

TUGAS SARJANA
KONTRUKSI DAN MANUFAKTUR
RANCANG BANGUN ALAT UJI ALIRAN OSBORNE
REYNOLD APPARATUS

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

NAMA : PREDIYANTO

NPM : 1207230083



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN – I
TUGAS SARJANA
KONTRUKSI DAN MANUFAKTUR
RANCANG BANGUN ALAT UJI ALIRAN
OSBORNE REYNOLD APPARATUS

Disusun Oleh :
PREDIYANTO
1207230083

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II

(Rahmatullah, S.T., M.Sc)

(Khairul Umurani, S.T., M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(Affandi, S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
KONTRUKSI DAN MANUFAKTUR
RANCANG BANGUN ALAT UJI ALIRAN
OSBORNE REYNOLD APPARATUS

Disusun Oleh :

PREDIYANTO

1207230083

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 19 Oktober 2017

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

Pembanding – II

(Rahmat K Simanjuntak.S.T.,M.T)

(H.Muharnif M, S.T.,M.Sc)

Diketahui oleh :

Ka.Program Studi TeknikMesin

(Affandi, ST)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan
nomor dan tanggalnya

**DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA**

Nama Mahasiswa : PREDIYANTO
NPM : 1207230083
Semester : XI (Sebelas)
SPESIFIKASI :

RANCANG BANGUN ALAT UJI ALIRAN OSBORNE REYNOLD

APPARATUS

Diberikan Tanggal : 04 - Mei - 2017
Selesai Tanggal : 12 - Oktober - 2017
Asistensi : Seminggu Sekali
Tempat Asistensi : Kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 14 - Oktober 2017

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I

(AFFANDI, S.T.)

(RAHMATULLAH S.T., M.Sc)



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan

**DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA**

NAMA : PREDIYANTO PEMBIMBING – I : RAHMATULLAH, S.T.,M,Sc
NPM : 1207230083 PEMBIMBING – II : KHAIRUL UMURANI, S.T.,M.T.

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : PREDIYANTO
Tempat / Tanggal Lahir : MEDAN, 07 APRIL 1993
NPM : 1207230083
Bidang Konsentrasi : Kontruksi dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana saya ini yang berjudul :

“RANCANG BANGUN ALAT UJI ALIRAN OSBORNE REYNOLD APPARATUS”

Bukan merupakan pencurian hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya Karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas sarjana saya secara orsinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk verifikasi, dengan sanksiter berat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritasak akademik di Program Studi TeknikMesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 28 Oktober 2017
Saya yang menyatakan,

Materai
6000

(PREDIYANTO)

ABSTRAK

Bilangan *Reynolds* merupakan bilangan tidak berdimensi yang berfungsi menggambarkan rezim suatu aliran fluida dalam saluran maupun permukaan benda. Bentuk profil aliran dalam saluran akan mempengaruhi kecepatan pendistribusian fluida. Bila aliran itu *laminar*, maka kecepatan aliran lambat. Begitu juga sebaliknya, aliran *turbulent* menunjukkan bahwa kecepatan fluida dalam saluran tinggi. disamping itu kekentalan (*viscosity*) juga mempengaruhi bentuk aliran. Pada suatu sistem pemipaan, hal ini perlu diperhatikan. Alat untuk mendemonstrasikan *visualisasi* aliran dalam saluran adalah *Osborne Reynold Apparatus*. Dan Pembuatan alat uji aliran *Osborne Reynold Apparatus* yang desain ini adalah menggunakan pipa vertikal.

Kata kunci : Rancang Bangun Aliran *Osborne Reynolds Apparatus*.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrohim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran *Allah Subhanallahu wa Ta'ala* pemilik langit dan bumi beserta segala isinya, yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, dan tak lupa pula sholawat kepada nabi dan rasul terakhir kita *Muhammad Shallallahu 'alaihi wassalam*. Alhamdulillah akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi S-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun judul yang penulis ambil pada tugas sarjana ini adalah "Rancang Bangun Alat Uji Aliran *Osborne Reynold Apparatus*". Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus-menerus hadir dan penulis yang terus belajar, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini..

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, mamak (Paikem) dan bapak (Jumadi) yang tidak pernah berhenti memberi kasih, sayang, perhatian, nasihat, materil dan doanya hingga saat ini.
2. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Pembimbing I tugas sarjana yang telah memberikan perhatian dan bimbingannya sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T., selaku Pembimbing II tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Rahmat K. Simanjuntak, S.T., M.T., selaku Pembimbing I tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc., selaku Pembimbing II tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Bapak Affandi S.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.

8. Bapak Chandra A. Siregar, S.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Seluruh Pegawai Tata Usaha dan Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Serta seluruh keluarga, uwak, paklek, bu lek, kakak (jufriyuningsi S.Pd.), abang (Defrian S.T), adik (Prayogiyono dan Rindi kartika sari), yang telah memberikan bantuan moril maupun materil serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya tugas sarjana ini dengan baik.
11. Teman satu perjuangan Irfansyah, Sendi Handoko, M. Syahdhan Safrizal, M. Safdan, Hadi Sucipto, Abdul Rahman, Joko, Muri Irwanto, Maulana Ibrahim, Yopi handoko , M. Zakaria Tri Cahyo, Jally Wicaksono, Eko Prasetio, Kiki Chandra, Harry Dermawan dan seluruh teman teman A3 malam, B3 malam, stambuk 2012.

Penulis menyadari tugas sarjana ini jauh dari sempurna dan banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tulisan dan kesempurnaan tugas sarjana ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat terutama bagi penulis sendiri dan juga semua pembaca. Apabila ada kesalahan, semata-mata kekhilafan penulis, sedangkan kebenaran semuanya hanyalah milik *Allah Subhanallahu wa Ta'ala*.

Bilahi filshabili haq, fastabiqul khairat.
Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Medan, 28 Oktober 2017

Penulis

PREDIYANTO
1207230083

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN - I	
LEMBAR PENGESAHAN - II	
LEMBAR SPESIFIKASI	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Pembatasan Masalah	2
1.4.Tujuan Penelitian	2
1.5.Manfaat Penelitian	3
1.6.Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Defenisi fluida	5
2.2.Klasifikasialiran fluida	6
2.3.Fluida <i>newtonian</i> dan <i>non-newtonian</i>	7
2.4.Persamaan pada fluida <i>newtonian</i>	8

2.5.Sifat-sifat fluida	9
2.5.1 <i>Densitas</i>	9
2.5.2 <i>Viskositas</i>	10
2.5.3 Bilangan <i>reynolds</i>	11
2.6.Sifat-sifat umum pada aliran	12
2.6.1 Aliran <i>laminar</i> dan aliran <i>turbulen</i>	12
2.6.2 <i>Transisi</i> dari aliran <i>laminar</i> menuju aliran <i>turbulen</i>	14
2.7. Analisa <i>dimensional</i> aliran pada pipa	16
2.7.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi aliran dalam pipa	16
2.7.2 Daerah masuk dan aliran berkembang penuh	16
2.7.3 <i>Koefisien</i> gesek	18
2.8 Paramater yang di gunakan	20
2.9 <i>Microcontroller</i>	21
BAB 3 METODOLOGI	23
3.1.Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.1.1. Tempat	23
3.1.2.Waktu	23
3.2. Diagram alir	24
3.3.Alat dan bahan	25
3.3.1.Alat	25
3.3.2.Bahan	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1.Hasil	39
4.2 Pembahasan	41
4.3.Prosedur proses pengoperasian	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	50

5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

CURRICULUM VITAE

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Klasifikasi aliran fluida
Gambar 2.1	Variasi linier dari tegangan geser terhadap laju regangan geser untuk beberapa jenis fluida. (sumber:Munson,et al,2002)
Gambar 2.3	(a) eksperimen untuk mengilustrasikan jenis aliran (b) guratan cat pewarna yang khas.(sumber :munson,et al.,2002)
Gambar 2.4	Transisi dari aliran laminar menjadi turbulen di dalam sebuah pipa.(sumber :munson, et al., 2002)
Gambar 2.5	Daerah masuk aliran sedang berkembang dan aliran berkembang penuh pada sistem pipa. (sumber:Munson,et al.,2002)
Gambar 2.6	Arduino uno
Gambar 3.1	Diagram alir
Gambar 3.2	Perlengkapan trafo las
Gambar 3.3	Mesin grinda
Gambar 3.4	Mesin bor tangan
Gambar 3.5	Water pas dan siku L
Gambar 3.6	Meteran
Gambar 3.7	Mesin bubut
Gambar 3.8	Sigmat/jangka sorong
Gambar 3.9	Tabung pipa aliran
Gambar 3.10	Secrew nylon putih
Gambar 3.11	Besi siku
Gambar 3.12	Pipa ppc 4 inchi
Gambar 3.13	Bak/wadah bawah
Gambar 3.14	Bak/wadah atas
Gambar 3.15	Pompa
Gambar 3.16	1 set jarum suntik
Gambar 3.17	Tinta
Gambar 3.18	Cat avian
Gambar 3.19	Kertas pasir/amplas
Gambar 3.20	Selang transparan
Gambar 3.21	Claim stainless
Gambar 3.22	Claim 4 “
Gambar 3.23	Baut
Gambar 3.24	Lem dextone
Gambar 3.25	Valve/katub by pas
Gambar 3.26	Hol saw
Gambar 3.27	Lem bakar
Gambar 3.28	Water flow sensor
Gambar 4.1	Alat uji aliran osborne reynold apparatus
Gambar 4.2	Fluida air
Gambar 4.3	Tinta

