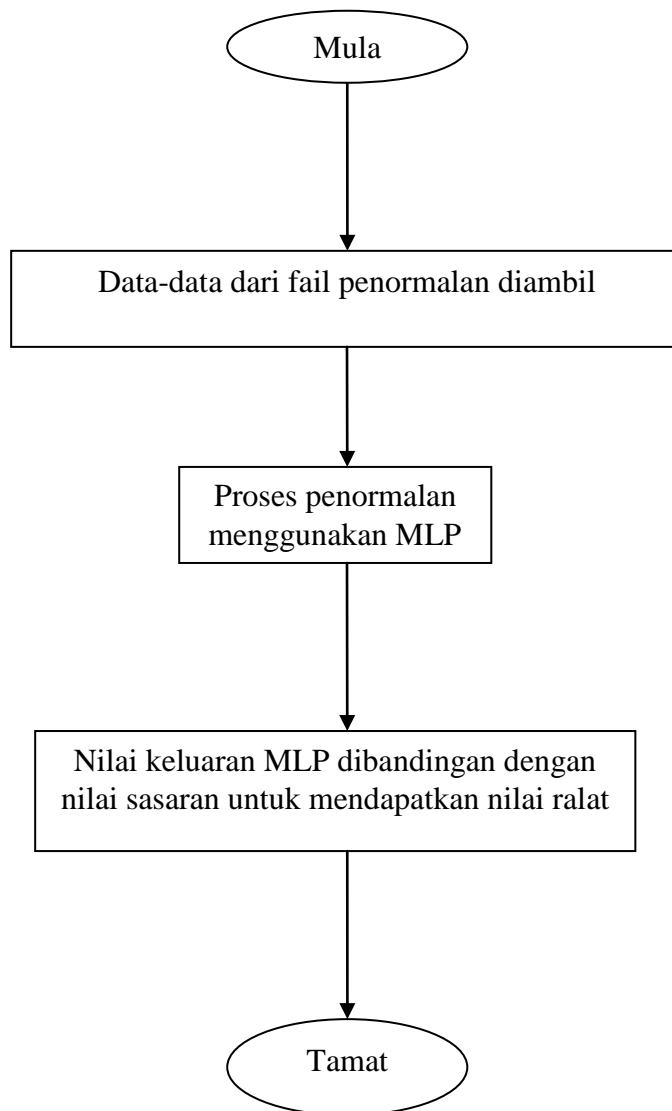
Carta alir bagi kesemua proses ditunjukkan oleh Rajah 3.1, Rajah 3.2 dan Rajah 3.3.



