

MEMBUAT DAN MENGUJI UNIT KAWALAN SUHU

MOHD FARMEZEE BIN ABDULLAH



UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

MEMBUAT DAN MENGUJI UNIT KAWALAN SUHU

MOHD FARMEZEE BIN ABDULLAH

Laporan ini dikemukakan sebagai  
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal & Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MAC 2008

“Saya akui telah membaca  
Karya ini dan pada pandangan saya” karya ini  
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir)

Tandatangan : -----  
Nama Penyelia : En. Suhaimi Bin Misha  
Tarikh : -----

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan : .....

Nama Penulis : Mohd Farmezee Bin Abdullah

Tarikh : Mac 2008

## **DEDIKASI**

Untuk ayah dan ibu tersayang

Abdullah Bin Mohamad dan Fatimah Binti Padali

Keluarga Tercinta

Mohd Faizul Bin Abdullah (Abang)

Mohd Faiz Bin Abdullah (Adik)

Farah Aqilah Binti Abdullah (Adik)

Farah Adibah Binti Abdullah (Adik)

Serta

Pensyarah-pensyarah dan rakan-rakan seperjuangan.....

## PENGHARGAAN

Bersyukur kehadiran Ilahi kerana dengan limpah dan kurnia-Nya dapatlah saya menyiapkan kajian saya ini dengan sempurna. Saya juga bersyukur kerana sepanjang saya menuntut ilmu di Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dipermudahkan oleh-Nya untuk menerima ilmu yang diajari. Segala rintangan dan halangan yang dihadapi dapat dihadapi dengan tekun dan sabar.

Pertama sekali, saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada En.Suhaimi Bin Misha selaku penyelia projek kerana dengan bantuan, sokongan dan juga kesabaran beliau dalam menyelia kajian saya ini selama lebih kurang setahun. Saya berasa amat berbangga kerana menjadi salah seorang daripada pelajar dibawah penyeliaan beliau. Dengan pengetahuan yang beliau miliki, maka dapatlah saya menyiapkan projek ini dengan sempurna.

Dikesempatan ini, ingin saya merakamkan ribuan terima kasih saya kepada juruteknik makmal mekanik bendalir iaitu En Razmi Bin Abd Razak yang banyak membantu saya sepanjang kajian ini dijalankan.

Akhir sekali, jutaan terima kasih saya kepada sesiapa jua individu yang banyak membantu dan memberi pandangan-pandangan yang bernas kepada saya secara langsung ataupun tidak langsung sepanjang kajian ini dijalankan. Akhir kata, semoga laporan ini akan menjadi sumber rujukan kepada pelajar lain bagi proses pengajaran dan pembelajaran kelak.

## ABSTRAK

Kejuruteraan bendalir telah banyak membantu memajukan bidang kejuruteraan samada ia digunakan dalam bidang penjanaan kuasa atau sebagai penggerak sebuah mesin. Teknologi kejuruteraan bendalir telah ditemui sejak kurun ke 18. Pada tahun 1883 salah satu pendekatan dalam bidang bendalir telah diperkenalkan iaitu nombor Reynold. Nombor Reynold menjadi salah satu kaedah dalam ujikaji bagi mendapatkan bentuk-bentuk aliran sesuatu bendalir. Ia telah digunakan meluas dalam bidang kejuruteraan bendalir bagi meningkatkan tahap keberkesanan dalam ujian untuk sesuatu bendalir. Ujikaji nombor Reynold adalah untuk mendapatkan nilai nombor Reynold hasil daripada kadar alir, halaju aliran dan suhu. Suhu air yang berubah-ubah akan mempengaruhi kelikatan dan seterusnya mengubah nilai nombor Reynold. Unit kawalan suhu digunakan untuk membekalkan air pada suhu yang berbeza-beza untuk mempelbagaikan nilai nombor Reynold. Ini akan menyebabkan kadar alir untuk mendapatkan bentuk-bentuk aliran iaitu lamina, perantaraan dan gelora juga berubah. Di dalam projek ini, unit kawalan suhu ringkas dan ekonomik dihasilkan untuk disambeungkan dengan peralatan nombor Reynold. Peralatan yang dihasilkan juga mempunyai ciri-ciri keselamatan yang sesuai.