Gambar 4.4	Proses perakitan kerangka
Gambar 4.5	Proses pembubutan screw conveyor sambungan atas
Gambar 4.6	Proses pembubutan sambungan bawah
Gambar 4.7	Proses pengoyakan pipa ppc
Gambar 4.8	Proses pengeleman jarum tinta
Gambar 4.9	Proses set up beberapa komponen
Gambar 4.10	Proses pengeleman pipa ppc dan L Bow
Gambar 4.11	Proses pengecatan
Gambar 4.12	Hasil flow visualisasi aliran laminar dan turbulen

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
ρ	Massa jenis	Kg/m^3
μ	Viskositas dinamik	Kg/m.s
ν	Viskositas kinematik	m^2/s
m	Massa	Kg
V	Volume	m^3
q	Debit	m^3/s
d	Diameter dalam	m
D	Diameter luar	m
γ	Koefisien gesek	N/m^3
S_g	<i>Spesific Gravity</i>	
Re	Bilangan reynold	
S_g	<i>Spesific Gravity</i>	
ΔP	Penurunan tekanan	Pa
A	Luas penampang	m^2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sebuah aliran fluida pasti mempunyai jenis aliran tertentu, aliran ini biasanya dibedakan menjadi aliran *laminar* dan *turbulen*, serta *transisi*. Cara menentukan jenis aliran pada suatu fluida dapat dilakukan dengan melalui pengamatan dan perhitungan. Dengan pengamatan, apabila aliran tersebut terlihat bergerak teratur dengan membentuk garis lintasan kontiniu dan tidak saling berpotongan itu disebut aliran *laminar*. Aliran *turbulen* dapat terlihat jika alirannya tidak teratur dan garis lintasannya saling berpotongan, sedangkan aliran *transisi* adalah merupakan aliran peralihan dari aliran *laminar* ke aliran *turbulen*. Dengan perhitungan menggunakan persamaan Bilangan *Reynolds* (*Re*).

Visualisasi aliran merupakan suatu metode untuk mendemonstrasikan bentuk-bentuk aliran di dalam maupun di luar saluran. Aliran ini dapat dilihat secara langsung sehingga bisa menentukan jenis aliran yang terjadi. Alat yang digunakan yaitu tabung aliran dengan tinggi 1000 mm dan diameter dalam 14 mm *Flow Visualization*. Rancang bangun ini dibuat untuk mendapatkan bentuk – bentuk aliran sesuai dengan pembagian bilangan *Reynold*, yaitu aliran *laminar*, *transisi*, dan *turbulen*.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk melakukan “RANCANG BANGUN ALAT UJI ALIRAN *OSBORNE REYNOLDS APPATARUS* “ dengan desain yang sederhana.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam pembuatan alat ini adalah bagaimana proses rancang bangun alat *osborne reynold apparatus* dapat bekerja dan dapat digunakan untuk pratikum di Laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan pada pembuatan alat uji aliran ini tidak melebar maka penulis membuat batasan masalahnya. adapun yang menjadi batasan-batasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Fluida yang di gunakan adalah air.
2. Alat yang di buat adalah *osborne reynold apparatus* dengan model vertikal dan Tabung aliran yang digunakan dengan tinggi 1000 mm dan berdiameter 14 mm.
3. Pengukuran laju aliran air menggunakan alat *water flow sensor*.
4. *Arduino UNO* digunakan sebagai pembaca data akusisi pada *water flow sensor*.

1.4 Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Melakukan rancang bangun alat uji *Osborne Reynolds Apparatus* dengan menggunakan pipa vertikal.
2. Untuk mengetahui dan mendapatkan bentuk-bentuk aliran sesuai dengan bilangan *reynold*. yaitu aliran *laminar*, *transisi*, dan *turbulen*.

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari tugas sarjana ini dengan judul “ Rancang bangun alat uji aliran *Osborne Reynolds Apparatus* Pipa VERTIKAL ”

1. Dapat mendemonstrasikan bentuk-bentuk aliran di dalam pipa Vertikal.
2. Disamping itu juga bisa digunakan sebagai alat praktikum *Osborne Reynolds apparatus* di laborotorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl.Muchtar Basri MEDAN.
3. Bagi penulis dan pembaca dapat memberikan informasi sebagai pengetahuan, pengembangan serta penyempurnaan alat uji aliran *osborne reynols apparatus*.
4. Mampu memberikan pengetahuan baru yang berguna dan bermanfaat dalam pengembangan ilmu aliran.
5. Memberikan informasi kepada dunia pendidikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran sistematika penulisan yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.

Pada bab ini menjelaskan tentang teori-teori dasar *visualisasi* aliran, aliran dalam pipa, Bilangan *Reynolds* yang mana berhubungan dengan rancang bangun alat uji aliran tugas sarjana ini.

BAB III METODELOGI

Pada bab ini akan di bahas yaitu mengenai tempat dan waktu pelaksanaan pengujian, alat pengujian, diagram alir, langkah-langkah pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang hasil yang didapat dari pengujian alat dan pembahasan terhadap hasil yang telah didapatkan .

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan tentang pembuatan dan pembahasan hasil tugas sarjana serta saran-saran yang diberikan untuk pengembangan dan kemajuan tugas sarjana.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Fluida

Fluida adalah zat-zat yang mampu mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk wadah tempatnya atau zat yang akan berdeformasi terus menerus selama dipengaruhi oleh suatu tegangan geser. Bila berada dalam keseimbangan, fluida tidak dapat menahan gaya tangensial atau gaya geser. Semua fluida memiliki suatu derajat *kompresibilitas* dan memberikan tahanan kecil terhadap perubahan bentuk.

Fluida dapat digolongkan ke dalam cairan atau gas. Perbedaan-perbedaan utama antara cairan dan gas adalah :

- a. Cairan praktis tidak *kompresibel*, sedangkan gas *kompresibel*
- b. Cairan mengisi volume tertentu dan mempunyai permukaan-permukaan bebas sedangkan gas dengan massa tertentu mengembang sampai mengisi seluruh bagian wadah tempatnya.

Fluida memiliki sifat tidak menolak terhadap perubahan bentuk dan kemampuan untuk mengalir (atau umumnya kemampuannya untuk mengambil bentuk dari wadah mereka). Sifat ini biasanya dikarenakan sebagai fungsi dari ketidakmampuan fluida terhadap tegangan geser (*shear stress*) dalam *ekuilibrium* statik. Konsekuensi dari sifat ini adalah hukum Pascal yang menekankan pentingnya tekanan dalam mengkarakterisasi bentuk fluida.

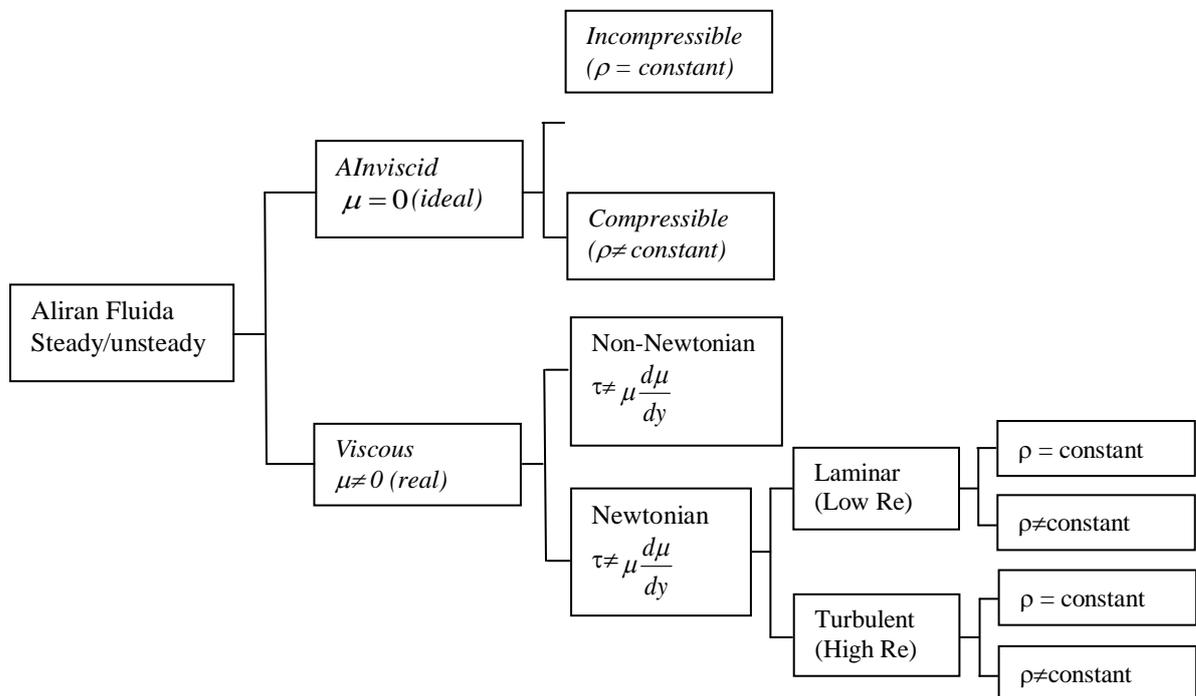
Fluida diklasifikasikan sebagai fluida *Newtonian* dan fluida *non-Newtonian*. Dalam fluida *Newtonian* terdapat hubungan yang *linier* antara

besarnya tegangan geser yang diterapkan dan laju perubahan bentuk yang diakibatkan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1. Dalam fluida bukan *Newtonian* terdapat hubungan tak linier antara besarnya tegangan geser yang diterapkan dan laju perubahan bentuk sudut.