Rajah 3.1: Carta Penentuan Koordinat Bagi Regim Aliran

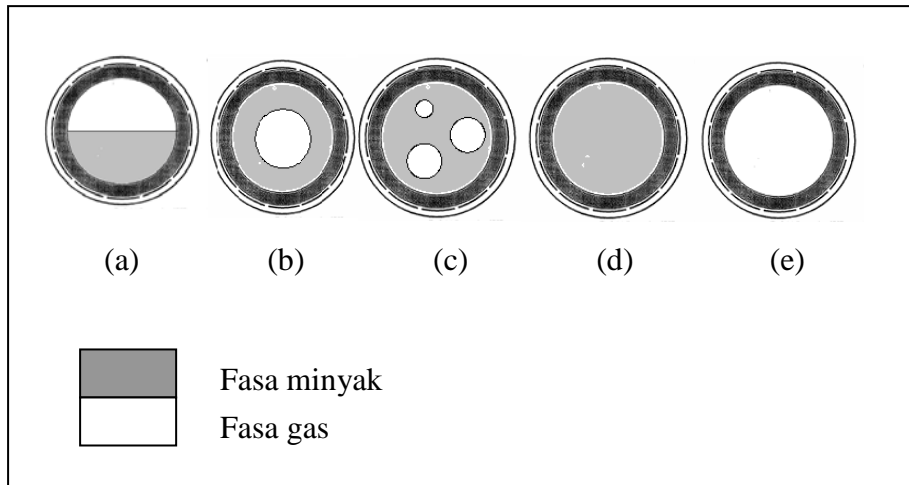


Rajah 3.2: Carta Proses Mendapat Geometri Regim Aliran Dan Proses Penormalan



Rajah 3.3: Carta Proses Penormalan Melalui Matlab Dan Proses Perbandingan Ralat

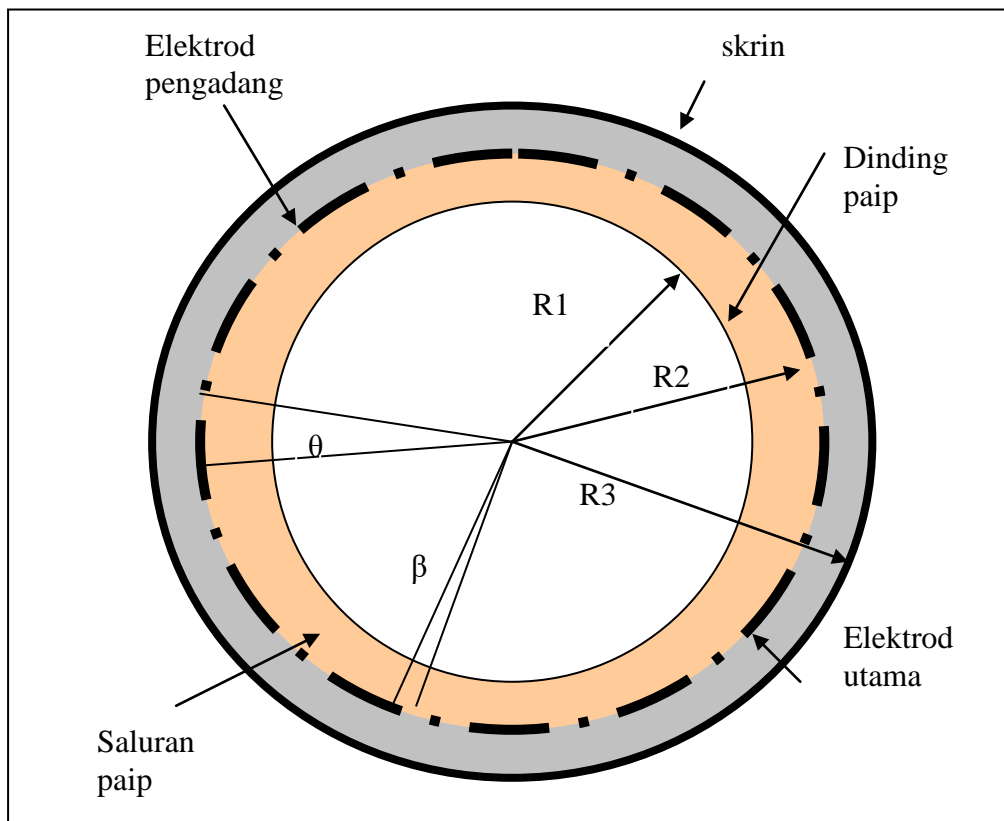
3.2 Jenis Regim Aliran



Rajah 3.4: Bentuk Regim Aliran: (a) strata, (b) anulus, (c) gelembung, (d) homogen (penuh), (e) homogen (kosong).

Berikut merupakan jenis-jenis regim yang telah dikenal pasti oleh Yan et al. (2003). Kesemua regim aliran ini dipengaruhi oleh parameter-parameter seperti R_1 (jejari paip), R_2 (ketebalan paip), R_3 (jarak ke skrin), θ (sudut elektrod). Di dalam projek ini parameter R_2 dan θ digunakan sebagai parameter yang berubah-ubah. Perubahan nilai parameter tersebut juga mempengaruhi nilai bacaan kemuatan yang diberikan.

3.3 Rekabentuk Pengesan TKE



Rajah 3.5: Keratan Rentas Pengesan TKE

Nilai parameter yang digunakan dalam projek ini adalah seperti berikut:

- Lebar sudut elektrod , $\theta = 5^\circ - 24^\circ$,
- Sudut jarak antara elektrod, $\beta = 2.5^\circ$,
- Jejari paip, $R1 = 1$ unit,
- Ketebalan paip, $R2 = 1.02 - 1.38$ unit,
- Ketebalan skrin, $R3 = 1.4$ unit,

a) Lebar sudut elektrod, θ

Lebar sudut elektrod yang digunakan juga memberikan kesan terhadap kepekaan pengukuran yang dijalankan oleh TKE. Jika lebar sudut ditingkatkan maka kepekaan SVP akan berkurang. Ini disebabkan kerana kepekaan di bahagian luar paip menjadi rendah dan punca ia berlaku disebabkan oleh pengaruh elektrod yang digunakan.

b) Jejari paip, R1

Jejari paip atau lebar paip yang digunakan tidak memberi kesan terhadap kepekaan pengukuran TKE. Julat yang digunakan untuk bahan konduktor biasanya dalam lingkungan 1 – 2 unit. Bahan-bahan yang biasa digunakan untuk membinakan satu paip mestilah tahan terhadap tekanan, oksida dan suhu.

c) Ketebalan paip, R2

Kepekaan TKE adalah berkadar songsang dengan ketebalan paip, R2 yang digunakan. Kepekaan ini terhasil apabila kedudukan atau jarak paip adalah berhampiran dengan elektrod pengukur. Kepekaan ini akan menjadi stabil jika luas kebekesanan terletak di dalam lingkungan julat ketebalan paip. Nilai julat yang terbaik untuk jejari paip yang digunakan dalam lingkungan 0.5 – 1.5 unit.

d) Ketebalan skrin, R3

Di dalam projek ini, kepekaan TKE berkadar songsang dengan nilai R3 dan R2 yang digunakan, jika nilai R3 meningkat maka keberkesanan TKE akan berkurang dan jika nilai R3 dikurangkan maka keberkesanan TKE akan meningkat.