## ABSTRACT

Fluid engineering was contribute in developing engineering field either in power generation or to run the machine. In 1883 Reynolds Number was introduced as one of the approach in fluid engineering. Reynolds Number is one of the method in experiment to obtain the shape of the fluid flow. It was used widely in fluid engineering to enhance the effectiveness level in fluid testing. This experiment is to get a form of the fluid by use the flow rate, velocity and temperature of the water. Water temperature which changes is influence the viscosity and will change the Reynolds number value. The increase of water temperature can be doing by use the temperature control module as optional equipment in Reynolds number experiment. Temperature change will to get the shape of laminar, transition and turbulent. In this project the simple and economic temperature control module is produced to be connected to Reynolds Number apparatus. The apparatus also have necessary safety features.



## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	ii
	<b>DEDIKASI</b>	iii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<b>ABSTRACT</b>	vi
	<b>KANDUNGAN</b>	vii - ix
	<b>SENARAI GAMBARAJAH</b>	x - xii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	xiii
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	xiv
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xv
<b>BAB I</b>	<b>PENGENALAN</b>	1
	1.1 Objektif	1
	1.2 Latar Belakang Projek	2
	1.2.1 Radas Aliran Nombor Reynold	2
	1.2.2 Unit Kawalan Suhu	3
	1.3 Kepentingan Projek	4
	1.4 Skop Projek	4

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>BAB II</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	5
2.1	Nombor Reynolds	5 - 6
2.1.1	Ujikaji Reynolds	6 - 7
2.1.2	Jenis-jenis Aliran	8
2.1.3	Hubungan Suhu dan Kelikatan Air	9 - 10
2.2	Pemanas Air	11
2.2.1	Pemanas Air Elektrik	12
2.2.2	Pemanas Air Gas	12 - 13
2.3	Klasifikasi Pemanas Air	13 - 14
2.4	Jenis-jenis Pemanas Elektrik	15 - 18
2.5	Perbezaan Suhu dan Haba	18 – 20
2.6	Bahan Untuk Kerangka Unit Kawalan Suhu	21 - 22
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI KAJIAN</b>	23
3.1	Carta Alir Metodologi Kajian Unit Kawalan Suhu	24- 25
3.1.1	Carta Alir PSM 1	26 - 27
3.1.2	Carta Alir PSM 2	27
3.2	Permasalahan Radas Nombor Reynold	28 - 31
3.3	Pemilihan Pemanas Air	32
3.3.1	Pemanas dengan Tangki	32 - 33
3.3.2	Pemanas tanpa Tangki	33 - 34
3.3.3	Perbandingan Pemanas	35
3.4	Keputusan Awal	36
3.4.1	Ujikaji Nombor Reynold	36
3.4.2	Ujian Pemanasan Air	37 - 38
3.4.3	Perbincangan	39
3.5	Rekabentuk Awal	39 – 41
3.5.1	Rekabentuk Kedua	41 – 42

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	3.5.2	Rekabentuk Ketiga 43 – 44
	3.6	Pemilihan Rekabentuk 45
	3.7	Pemilihan Bahan Perumah Unit Kawalan Suhu 46
<b>BAB IV</b>	<b>KEPUTUSAN</b>	47
	4.0	Keputusan 47
	4.1	Unit Kawalan Suhu 47 – 53
	4.2	Ujian Unit Kawalan Suhu 54
	4.3	Ujikaji Nombor Reynold 54 – 55
<b>BAB V</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	56
	5.0	Perbincangan 56
	5.1	Unit Kawalan Suhu 56 – 59
	5.2	Ujikaji Nombor Reynold 59 – 62
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	63
	6.0	Kesimpulan dan Cadangan 63
	6.1	Kesimpulan 63 – 64
	6.2	Cadangan 64 – 65
	<b>RUJUKAN</b>	66
	<b>BIBLIOGRAFI</b>	67
	<b>LAMPIRAN</b>	68 - 80