2.2. Klasifikasi Aliran Fluida

Aliran fluida dapat dibedakan menjadi aliran *inviscid* dan *viscous*. Fluida *viscous* diklasifikasikan sebagai fluida *Newtonian* dan fluida *non-Newtonian*. Dalam fluida *Newtonian* terdapat hubungan *linear* antara besarnya tegangan geser yang diterapkan dengan laju perubahan bentuk yang diakibatkan dengan mengikuti hukum *viskositas Newton*.

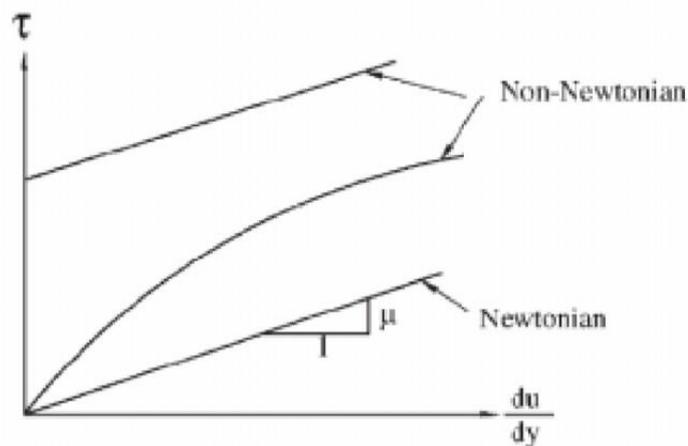
Aliran fluida pada umumnya diklasifikasikan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Klasifikasi Aliran Fluida

2.3. Fluida *Newtonian* Dan *Non-Newtonian*

Sebuah fluida *Newtonian* didefinisikan sebagai fluida yang tegangan gesernya berbanding lurus secara linier dengan gradient kecepatan pada arah tegak lurus dengan bidang geser. Definisi ini memiliki arti bahwa fluida *newtonian* akan mengalir terus tanpa dipengaruhi gaya-gaya yang bekerja pada fluida. Sebagai contoh, air adalah fluida *Newtonian* karena air memiliki property fluida sekalipun pada keadaan diaduk. Sebaliknya, bila fluida *non-Newtonian* diaduk, akan tersisa suatu "lubang". Lubang ini akan terisi seiring dengan berjalannya waktu. Sifat seperti ini dapat teramati pada material-material seperti puding. Peristiwa lain yang terjadi saat fluida *non-Newtonian* diaduk adalah penurunan *viskositas* yang menyebabkan fluida tampak "lebih tipis" (dapat dilihat pada cat). Ada banyak tipe fluida *non-Newtonian* yang kesemuanya memiliki properti tertentu yang berubah pada keadaan tertentu. Hal ini diilustrasikan dengan jelas pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Variasi linear dari tegangan geser terhadap laju regangan geser untuk beberapa jenis fluida. (Sumber: Munson, et al., 2002)

2.4. Persamaan Pada Fluida Newtonian

Konstanta yang menghubungkan tegangan geser dan gradient kecepatan secara *linier* dikenal dengan istilah *viskositas*. Persamaan yang menggambarkan perlakuan fluida *Newtonian* adalah:

$$\tau = \mu \frac{d\mu}{dy} \quad (2.1)$$

Dimana :

τ = Tegangan geser yang dihasilkan oleh fluida

μ = *Viskositas* fluida-sebuah konstanta *proporsionalitas*

$\frac{d\mu}{dy}$ = *Gradien* kecepatan yang tegak lurus dengan arah geseran

Viskositas pada fluida *Newtonian* secara definisi hanya bergantung pada temperatur dan tekanan dan tidak bergantung pada gaya-gaya yang bekerja pada fluida. Jika fluida bersifat *inkompresibel* maka *viskositas* bernilai tetap di seluruh bagian fluida.

Persamaan yang menggambarkan tegangan geser (dalam *koordinat kartesian*) adalah:

$$\tau_{ij} = \mu \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) \quad (2.2)$$

dimana:

τ_{ij} = adalah tegangan geser pada bidang i^{th} dengan arah j^{th}

v_i = adalah kecepatan pada arah i^{th}

x_j = adalah koordinat berarah j^{th}

Jika suatu fluida tidak memenuhi hubungan ini, fluida ini disebut fluida *non-Newtonian*.

Fluida *Newtonian* (istilah yang diperoleh dari nama *Isaac Newton*) adalah suatu fluida yang memiliki kurva tegangan/regangan yang *linier*. Contoh umum dari fluida yang memiliki karakteristik ini adalah air. Keunikan dari fluida *newtonian* adalah fluida ini akan terus mengalir sekalipun terdapat gaya yang bekerja pada fluida. Hal ini disebabkan karena *viskositas* dari suatu fluida *newtonian* tidak berubah ketika terdapat gaya yang bekerja pada fluida tersebut. *Viskositas* dari suatu fluida *newtonian* hanya bergantung pada temperature dan tekanan. *Viskositas* sendiri merupakan suatu konstanta yang menghubungkan besar tegangan geser dan *gradient* kecepatan pada persamaan.

Perbedaan karakteristik akan dijumpai pada fluida *non-newtonian*. Pada fluida jenis ini, viskositas fluida akan berubah bila terdapat gaya yang bekerja pada fluida (seperti pengadukan).

2.5. Sifat-Sifat Fluida

2.5.1. Densitas

Densitas merupakan jumlah suatu zat pada suatu unit volume. *Densitas* dapat dinyatakan dalam tiga bentuk, yaitu:

1) *Densitas* Massa

Merupakan perbandingan jumlah massa dengan jumlah volume, dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (2.3)$$

Dimana: m = massa (kg)

V = volume (m^3)

ρ = densitas massa (kg/m^3)

dan dimensinya adalah ML^{-3} . Harga standardnya pada tekanan $p = 1,013 \times 10^5 N/m^2$ dan temperature $T = 288,15 K$ untuk udara adalah $1,23 kg/m^3$ dan untuk air adalah $1000 kg/m^3$.

2) Berat Spesifik

Didefenisikan sebagai densitas massa dikalikan dengan gravitasi, dapat dirumuskan dengan persamaan :

$$\gamma = \rho g \quad (2.4)$$

Dimana unit berat spesifik adalah N/m^3 dan dimensi = $ML^{-3} T^{-2}$, untuk udara $\gamma = 12,07 N/m^3$ dan air $\gamma = 9,81 \times 10^3 N/m^3$.

3) Densitas Relatif (s.g)

Densitas relatif disebut juga *specific gravity* (s.g) yaitu perbandingan antara densitas massa atau berat spesifik suatu zat terhadap *densitas* massa atau berat spesifik suatu standard zat, dimana pada umumnya standard zat tersebut adalah air pada temperature $4^\circ C$. *Densitas* relatif tidak memiliki satuan.

$$s.g = \frac{\gamma_{Zat}}{\gamma_{Air}} = \frac{\rho_{Zat}}{\rho_{Air}} \quad (2.5)$$

2.5.2. Viskositas

Kekentalan (*viskositas*) suatu fluida adalah sifat yang menentukan besar daya tahannya terhadap gaya geser atau ukuran penolakan sebuah fluida terhadap perubahan bentuk di bawah tekanan *shear*. Kekentalan terutama diakibatkan oleh

saling-pengaruh antara molekul-molekul fluida. *Viskositas* menggambarkan penolakan dalam fluida kepada aliran dan dapat dijadikan sebagai sebuah cara untuk mengukur gesekan fluida. *Viskositas* dinyatakan dalam dua bentuk yaitu:

1) *Viskositas* Dinamik (μ)

Merupakan perbandingan tegangan geser dengan laju perubahannya, besarnya *viskositas* dinamik untuk air bervariasi sesuai dengan temperaturnya, untuk temperatur kamar ($26,5^{\circ}$ C) besarnya *viskositas* dinamik adalah $8,6 \times 10^{-4}$ kg/ms. Tabel 2.1 pada lampiran memberikan sifat-sifat air sesuai dengan temperatur.

2) *Viskositas* Kinematik (ν)

Merupakan perbandingan viskositas dinamik (μ) terhadap kerapatan (*densitas*) massa (ρ) :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2.6)$$

Viskositas kinematik muncul dalam banyak penerapan, misalnya dalam bilangan *Reynolds* yang tanpa dimensi. *Viskositas* kinematik untuk air pada temperatur $26,5^{\circ}$ C adalah $8,6 \times 10^{-7}$ m²/s. Untuk temperatur yang berbeda, nilai viskositas dapat dilihat pada lampiran.