Untuk melengkapkan kitaran pengukuran, elektrod pengukur 1 hingga elektrod ke N-1 dipilih sebagai elektrod pengawal manakala elektrod yang lain dibumikan.

Berikut merupakan rekaan TKE yang digunakan di dalam projek ini:

Ectsysdesign = ectmodel (R3, R2, R1, θ , β , bilangan elektrod)

Di mana

Ketebalan skrin, R3 = 1.4,

Ketebalan saluran paip, R2 = 1.02 – 1.38,

Jejari saluran paip, R1 = 1.0

Lebar sudut elektrod, $\theta = (5-24)*\pi/180$

Lebar jarak sudut antara elektrod, $\beta = 2.5*\pi/180$

Bilangan Elektrod = 12

Setiap regim aliran yang dijanakan oleh program Matlab adalah untuk menghasilkan data masukan kepada TKE. Berikut merupakan format geometri untuk menjanakan regim aliran gelembung, homogen kosong dan homogen penuh:

[jenis Bahagian X1 X2 Y1 Y2 domain kiri domain kanan X lengkok awalan Y lengkok awalan R]

Di mana:

Jenis bahagian = 1 = lengkok

2 = garis lurus

X1 dan X2 = titik koordinat- X

Y1 dan Y2 = titik koordinat- Y

R = jejari untuk lengkok

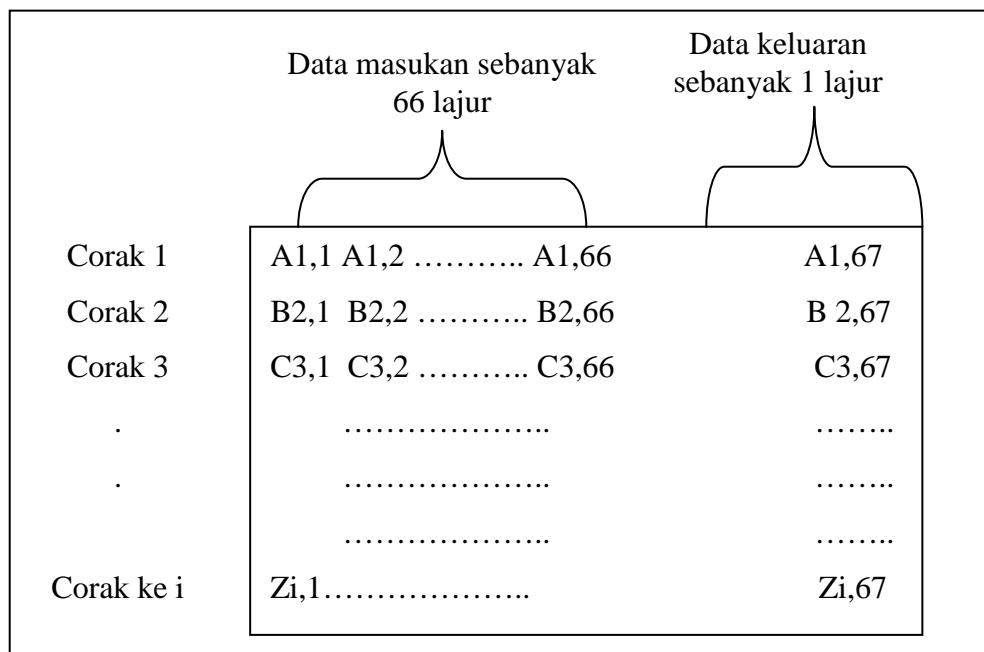
Domain kiri = domain perspeks = 2

Dan Kanan domain gas = 3

domain minyak = 4

3.4 Struktur Fail dan Penyediaan Data

Daripada proses simulasi TKE yang dijalankan sebanyak 66 data bacaan kebezaan kemuatan diperolehi. Setiap satu corak atau regim aliran menghasilkan beza kemuatan yang berbeza-beza. Data-data yang terhasil ini kemudiannya digabungkan di dalam satu fail. Stuktur susuna data masukan dan keluaran yang terhasil adalah seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.6.