## SENARAI GAMBARAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Radas Aliran Nombor Reynold <i>(Sumber manual eksperimen Nombor Reynold)</i>	2
2.1	Peralatan ujikaji reynold <i>(Sumber manual nombor reynold)</i>	6
2.2	Perubahan Bentuk aliran <i>(sumber manual nombor reynold)</i>	7
2.3	Aliran Lamina <i>(sumber manual nombor reynold)</i>	8
2.4	Aliran Perantaraan <i>(sumber manual nombor reynold)</i>	8
2.5	Aliran Gelora <i>(sumber manual nombor reynold)</i>	8
2.6	Pemanas Air Elektrik dan Gas <i>(sumber popularmechanics.com)</i>	11
2.7	Pemanas air dengan tangki <i>(sumber heatrae sadia.com)</i>	12
2.8	Pemanas air tanpa tangki <i>(sumber popularmechanics.com)</i>	12

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.9	Pemanas Wayar/Kabel ( <i>Sumber Ningbo Auqi Auto-Instrument Equipment Co dan Watlow electrical manufacturing</i> )	13
2.10	Pemanas Lilitan ( <i>Sumber marathonheater.com</i> )	14
2.11	Salutan Mika pada Pemanas Lilitan ( <i>Sumber np heaters.com</i> )	14
2.12	Pemanas Aliran ( <i>Sumber Watlow electrical manufacturing dan process-controls.com</i> )	15
2.13	Pemanas Fleksibel ( <i>Sumber Watlow electrical manufacturing</i> )	15
2.14	Pemanas Katrij ( <i>Sumber Watlow electrical manufacturing</i> )	16
2.15	Perkaitan antara sistem, sempadan dan persekitaran ( <i>Sumber wikipedia heat.com</i> )	17
2.16	Perkaitan Pemindahan Haba ( <i>Sumber physics.brocku.ca</i> )	18
2.17	Struktur Kumpulan Akril ( <i>Sumber Thermoplastik Jurnal</i> )	21
2.18	Plat Akrilik Resin ( <i>Sumber Thermoplastik Jurnal</i> )	22
3.1	Carta Alir Metodologi Kajian Projek Sarjana Muda 1	24
3.2	Carta Alir Metodologi Kajian Projek Sarjana Muda 2	25
3.3	Radas Nombor Reynold ( <i>Sumber Makmal Bendalir</i> )	28
3.4	Unit Kawalan Suhu pada Radas Nombor Reynold ( <i>Sumber manual nombor reynold</i> )	30
3.5	Graf Kelikatan Kinematik melawan Suhu ( <i>Sumber manual nombor reynold</i> )	31
3.6	Contoh Elemen Pemanas dengan Tangki ( <i>Sumber delcolunited.com</i> )	33

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
3.7	Contoh Elemen Pemanas tanpa Tangki <i>(Sumber plumbersurplus_com)</i>	34
3.8	Rekabentuk Awal Unit Kawalan Suhu	36
3.9	Lakaran Rekabentuk Kedua Unit Kawalan Suhu	42
3.10	Lakaran Rekabentuk Ketiga Unit Kawalan Suhu	44
4.1	Bahagian-bahagian Perumah Unit Kawalan Suhu	48
4.2	Bahagian Papan Kawalan dan Papan Pemuka Unit Kawalan Suhu	49
4.3	Bahagian Tangki Elemen Pemanas	49
4.4	Bahagian Paip Masukan	50
4.5	Bahagian Paip Keluaran	50
4.6	Palam 3 Pin 13 Ampere	51
4.7	Pendawaian Elemen Pemanas	51
4.8	Penderia Aliran	52
4.9	Penderia Haba	52
4.10	Bahagian Hadapan Unit Kawalan Suhu	52
4.11	Bahagian Belakang Unit Kawalan Suhu	53
4.12	Bahagian Pelan Unit Kawalan Suhu	53
4.13	Bukaan Termostat Bagi Suhu	55