2.5.3. Bilangan *Reynolds*

Dalam mekanika fluida, bilangan *Reynolds* adalah *rasio* antara gaya *inersia* ($v\rho$) terhadap gaya *viskos* (μ/L) yang mengkuantifikasikan hubungan kedua gaya tersebut dengan suatu kondisi aliran tertentu. Bilangan ini digunakan untuk mengidentifikasikan jenis aliran yang berbeda, misalnya *laminar* dan *turbulen*. Namanya diambil dari *Osborne Reynolds* (1842–1912) yang mengusulkannya pada tahun 1883.

$$\text{Bilangan Reynolds } Re = \frac{Vd\rho}{\mu} = \frac{Vd}{\nu} = \frac{4q}{\pi\mu D} \quad (2.7)$$

Dimana: V = kecepatan rata-rata dalam m/s

d = diameter dalam pipa dalam m

ν = viskositas kinematik fluida dalam m^2/s atau $\nu = \mu/\rho$

ρ = densitas massa fluida (kg/m^3)

μ = viskositas dinamik fluida ($\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$)

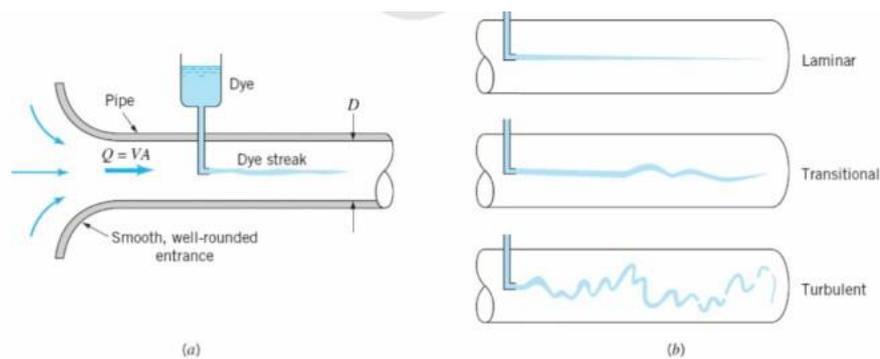
q = Debit (m^3/s)

Bilangan *Reynolds* merupakan salah satu bilangan tak berdimensi yang berfungsi untuk menentukan bentuk aliran apakah aliran suatu fluida *laminar* atau *turbulen* serta posisi relatifnya pada skala yang menunjukkan pentingnya secara relatif kecenderungan *turbulen* terhadap kecenderungan *laminar*. *Reynolds* menemukan bahwa aliran selalu menjadi *laminar* bila kecepataannya diturunkan sedemikian sehingga *Re* lebih kecil dari 2000. Untuk instalasi pipa biasa, aliran akan berubah dari *laminar* menjadi *turbulen* dalam daerah bilangan *Re* dari 2000 sampai 4000. Bilangan *Re* yang besar menunjukkan aliran yang sangat *turbulen* dengan kerugian yang sebanding dengan kuadrat kecepatan. Dalam aliran *laminar* kerugian berbanding lurus dengan kecepatan rata-rata. Aliran *laminar* didefinisikan sebagai aliran fluida yang bergerak dalam lapisan-lapisan atau lamina-lamina dengan satu lapisan, meluncur secara lancar pada lapisan yang bersebelahan yang saling tukar menukar momentum secara *molekular*.

2.6. Sifat- Sifat Umum Aliran Pipa

2.6.1. Aliran *Laminar* dan Aliran *Turbulen*

Aliran fluida di dalam sebuah pipa mungkin merupakan aliran *laminar* atau aliran *turbulen*. *Osborne Reynolds* (1842-1912), ilmuwan dan ahlimatematika *Inggris*, adalah orang yang pertama kali membedakan dan mengklasifikasikan dua aliran ini dengan menggunakan peralatan sederhana seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Aliran *laminar* terjadi pada partikel-partikel (massa molar yang kecil) fluida bergerak dalam lintasan-lintasan yang sangat tidak teratur, yang mengakibatkan pertukaran momentum dari satu bagian ke bagian lainnya. Turbulensi membangkitkan tegangan geser yang lebih besar diseluruh fluida dan mengakibatkan lebih banyak ketakmampu balikan (*irreversibilitas*) atau kerugian



Gambar 2.3 (a) Eksperimen untuk mengilustrasikan jenis aliran (b) Guratan zat pewarna yang khas. (Sumber: Munson, et al., 2002)

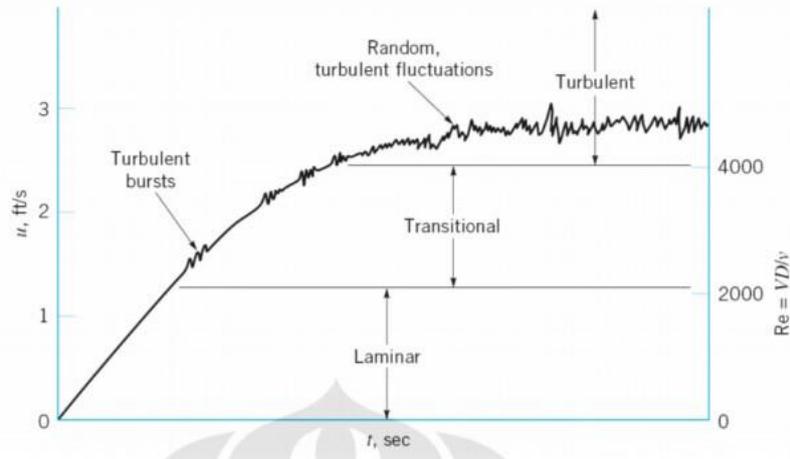
Kecenderungan ke arah ketidakstabilan dan turbulensi diredam habis oleh gaya-gaya *viskos* yang memberikan tahanan terhadap gerakan relatif lapisan-lapisan fluida yang bersebelahan. Aliran *laminar* mengikuti hukum *Newton* tentang tegangan *viskositas*, yang menghubungkan tegangan geser dengan laju perubahan bentuk sudut. Aliran *laminar* tidak stabil dalam situasi yang menyangkut gabungan *viskositas* yang rendah, kecepatan yang tinggi, atau laluan aliran yang besar, serta berubah menjadi aliran *turbulen*. Sifat pokok aliran, yaitu

laminar atau *turbulen* serta posisi relatifnya pada skala yang menunjukkan pentingnya secara relatif kecenderungan *turbulen* terhadap kecenderungan *laminar* ditunjukkan oleh bilangan *Reynolds*.

Dalam aliran *turbulen*, partikel-partikel fluida bergerak dalam lintasan-lintasan yang sangat tidak teratur, dengan mengakibatkan pertukaran momentum dari satu bagian fluida ke bagian lainnya. Aliran *turbulen* dapat berskala kecil yang terdiri dari sejumlah besar pusaran-pusaran kecil yang cepat mengubah energi mekanik menjadi ketidakmampubalikan melalui kerja *viskos*, atau dapat berskala besar seperti *vorteks-vorteks* dan pusaran-pusaran yang besar di sungai atau hempasan udara. Pada umumnya, intensitas turbulensi meningkat dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*.

2.6.2. Transisi dari Aliran Laminar menuju Aliran Turbulen

Aliran diklasifikasikan menjadi aliran *laminar* atau *turbulen*. Parameter bilangan *Reynolds* atau bilangan *Mach* tergantung pada situasi aliran spesifik. Misalnya, aliran di dalam sebuah pipa dan aliran sepanjang pelat datar dapat *laminar* atau *turbulen*, tergantung pada nilai bilangan *Reynolds* yang terlibat. Untuk aliran *laminar* bilangan *Reynolds* harus kurang dari kira-kira 2100 sedangkan untuk aliran *turbulen* yaitu lebih besar dari kira-kira 4000. Aliran sepanjang pelat datar *transisi* antara *laminar* dan *turbulen* terjadi pada bilangan *Reynolds* kira-kira 500.000, di mana suku panjang dalam bilangan *Reynolds* adalah jarak yang diukur dari ujung muka (*leading edge*) pelat tersebut.



Gambar 2.4 Transisi dari aliran laminar menjadi turbulen di dalam sebuah pipa. (Sumber: Munson, et al., 2002)

Aliran sepanjang pipa mula-mula terisi fluida dalam keadaan diam, ketika katup dibuka untuk memulai aliran, kecepatan aliran, dan tentunya bilangan *Reynolds* meningkat dari nol (tidak ada aliran) sampai nilai maksimum alirannya tunak seperti pada gambar 2.4. Diasumsikan bahwa proses transien ini cukup lambat sehingga efek tak tunak dapat diabaikan (aliran kuasitunak). Selama periode awal, bilangan *Reynolds* cukup kecil untuk terjadinya aliran *laminar*. Setelah beberapa saat, bilangan *Reynolds* mencapai 2100 dan aliran memulai transisi-nya menuju kondisi *turbulen*. Letupan terputus-putus turbulensi (*burst ofturbulence*) muncul. Dengan meningkatnya bilangan *Reynolds* seluruh aliran menjadi *turbulen*. Aliran tetap *turbulen* selama bilangan *Reynolds* melampaui kira-kira 4000.