Rajah 3.6: Struktur bagi fail yang telah digabungkan

Penyediaan data bagi projek ini bermula mengikut proses-proses seperti di bawah:

1) kesemua data yang diperolehi daripada simulasi TKE disimpan di dalam sebuah fail yang diberi nama *Capfile.dat* dsn *theta.dat*. Fail data ini memuatkan kesemua data-data yang diperolehi daripada proses simulasi. Di dalam fail ini

mempunyai data sebanyak 1089 termasuk data homogen kosong dan homogen penuh.

2) proses seterusnya, data daripada *capfile* atau *theta* akan dinormalkan mengikut persamaan 2.2. tujuan utama pernormalan adalah untuk memudahkan proses RNB dilakukan. Fail yang dinormal ini kemudiannya disimpan di dalam fail *ncapfile.dat* dan *nthetafile.dat*. tujuannya untuk memudahkan proses yang seterusnya.

3) data-data daripada *ncapfile* atau *nthetafile* akan dinormalkan sekali lagi tetapi proses pernormalan ini dijalankan oleh program Matlab.

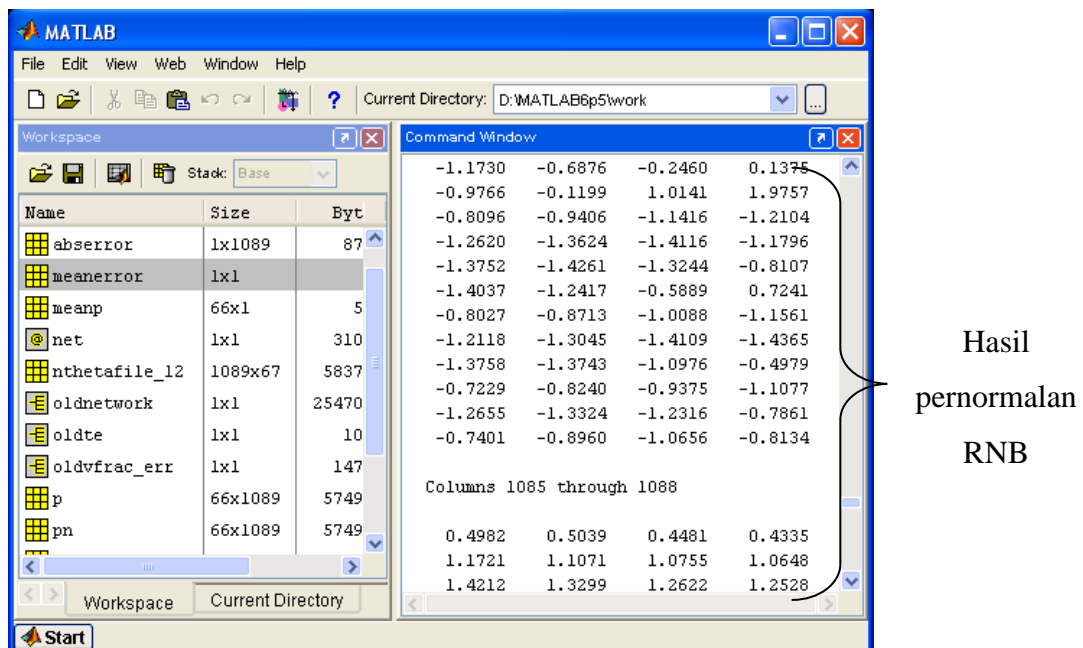
BAB 4 KEPUTUSAN

1.0 Pendahuluan

Di awal bab ini menunjukkan hasil pernormalan yang di dihasilkan oleh RNB dan proses pernormalan. Perubahan nilai purata ralat ketinggian yang diperolehi daripada proses perbandingan nilai ketinggian keluaran RNB dengan nilai ketinggian sasaran dipaparkan di dalam bentuk jadual dengan perubahan parameter tebalan saluran paip, R_2 dan perubahan parameter lebar sudut elektrod, θ . Seterusnya nilai perubahan ralat ketinggian dipaparkan dalam bentuk 2 graf yang berbeza. Graf yang pertama memaparkan graf ralat perubahan ketinggian melawan nilai perubahan parameter R_2 dan graf yang kedua, ralat perubahan ketinggian melawan nilai perubahan parameter θ .

4.1 Proses Pernormalan Menggunakan RNB

Rajah 4.1 menunjukkan sebahagian keputusan pernormalan yang dijalankan oleh RNB. Parameter [pn] menunjukkan hasil pernormalan bagi data masukan (p) yang di lakukan oleh fungsi *trapca* .



Rajah 4.1: Paparan bagi proses pernormalan menggunakan RNB