**SENARAI JADUAL**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Nilai Kelikatan Kinematik dan Dinamik di dalam Unit Imperial	10
2.2	Nilai Kelikatan Kinematik dan Dinamik di dalam Unit S.I	10
3.1	Perbandingan Pemanas	35
3.3	Data Ujikaji	36
3.4	Bahan Perumah Unit Kawalan Suhu	46
4.1	Ujikaji Nombor Reynold Bagi Pelbagai Suhu	55
5.1	Spesifikasi Unit Kawalan Suhu	58
5.2	Kos Keseluruhan Unit Kawalan Suhu	58
5.3	Data Ujikaji Dengan Kelikatan Kinematik	59
5.4	Data Ujikaji Eksperimen Nombor Reynold dengan Unit Kawalan Suhu	60

**SENARAI SIMBOL**

$\nu$	=	Kelikatan Kinematik
$\rho$	=	Ketumpatan
$\mu$	=	Pekali Kelikatan
L	=	Panjang
Re	=	Nombor Reynold
u	=	Halaju
d	=	Diameter
v	=	Isipadu
A	=	Luas
D	=	Diameter Tiub
Q	=	Kadar Alir



**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
1	Lampiran 1 Pemanas	68 - 72
2	Lampiran 2 Rekabentuk Unit Kawalan Suhu	73 - 77
3	Lampiran 3 Spesifikasi Kepingan Akrilik Resin	78 - 80

## **BAB I**

### **PENGENALAN**

Unit kawalan suhu merupakan sesebuah unit yang dilengkapi dengan pemanas air elektrik yang dapat memanaskan air secara menggunakan kaedah aliran. Unit kawalan suhu ini akan ditempatkan bersama-sama dengan radas aliran nombor Reynold bagi mempelbagaikan ujikaji yang sedia ada. Di samping itu ia digunakan untuk mendapatkan suhu air yang berbeza untuk dikaitkan dengan hasil ujikaji yang akan didapati.

#### 1.1 Objektif

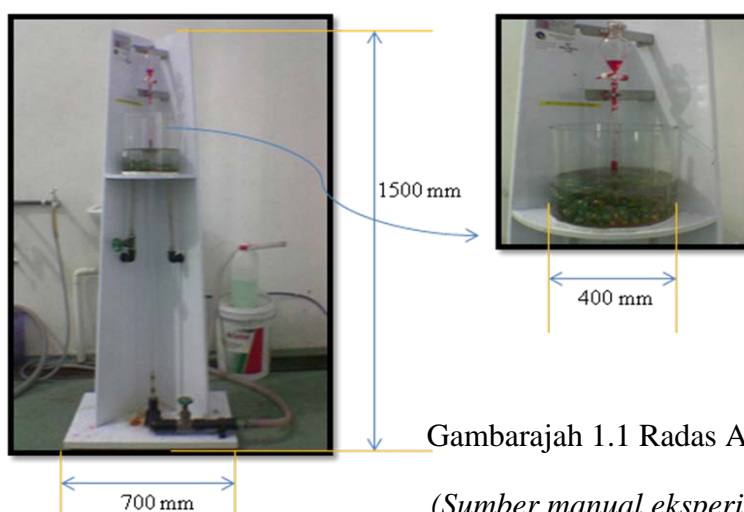
- ❖ Merekacipta dan membuat unit kawalan suhu untuk digunakan pada radas aliran Nombor Reynold (Reynold's Flow Apparatus)
- ❖ Menguji unit kawalan suhu apabila telah disambungkan pada radas aliran Nombor Reynold.