Sifat alamiah yang tidak beraturan dan acak adalah ciri khas dari aliran *turbulen*. Karakter dari banyak sifat penting aliran tersebut (penurunan tekanan,

perpindahan kalor, dan lain-lain) sangat tergantung pada keberadaan dari sifat alamiah dari *fluktuasi* atau keacakan *turbulen* yang ditunjukkan.

2.7. Analisis Dimensional Aliran Pipa

2.7.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Aliran dalam Pipa

Aliran fluida dalam pipa banyak dipengaruhi oleh berbagai macam factor yang mengakibatkan penurunan tekanan atau kerugian tekanan sepanjang aliran pipa tersebut. Yaitu:

- *Viskositas, densitas*, kecepatan aliran fluida.
- Perubahan temperatur fluida yang mengubah *viskositas* dan densitas fluida
- Panjang, diameter dalam, pengaruh aliran *turbulen*, dan kekasaran permukaan pipa.
- Posisi dari pada suplai dan tempat masukan fluida yang dihubungkan dengan posisi pompa.
- Pengaruh struktur pipa misalnya dalam penambahan yang mempengaruhi aliran.
- Jumlah dan jenis belokan dalam sistem pemipaan.
- Jumlah dan jenis katup dan sambungan dalam layout pipa.
- Kondisi masukan dan keluaran aliran fluida dalam pipa.

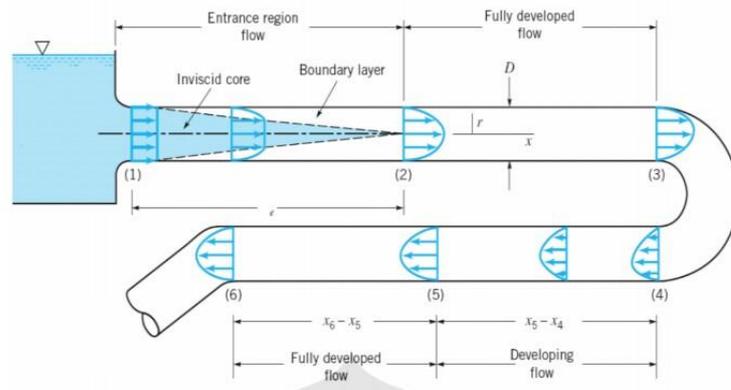
2.7.2. Daerah Masuk dan Aliran Berkembang Penuh

Daerah aliran di dekat lokasi fluida memasuki pipa disebut sebagai daerah masuk (*entrance region*) dan diilustrasikan pada Gambar 2.6. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar tersebut, fluida umumnya memasuki pipa dengan profil kecepatan yang hampir seragam pada bagian (1). Saat fluida bergerak melewati

pipa, efek *viskos* menyebabkannya tetap menempel pada dinding pipa (kondisi lapisan batas tanpa-slip). Hal ini berlaku baik jika fluidanya adalah udara yang relatif *inviscid* ataupun minyak yang sangat *viskos*. Jadi, sebuah lapisan batas (*boundary layer*) dimana efek *viskos* menjadi penting timbul di sepanjang dinding pipa sedemikian hingga profil kecepatan awal berubah menurut jarak sepanjang pipa (x), sampai fluida mencapai ujung akhir dari panjang daerah masuk, bagian (2), di mana setelah di luar itu profil kecepatan tidak berubah lagi menurut x .

Lapisan batas semakin tebal sehingga memenuhi pipa secara menyeluruh. Efek *viskos* sangat penting di dalam lapisan batas. Untuk fluida di luar lapisan batas (di dalam inti *inviscid/inviscid core* yang mengelilingi garis sumbu dari (1) ke (2), efek *viskos* dapat diabaikan.

Bentuk dari profil kecepatan di dalam pipa tergantung pada apakah aliran *laminar* atau *turbulen*, sebagaimana pula panjang daerah masuk, le .



Gambar 2.5 Daerah masuk aliran sedang berkembang dan aliran berkembang penuh pada sistem pipa. (Sumber: Munson, et al., 2002)

Seperti pada banyak sifat lainnya dari aliran pipa, panjang masuk tak berdimensi, le/D , berkorelasi cukup baik dengan bilangan *Reynolds*. Panjang masuk pada umumnya diberikan oleh hubungan:

$$\frac{l_e}{D} = 0,06 \text{ Re untuk aliran } \textit{laminar} \quad (2.8)$$

dan

$$\frac{l_e}{D} = 4,4 (\text{Re})^{1/6} \text{ untuk aliran } \textit{turbulen} \quad (2.9)$$

Untuk aliran-aliran dengan bilangan *Reynolds* sangat rendah panjang masuk dapat sangat pendek ($l_e = 0,6D$ jika $\text{Re} = 10$), sementara untuk aliran-aliran dengan bilangan *Reynolds* besar daerah masuk tersebut dapat sepanjang berkali-kali diameter pipa sebelum ujung akhir dari daerah masuk dicapai ($l_e = 120D$ untuk $\text{Re} = 2000$). Untuk banyak masalah-masalah teknik praktis $10^4 < \text{Re} < 10^5$ sehingga $20D < l_e < 30D$.

Aliran antara (2) dan (3) disebut berkembang penuh (*fully developed*). Setelah gangguan atas aliran berkembang penuh pada bagian (4), aliran secara bertahap mulai kembali ke sifat berkembang penuh (5) dan terus dengan profil ini sampai komponen pipa berikutnya dicapai (6).

2.7.3. Koefisien Gesek

Perbedaan mendasar antara *laminar* dan *turbulen* adalah bahwa tegangan geser untuk aliran *turbulen* adalah fungsi dari kerapatan fluida, ρ . Untuk aliran *laminar*, tegangan geser tidak tergantung pada kerapatan, sehingga hanya *viskositas*, μ , yang menjadi sifat fluida yang penting. Penurunan tekanan, Δp , untuk aliran *turbulen* tunak tak mampu mampat di dalam pipa bundar horizontal berdiameter D dapat ditulis dalam bentuk fungsional sebagai:

$$\Delta p = F(V, D, l, \varepsilon, \mu, \rho) \quad (2.10)$$

Kerugian tekanan (hL) tergantung pada diameter pipa (d), panjang (l), viskositas (ν), kecepatan aliran (U). Analisa dimensional digunakan untuk

menentukan persamaan dari parameter-parameter diatas. Persamaan yang dihasilkan disebut persamaan *Darcy-Weisbach*:

$$h_L = \lambda \frac{lU^2}{d2g} \quad (2.11)$$

dimana: λ = nilai koefisien gesek.

Persamaan *Darcy-Weisbach* merupakan rumus dasar untuk mengukur *head loss* (kerugian tekanan) yang disebabkan oleh gesekan pada pipa yang lurus, panjang dan seragam.

Untuk $Re < 2000$, aliran pada pipa akan *laminar* dan λ hanya merupakan fungsi dari Re yaitu:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (2.12)$$

Pada $Re > 4000$ aliran menjadi turbulen dan nilai λ merupakan fungsi dari Re dan kekasaran relatif (e/D). *Blasius*, yang untuk pertama kali mengkolerasikan eksperimen-eksperimen pipa licin dalam aliran *turbulen*, menyajikan hasil-hasil dengan suatu rumus empirik yang berlaku sampai kurang lebih $Re = 100000$. Rumus *Blasius* tersebut adalah:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{1/4}} \quad (2.13)$$

Pada nilai Re yang sangat tinggi, λ hanya tergantung pada e/D dengan asumsi daerah tersebut sudah seluruhnya *turbulen*, Distribusi aliran *laminar* atau *turbulen* sangat dipengaruhi dari bilangan *Reynold*, *viskositas*, *gradient* tekanan dan kekasaran permukaan. Sedangkan untuk menentukan tebal lapisan batas dipengaruhi oleh panjang pipa, *viskositas*, kecepatan aliran dan kekasaran permukaan.

2.8. Parameter Yang Digunakan

Beberapa parameter yang digunakan dalam studi eksperimen ini yaitu:

- *Debit* aliran

Debit aliran fluida digunakan untuk menghitung kecepatan aliran fluida .

$$Q = A.v \quad (2.14)$$

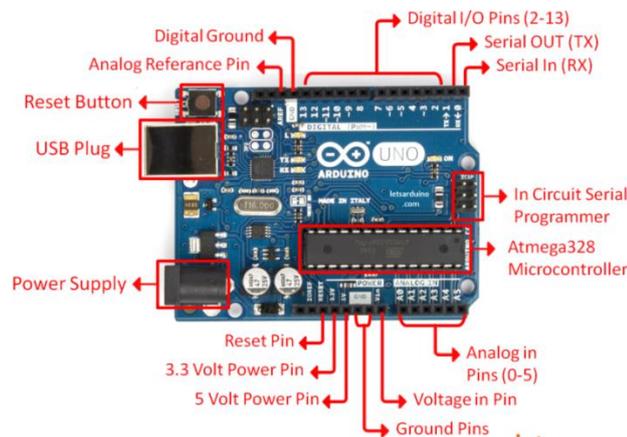
Dimana :

$$A = \frac{1}{4}\pi D^2 \quad (2.15)$$

2.9. Microcontroller

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*. *Microcontroller* digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat dan mainan. *Microcontroller* membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis.

Pada studi eksperimental ini *microcontroller* yang digunakan yaitu *Arduino UNO*. *Arduino UNO* adalah sebuah board *microcontroller* yang didasarkan pada ATmega328 (data sheet). *Arduino UNO* mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset.



Gambar 2.6 *Arduino UNO*

Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang *microcontroler*, mudah menghubungkan ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

BAB 3

METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu

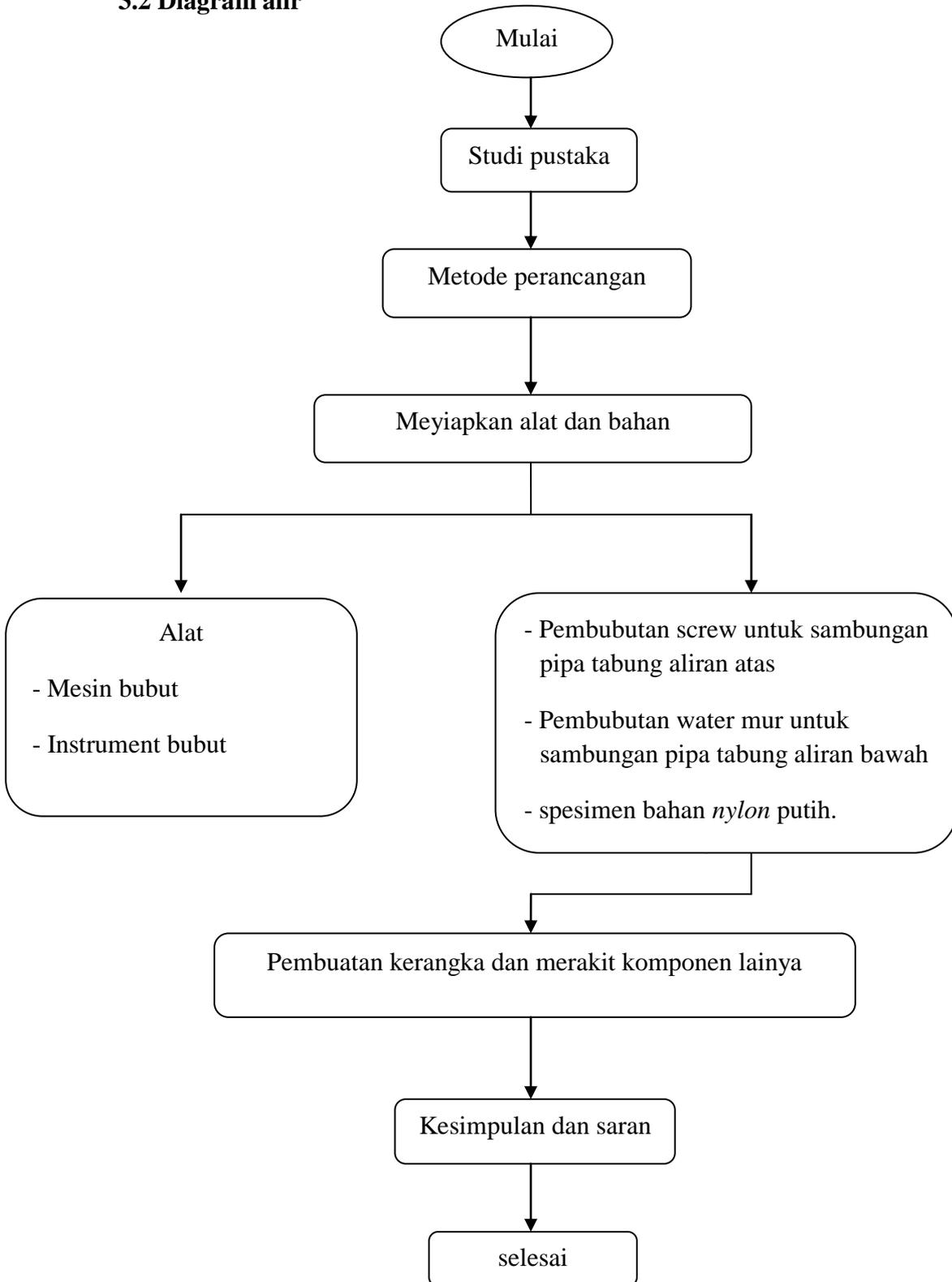
3.1.1. Tempat

Adapun tempat dilaksanakannya pembuatan alat uji aliran *Osborne Reynolds Apparatus* ini di rumah saya sendiri dan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2. Waktu

Waktu pembuatan dilakukan setelah mendapat persetujuan judul dari dosen pembimbing, kemudian dilakukan perakitan alat uji aliran *Osborne Reynold Apparatus* selama ± 3 bulan.

3.2 Diagram alir



Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan

3.3 Alat dan bahan

3.3.1 Alat

1. 1 set perlengkapan mesin tfafo las

Mesin Trafo las di gunakan sebagai media penyambungan las pembuatan dan perakitan rangka (frame) sebagai dudukan meja uji seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Perlengkapan trafo las

2. Mesin Grenda

Mesin Grenda digunakan sebagai untuk membersihkan sisa-sisa tai las dan menghaluskan permukaan yang kasar pada meja uji seperti gambar 3.3



Gambar 3.3 Grinda

3. Bor tangan

Bor tangan di gunakan sebagai pembuatan lubang pada kerangka meja uji yang bertujuan agar rangka bisa bongkar pasang dan tidak permanen seperti gambar 3.4



Gambar 3.4 Bor tangan

4. Water pas dan siku L

Water pas dan siku L di gunakan sebagai pengukuran kelurusan dan penyeimbang pada saat assembly proses seperti pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Water pas dan siku L

5. Meteran

Meteran di gunakan untuk mengukur benda kerja yang akan di buat pada alat uji aliran ini seperti gambar 3.6



Gambar 3.6 Meteran

6. Mesin bubut

Mesin bubut yang di pakai pada proses permesinan ini adalah mesin bubut konvensional yang terdapat di laborotorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dapat di lihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Mesin bubut

7. Sigmat/Jangka sorong

Sigmat berfungsi sebagai untuk mengukur pembuatan dalam proses pembubutan secraw yang terbuat dari *nylon* putih seperti pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Sigmat/Jangka sorong

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan alat uji aliran *osborne reynold apparatus* ini adalah sebagai berikut :

1. Tabung pipa aliran

Berfungsi sebagai media percobaan pada alat uji aliran *osborne reynolds apparatus*. Pipa aliran ini berdiameter 14” seperti pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Tabung pipa aliran

2. Screw *Nylon* putih

Berfungsi sebagai penghubung pipa aliran air masuk ke jarum tinta percobaan seperti pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Screw *Nylon* putih

3. Besi siku

Berfungsi sebagai kerangka/frame yang akan menjadi tempat chasis atau meletakkan semua komponen yang berkaitan dengan alat osborne reynolds apparatus seperti pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Besi siku

4. Pipa ppc 4 inchi

Berfungsi sebagai untuk penahan /peyangga bak (wadah) atas dan juga berfungsi sebagai rumah dari tabung pipa aliran seperti pada gambar 3.12



Gambar 3.12 Pipa ppc 4 inchi

5. Bak/wadah bawah

Berfungsi sebagai wadah tempat peyimpan air bersikulasi pada saat percobaan Seperti gambar 3.13



Gambar 3.13 Bak/wadah bawah

6. Bak/wadah atas

Berfungsi sebagai wadah tempat peyimpan air bersikulasi dan menempatkan beberapa komponen seperti selang air inlet outlet, *nylon*, jarum tinta dan pemberat kelereng pada saat percobaan Seperti gambar 3.14



Gambar 3.14 Bak/wadah atas

7. Pompa

Pada prinsip nya pompa air di gunakan untuk mensirkulasikan fluida air dari bak/wadah bawah ke atas pada saat pengujian berlangsung. Adapaun spesifikasi pompa adalah sebagai berikut:

Jenis pompa celup

Tegangan 220-240 volt

Frekuensi 50 Hz

Daya 60 W



Gambar 3.15 Pompa

8. 1 set Jarum suntik

Berfungsi sebagai media tempat tinta sedangkan jarum nya berfungsi sebagai tempat mengalirnya aliran tinta pada saat percobaan
Seperti pada gambar 3.16



Gambar 3.16 1 set Jarum suntik

9. Tinta

Berfungsi sebagai media percobaan aliran yang akan di analisa pada alat uji aliran *osborne reynolds apparatus* seperti pada gambar 3.17



Gambar 3.17 Tinta

10. Cat avian

Berfungsi sebagai mewarnai kerangka dan beberapa komponen alat uji aliran *osborne reynold apparatus* seperti pada gambar 3.18



Gambar 3.18 Cat avian

11. Kertas pasir /amplas

Berfungsi sebagai menghaluskan permukaan yang kasar pada alat uji *osborne reynolds apparatus* seperti pada gambar 3.19



Gambar 3.19 Kertas pasir /amplas

12. Selang transparan

Berfungsi sebagai laju aliran air masuk (inlet) dan keluar (outlet) pada saat pompa beroperasi dan mensirkulasikan air dari bak bawah ke bak atas Seperti pada gambar 3.20



Gambar 3.20 Selang transparan

13. Claim stainless

Berfungsi sebagai pengikat selang transparan agar tidak mengalami kebocoran pada saat percobaan seperti pada gambar 3.21