## 1.2 Latarbelakang Projek

### 1.2.1 Radas Aliran Nombor Reynold

Radas ini digunakan untuk mendapatkan jenis-jenis aliran yang ada didalam matapelajaran mekanik bendalir iaitu aliran lamina (laminar), aliran perantaraan (transition) dan aliran gelora (turbulent). Radas ini terdiri daripada ruang berbentuk silinder yang disambungkan dengan sistem jarum suntikan serta 50 ml tangki penerima. Air akan dimasukkan melalui bahagian atas silinder dengan menggunakan pengagih. Radas ini juga dilengkapi dengan alat penyukat suhu atau termometer dan 0.5 mm tiub plastik serta 15 mm injap kawalan aliran. Panjang paip plastik adalah 900 mm dilengkapi dengan penyambung paip serta tangki penerima bekalan yang berkapasiti 4 liter. Tapak radas ini, dipasang dengan kaki boleh laras dan didatangkan dengan kaca cerap untuk tujuan melihat kadar aliran air.

Di dalam ujikaji ini, suhu memberikan faktor yang penting bagi mendapatkan nilai nombor reynold. Apabila ujikaji dibuat berdasarkan suhu yang berbeza, ini akan mempengaruhi kelikatan air, secara langsung ia akan memberikan kesan ke atas nilai nombor Reynold.



Gambarajah 1.1 Radas Aliran Nombor Reynold

(Sumber manual eksperimen Nombor Reynold)

### 1.2.2 Unit Kawalan Suhu

Projek ini adalah untuk merekacipta sebuah unit kawalan suhu yang digunakan sebagai punca bekalan air panas bagi tujuan ujikaji Nombor Reynold. Unit ini akan disambungkan daripada bekalan air bersih dan air tersebut akan dipanaskan. Air yang panas akan keluar dan akan disambungkan pada alatan ujikaji Reynold. Suhu air yang dikehendaki adalah dalam lingkungan 30°C ke 50°C mengikut halaju aliran air.

Unit ini dilengkapi dengan sebuah alat pemanas yang boleh memanaskan air dengan hanya kaedah aliran sahaja. Unit ini juga mempunyai sistem penapisan yang dapat menapis bendasing daripada masuk ke dalam sistem. Unit ini sesuai untuk ujikaji dan mudah digunakan oleh pelajar. Sistem kawalan suhu ringkas telah dipasangkan kepada sistem pemanas ini seperti lampu petunjuk dan lampu operasi yang bertujuan sebagai isyarat apabila unit ini dihidupkan.

Unit ini akan disambungkan ke punca bekalan air melalui injap tangan masuk dan injap tangan keluar yang bertujuan utk mengawal air yang masuk ke unit kawalan suhu dan air yang akan dihantar ke radas aliran nombor reynold. Ia juga telah dipasangkan dengan injap tangan bagi paip alir keluar (drain pipe) untuk tujuan pelegaian bagi sistem setelah ujikaji selesai dilakukan.

Bagi aspek keselamatan pula, unit ini dipasangkan dengan sistem fius pada palam 3 pin yang menggunakan suis 13 Ampere bagi tujuan memutuskan bekalan elektrik jika voltan yang masuk melebihi kadar voltan satu fasa iaitu 240 volt. Unit ini juga dilengkapi dengan suis aliran yang bertujuan untuk menghidupkan dan mematikan aliran arus pada litar dengan mengesan kehadiran atau ketidakhadiran air. Jika didapati air tidak masuk kedalam sistem, secara automatik suis aliran akan berfungsi untuk memutuskan bekalan pada punca bekalan walaupun laras suhu telah dilaraskan. Ia juga mempunyai suis untuk mengesan kenaikan haba oleh pemanas dan akan memutuskan bekalan jika pemanas telah mencapai tahap suhu yang dikehendaki.