Gambar 3.21 Claim stainless

14. Claim 4”

Berfungsi sebagai pengikat/pengunci pipa ppc 4 “ agar beban dapat di tahan kokoh dan tidak jatuh seperti pada gambar 3.22



Gambar 3.22 Claim 4”

15. Baut

Berfungsi sebagai pengikat kerangka yang bertujuan agar dapat sistem buka pasang bak/wadah air bawah untuk membuag air bekas sisa percbaan seperti pada gambar 3.23



Gambar 3.23 Baut

16. Lem dextone

Berfungsi sebagai bahan perekat antara tutup bak atas dengan jarum tinta seperti pada gambar 3.24



Gambar 3.24 Lem dextone

17. Valve/katub by pas

Berfungsi sebagai pengatur bukaan laju aliran air pada saat percobaan berlangsung seperti pada gambar 3.25



Gambar 3.25 Valve/katub by pas

18. Hole saw

Berfungsi sebagai untuk melubangi bak/wadah atas untuk masuknya *nylon screw* yang akan di hubungkan ke pipa aliran seperti pada gambar 3.26



Gambar 3.26 Hole saw

19. Lem bakar

Berfungsi sebagai perekat/ penglemann pipa ppc yang akan di hubungkan ke bak/wadah atas seperti pada gambar 3.27



Gambar 3.27 Lem bakar

20. Water flow sensor

Berfungsi untuk mengukur laju aliran yaitu dengan cara pada saat percobaan berlangsung proses sirkulasi air dan tinta turun water flow sensor ini dapat bekerja pada tekanan di bawah 1,20 Mpa dan memiliki kemampuan membaca laju aliran antara 1-60 L/min seperti pada gambar 3.28



Gambar 3.28 Water flow sensor

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

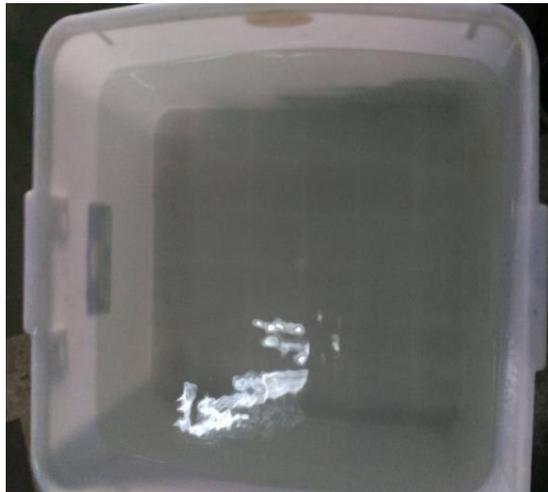


Gambar 4.1 Alat uji aliran *osborne reynolds apparatus*

Dari serangkaian aktivitas perancangan alat uji aliran *osborne reynolds apparatus* maka di dapat hasil seperti pada gambar di atas yaitu alat uji aliran *osborne reynolds apparatus*. Alat ini terbuat dari bahan yang mudah untuk di dapat yaitu seperti dari bahan besi siku sebagai kontruksi rangka untuk tempat chasis atau meletakkan semua komponen yang berkaitan dengan alat uji *osborne reynolds apparatus* . Pada alat uji aliran ini, pompa yang di gunakan adalah sejenis pompa celup atau biasa di pakai sebagai pompa akuarium. Pompa ini lah yang akan mensirkulasikan air dari bak/wadah bawah ke bak/wadah atas pada

saat percobaan berlangsung. Spesimen yang di gunakan pada alat uji aliran ini adalah fluida air dan tinta. Dimana air berfungsi sebagai fluida cair yang akan mensirkulasikan air, sedangkan tinta berfungsi sebagai media *flow visualisasi* aliran pada saat percobaan. Seperti terlihat gambar di bawah ini.

Air yang di gunakan percobaan adalah air bersih yang di ambil dari laborotorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



Gambar 4.2 Fluida air

Tinta yang di gunakan untuk percobaan ini adalah tinta printer yang berwarna biru. alasanya adalah supaya pada saat percobaan akan terlihat lebih jelas saat bercampur dengan fluida air.



Gambar 4.3 Tinta

4.2 Pembahasan

Pada proses pembuatan alat uji aliran *osborne reynolds apparatus* ini ada berapa langkah-langkah yang harus di lakukan pada saat pemasangan/perakitan yaitu sebagai berikut:

1. Proses perakitan kerangka/frame

Pada proses ini bahan yang di gunakan untuk membuat kerangka/frame adalah bahan jenis besi siku 30 yang di rakit dengan memakai metode pengelasan dan baut. Baut di pasang berfungsi sebagai sistem bongkar pasang bak/wadah bawah yang berisi air pada saat percobaan selesai. dengan di pasang nya baut ini akan lebih mudah untuk membuang sisa air kotor percobaan.



Gambar 4.3 Proses perakitan kerangka

2. Proses pembubutan

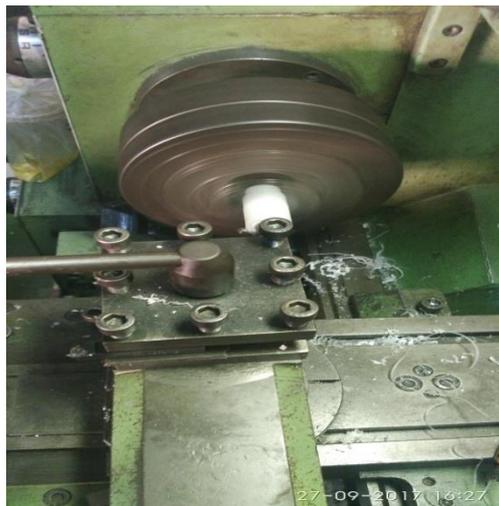
Pada proses pembuatan screw conveyer ini bahan yang di gunakan adalah jenis bahan *nylon* putih. alasanya adalah *nylon* ini

bersifat lunak dan mudah untuk di bubut. *Nylon* ini berfungsi untuk sambungan atas antara ascrew conveyer ke tabung pipa aliran. mesin bubut yang di pakai adalah jenis mesin bubut konvensional yang ada di laborotorium Teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



Gambar 4.5 Proses pembubutan screw conveyor sambungan atas

Proses pembubutan untuk sambungan bawah ke tabung pipa aliran menggunakan bahan jenis nylon putih.



Gambar 4.6 Proses pembubutan sambungan bawah

3. Proses pengkoyakan pipa ppc

Pada proses ini pengkoyakan bertujuan untuk melihat tabung pipa aliran (*flow visualisation*) pada saat percobaan dan sebagai penahan beban fluida air dan beberapa komponen yang ada di bak/wadah atas agar kuat dan tidak jatuh. selain itu pipa ppc ini berfungsi sebagai casing/pelindung dari tabung pipa aliran karena tabung pipa aliran yang terbuat dari kaca seperti kita ketahui kaca sangat lah sensitif.



Gambar 4.7 Proses pengkoyakan pipa ppc

4. Proses pengeleman jarum tinta

Pada proses pengeleman, lem yang di gunakan adalah jenis lem dextone. seperti di ketahui lem ini lebih kuat dan tahan lama. Dengan kuat nya lem tersebut akan baik untuk alat saat di gunakan untuk percobaan selanjutnya.



Gambar 4.8 Proses pengeleman jarum tinta

5. Proses *set up* beberapa komponen

Pada proses ini ada beberapa komponen yang harus di *set up* bagian atas dari bak/wadah pada pembuatan alat uji aliran ini seperti pembuatan lubang untuk jalur inlet dan outlet air bersikulasi, meletakkan screw conveyor tepat berada di tengah bak/wadah untuk di sambungkan ke tabung pipa aliran nanti, kemudian meletakkan pemberat guli (kelereng) di dalam bak/wadah yang berfungsi agar air yang masuk nanti pada saat air beroperasi dan bersikulasi air tidak gelembung dan mempengaruhi proses aliran berlangsung. Dan yang terakhir adalah meletakkan jarum tinta tepat berada di tengah screw conveyor sebagai laju aliran pada saat percobaan berlangsung.