### 1.3 Kepentingan Projek

Unit kawalan suhu ini merupakan alat tambah bagi radas nombor Reynold. Ujikaji nombor Reynold adalah untuk mendapatkan bentuk-bentuk aliran semasa melalui tiub pada kadar alir dan halaju yang berlainan. Ujikaji ini adalah untuk membuktikan nilai nombor Reynold untuk bentuk-bentuk aliran yang berbeza. Sebelum ini ujikaji hanya dibuat pada suhu air bilik iaitu antara 26 °C hingga ke 29°C. Apabila unit kawalan suhu ini dipasangkan, kita akan melihat samada perubahan akan berlaku atau tidak pada halaju dan kadar alir semasa ujikaji dilakukan untuk mendapatkan aliran lamina, transaksi dan gelora. Projek ini akan memberikan kesan terhadap suhu air semasa ujikaji di lakukan dan ini akan menyebabkan kadar kelikatan air berubah. Unit ini juga akan bertindak sebagai penapis air dengan menapis bekalan air yang masuk pada injap bekalan pada unit ini. Secara tidak langsung dengan unit kawalan suhu ini kita boleh menaikkan kecekapan dan keberkesanan dalam melakukan ujikaji nombor Reynold.

### 1.4 Skop Projek

Laporan ini akan merangkumi perkara-perkara berikut :-

- ❖ Memilih elemen pemanas (heater element) yang bersesuaian dengan keluaran suhu yang dikehendaki, kelikatan air dan nilai arus yang bersesuaian.
- ❖ Memilih alat kawalan suhu (thermostat) atau perintang boleh laras yang bersesuaian mengikut nilai-nilai suhu yang dikehendaki dalam ujikaji.
- ❖ Membuat pendawaian (wiring) untuk menghantar bekalan elektrik kepada termostat dan pemanas.
- ❖ Merekabentuk dan membuat keseluruhan perumah unit kawalan suhu.
- ❖ Menguji unit kawalan suhu setelah disambungkan ke radas nombor Reynold.

## BAB II

### KAJIAN ILMIAH

#### 2.0 Kajian Ilmiah

Kajian ilmiah ini dibuat berdasarkan dari sumber-sumber pihak pembekal, jurnal-jurnal yang berkaitan dan kajian yang dibuat ke atas produk-produk yang pernah digunakan pada masa kini. Unit kawalan suhu untuk tujuan ujikaji nombor reynold jarang didapati dan ini merupakan salah satu idea untuk membuat unit kawalan suhu berasaskan sistem-sistem yang sedia ada. Sistem pemanas air akan digunapakai untuk menghasilkan unit kawalan suhu yang memenuhi spesifikasi ujikaji nombor reynold.

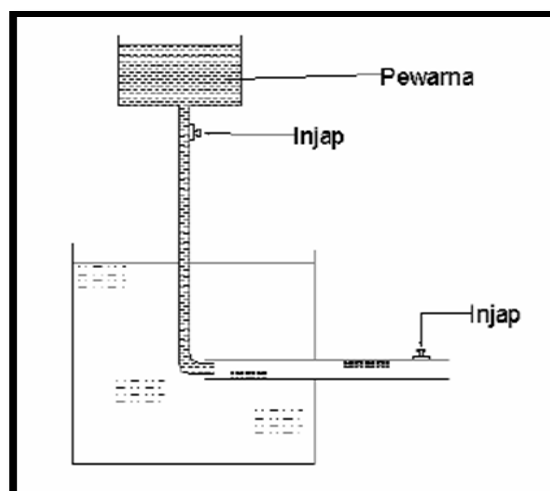
#### 2.1 Nombor Reynolds

Nombor Reynold telah diasaskan oleh Osborne Reynolds (1842 – 1912) pada tahun 1883. Nombor reynold dalam istilah mekanik bendalir merupakan nisbah diantara daya bendalir tidak bergerak ( $v_s\rho$ ) dengan daya yang terhasil daripada sifat kelikatan ( $\mu/L$ ). Kehadiran dua daya in adalah penting untuk mewujudkan keadaan aliran yang berbeza-beza dan juga untuk membezakan di antara aliran lamina dan aliran gelora.

Ia merupakan salah satu kaedah yang penting untuk mendimensi nombor dalam mekanik bendalir. Ia digunakan bersama kaedah dimensi nombor yang lain untuk mengeluarkan kriteria dalam membuktikan persamaan dinamik. Kesamaan secara dinamik berlaku apabila bentuk aliran adalah sama daripada bentuk geometri tetapi ia tetap berbeza dari segi kadar alir.

### 2.1.1 Ujikaji Reynolds

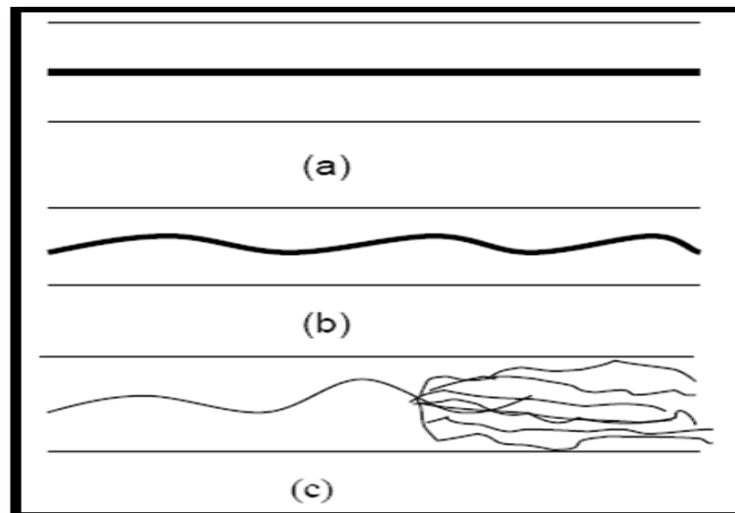
Ujikaji ini dilakukan bertujuan untuk menentukan nombor Reynold dan melihat keadaan aliran di dalam paip iaitu samada ia dalam bentuk laminar (lamina), turbulen (gelora) atau transition (perantaraan). Ujikaji ini mula dilakukan oleh oleh Profesor Osborne Reynold dimana beliau telah membina satu alat mudah. Alat ini terdiri daripada satu tiub kaca yang berada di dalam sebuah tangki kaca berisi air. Air boleh mengalir pada halaju yang dikehendaki dengan mengawal bukaan injap keluar. Di pangkal tiub kaca tersebut dipasangkan satu jarum yang boleh mengeluarkan jet pewarna ke dalam tiub tersebut.



Gambarajah 2.1 Peralatan ujikaji reynold  
(Sumber manual nombor reynold)

Keadaan aliran di dalam tiub kaca (samada lamina, perantaraan atau gelora) dapat diketahui dengan melihat bentuk aliran pewarna. Halaju aliran tersebut pula boleh ditentukan dengan menyukat kuantiti air yang keluar dalam jangka masa yang ditetapkan dan dibahagi dengan luas keratan rentas paip aliran.

Merujuk gambarajah 2.2, pada aliran rendah seperti gambarajah 2.2(a) didapati pewarna mengalir seperti bentuk benang pada keseluruhan panjang tiub. Ini menunjukkan zarah-zarah air mengalir pada laluan lurus selari antara satu sama lain. Aliran ini dinamakan aliran lamina. Apabila halaju air ditambah hingga ke satu ketika bentuk benang itu mula berpecah dan pewarna berselerak dan bercampur dengan air. Keadaan ini berlaku pada halaju lebih tinggi. Aliran ini dinamakan aliran gelora seperti gambarajah 2.2(b). Ujikaji menunjukkan bahawa aliran tidak bertukar terus dari keadaan lamina kepada keadaan gelora tetapi terdapat satu zon perantaraan di mana pewarna menunjukkan terdapatnya kedua-dua jenis aliran seperti gambarajah (c).



Gambarajah 2.2 Perubahan Bentuk aliran

(sumber manual nombor reynold)