Gambar 4.9 Proses *set up* beberapa komponen

6. Proses pengeleman pipa & L bow

Pada proses ini ada beberapa bagian yang di lakukan pengeleman yaitu mulai dari water mur yang berfungsi sebagai penghubung tabung pipa aliran dan jalur aliran fluida yang keluar bersama tinta. ini bertujuan agar alat ini bisa bongkar pasang, kemudian sambungan pipa $\frac{1}{2}$ inchi, kemudian sensor yang berfungsi sebagai alat pembaca laju aliran, kemudian katup $\frac{1}{2}$ inchi yang berfungsi sebagai bukaan air dan sebagai penentu aliran akan di analisis hasil percobaan nantinya. Dan yang terakhir ada L bow yang berfungsi sebagai buangan air terakhir agar jatuh ke dalam bak/wadah bawah. Dan lem yang di gunakan adalah lem pvc las dan seltip seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.10 Proses pengeleman pipa & L bow

7. Proses pengecatan

Pada proses ini kerangka dan beberapa komponen lainnya di cat agar terlihat bagus dan menarik. Dan warna yang di pilih adalah warna biru sesuai dengan saran dari dosen pembimbing. proses pengecatan ini di lakukan di laborotorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



Gambar 4.11 Poses pengecatan

8. Joining proses

Ada beberapa proses untuk perakitan dari awal sampai akhir yang di lakukan secara berurutan agar tidak terjadi kesulitan dalam pemasanganya. Perakitan ini meliputi:

- a. Pemasangan kerangka dan memasukan bak/wadah kedalam kerangka/frame.
- b. Mendirikan pipa ppc sebagai penyangga dan tempat meletakkan beberapa komponen alat lainnya.
- c. Mengclaim dan mengkunci pipa ppc yang telah berdiri tegak agar kuat dan tidak jatuh pada saat meletakkan komponen lain.
- d. Memasukan tabung pipa aliran percobaan ke dalam pipa ppc.
- e. Menjoin tabung pipa aliran bagian bawah dan beberapa pipa lainnya seperti water mur, sambungan pipa, soket pipa, sensor flow meter, katub/by pas dan L bow.
- f. Menjoin tabung pipa aliran bagian atas seperti menghubungkan tabung aliran ke *nylon screw conveyor*, manaruh guli (kelereng) sebagai pemberat, meletakkan jarum tinta tepat berada di tengah screw conveyor yang berfungsi sebagai laju aliran pada saat percobaan.
- g. Memasang selang air transparan jalur inlet (masuk) dan outlet (keluar) pada bak/wadah atas yang di hubungkan ke pompa air

yang ada di bak/wadah bawah. Ini berfungsi sebagai mensirkulasikan air pada saat percobaan.

h. Selesai.

4.3 Prosedur Proses pengoperasian

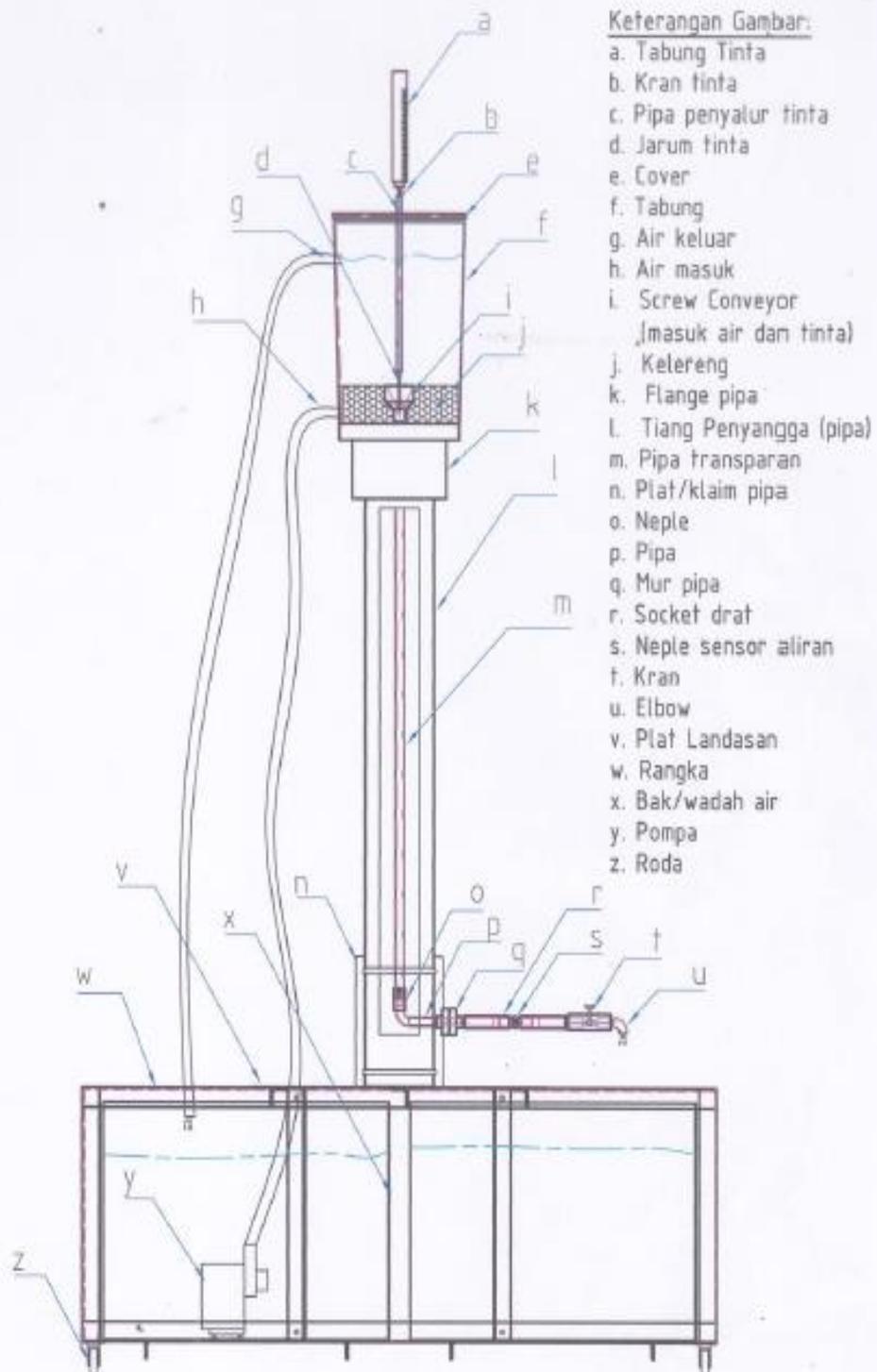
Adapun Prosedur yang di lakukan yaitu.

1. Memastikan kerangka dan komponen lainnya sudah di kunci dan dalam keadaan ketat dan baik, tentunya layak beroperasi.
2. Mengisi fluida air bersih ke dalam bak/wadah air.
3. Mengisi tinta pengujian di jarum atas.
4. Menghidupkan pompa (mensirkulasikan air).
5. Membuka katup/by pas bagian bawah dengan beberapa derajat.
6. Membuka kran jarum tinta untuk melihat hasil percobaan.

Berikut adalah hasil dari gambar *flow visualisasi* pengujian yang di ambil menggunakan handphone android.



Gambar 4.12 Hasil *flow visualisasi* aliran laminar dan turbulen.



Keterangan Gambar:

- a. Tabung Tinta
- b. Kran tinta
- c. Pipa penyalur tinta
- d. Jarum tinta
- e. Cover
- f. Tabung
- g. Air keluar
- h. Air masuk
- i. Screw Conveyor (masuk air dan tinta)
- j. Kelereng
- k. Flange pipa
- l. Tiang Penyangga (pipa)
- m. Pipa transparan
- n. Plat/klain pipa
- o. Neple
- p. Pipa
- q. Mur pipa
- r. Socket drat
- s. Neple sensor aliran
- t. Kran
- u. Elbow
- v. Plat Landasan
- w. Rangka
- x. Bak/wadah air
- y. Pompa
- z. Roda

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pembuatan alat uji aliran *osborne reynolds apparatus* dengan menggunakan pipa vertikal ini dapat bekerja dan di gunakan di laborotorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Karakteristik bentuk-bentuk aliran sesuai dengan bilangan reynolds. yaitu aliran laminar,transisi, dan juga turbulen.

5.2 saran

1. Peneliti berharap alat uji aliran *osborne reynolds apparatus* ini dapat di kembangkan dengan teknologi-teknologi pembaharuan yang modern dan jauh lebih efektif dan efesien di generasi selanjutnya. Dan sebaiknya ada penambahan material-material yang lain supaya desain dan alat uji ini lebih baik dan praktis.

DAFTAR PUSTAKA

Munson, Et., Al, Fundamental of Fluid Mechanic 4th Ed , Jhon Wiley & Sons, Inc. 2002.

Smith, AJ,. 2000 A Physical Introduction Fluid Mechanic 4th Jhon Wiley & Sons, Inc,.

Gerhard M Philip, Fundamental Of Fluid Mechanic. Addison Wesley Publishing Company, 1985.P .443

Watanabe,K.,Yanuar .,And H Udagawa.”Drag Reduction Newtonian Fluid In A Cirkuler Pipe With Highly Water-Reppelnt Wall.”Journal Of Fluid Mech, .P.225.1999.

White A (1996). ‘Turbulent Drag Reduction With Polymeradditives’ ,journal Mechanical Engineering. Scienci,Vol 8.No.4.

http://id.wikipedia.org/wiki/bilangan_reybolds 14 februari 2011

CURRICULUM VITAE



A. DATA PRIBADI

1. Nama : PREDIYANTO
2. Jenis Kelamin : Laki – Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : MEDAN, 07 APRIL 1993
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 174 cm / 67 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : Jl. Rawe 2 Link 3 TANGKAHAN
Kecamatan Medan Labuhan
9. No. Hp : +6281376882652
10. Email : fredyeanto@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. 1999 – 2005 : Lulus SD Negeri 067268 MEDAN
Labuhan
2. 2005 – 2008 : Lulus SMP Swasta AL-WASHLIYAH-30
Martubung/Tangkahan
3. 2008 – 2011 : Lulus SMK Swasta SINAR HUSNI-2
HELVETIA
4. 2012 – 2017 : Kuliah di Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara, Fakultas Teknik, Program
Studi Teknik Mesin S1