



SURAT KETERANGAN
MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
No. 484/C.02.01/LP2M/VII/2019

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dr. Tarsisius Kristyadi, S.T., M.T.
Jabatan : Kepala
Unit Kerja : LP2M-Itenas
JL. P.K.H. Mustafa No.23 Bandung

Menerangkan bahwa,

No.	Nama	NPP	Jabatan
1	Jono Suhartono, S.T., M.T., Ph.D.	20020401	Instruktur Dosen
2	Dr.rer.nat. Riny Yollanda P.	20050205	Instruktur Dosen
3	Choerudin, S.T., M.T.	20140203	Instruktur Dosen

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Pendampingan Desain dan Pembuatan Alat Praktikum Reynold
Number dan Persamaan Bernoulli
Tempat : Kota Bandung
Waktu : 01 Mei - 29 Juni 2019
Sumber Dana : RKAT Jurusan Teknik Kimia

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 24 Juli 2019

Lembaga Penelitian dan Pengabdian
kepada Masyarakat (LP2M) Itenas
Kepala,

Dr. Tarsisius Kristyadi, S.T., M.T.
NPP 960604

LAPORAN AKHIR
PROGRAM PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



JUDUL:
PENDAMPINGAN DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT
PRAKTIKUM REYNOLD NUMBER DAN PERSAMAAN
BERNOULLI

TIM PENGUSUL :

Jono Suhartono, S.T., M.T., Ph.D	(0406017801)
Riny Yollanda P, dr.rer.nat	(0421057105)
Choerudin, S.T., M.T.	

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

JUNI 2019

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian	: Pendampingan Desain Dan Pembuatan Alat Praktikum Reynold Number dan Persamaan Bernoulli
Bidang Ilmu	: Teknik Kimia
Ketua Pengusul :	
a. Nama Lengkap	: Jono Suhartono, S.T., M.T., Ph.D
b. NIDN	: 0406017801
c. Fakultas/ Jurusan	: FTI/ Teknik Kimia
d. Telepon/Email	: 081321121009/ jonosuhartono@gmail.com
Anggota Pengusul :	
1. Nama Lengkap/NIDN	: Riny Yollanda P, dr.rer.nat/ 0421057105
2. Nama Lengkap/NIDN	: Choerudin, S.T., M.T.
Jumlah Mahasiswa yang terlibat	: 5 mahasiswa
Lokasi Kegiatan	: Bandung
Mitra Abdimas	: CV Triple Cycle
Wilayah Mitra	: Bandung
Luaran yang dihasilkan	: Prototipe ini dapat digunakan untuk mengaplikasikan seperangkat alat industri yaitu Reynold Number dan Persamaan Bernoulli dalam skala laboratorium
Waktu Pelaksanaan	: 1 Mei 2019 – 29 Juni 2019
Biaya Abdimas	: Rp. 5.500.000,00

Bandung, 11 Juni 2019

Mengetahui,

Ketua LPPM



(Dr.Tarsisius Kristyadi, S.T., M.T.)
NIP. 960604

Ketua Pengusul



(Jono Suhartono, S.T., M.T., Ph.D)
0406017801

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian	: Pendampingan Desain Dan Pembuatan Alat Praktikum Reynold Number dan Persamaan Bernoulli
Bidang Ilmu	: Teknik Kimia
Ketua Pengusul :	
a. Nama Lengkap	: Jono Suhartono, S.T., M.T., Ph.D
b. NIDN	: 0406017801
c. Fakultas/ Jurusan	: FTI/ Teknik Kimia
d. Telepon/Email	: 081321121009/ jonosuhartono@gmail.com
Anggota Pengusul :	
1. Nama Lengkap/NIDN	: Riny Yollanda P, dr.rer.nat/ 0421057105
2. Nama Lengkap/NIDN	: Choerudin, S.T., M.T.
Jumlah Mahasiswa yang terlibat	: 5 mahasiswa
Lokasi Kegiatan	: Bandung
Mitra Abdimas	: CV Triple Cycle
Wilayah Mitra	: Bandung
Luaran yang dihasilkan	: Prototipe ini dapat digunakan untuk mengaplikasikan seperangkat alat industri yaitu Reynold Number dan Persamaan Bernoulli dalam skala laboratorium
Waktu Pelaksanaan	: 1 Mei 2019 – 29 Juni 2019
Biaya Abdimas	: Rp. 5.500.000,00

Bandung, 11 Juni 2019

Mengetahui,

Ketua LPPM

Ketua Pengusul

(Dr.Tarsisius Kristyadi, S.T., M.T.)
NIP. 960604

(Jono Suhartono, S.T., M.T., Ph.D)
0406017801

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI.....	iv
ABSTRAK	5
BAB I PENDAHULUAN	6
1.1 Tujuan Kegiatan.....	6
1.2 Latar Belakang	6
BAB II SOLUSI DAN TARGET LUARAN.....	10
2.1 Solusi	10
2.2 Target Luaran	10
BAB III METODE PELAKSANAAN	11
3.1 Alat dan Bahan	11
3.2 Prosedur Percobaan	11
BAB IV KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI	13
BAB V PELAKSANAAN DAN HASIL PELAKSANAAN.....	14
5.1 Pelaksanaan	14
5.1.1 Perencanaan.....	14
5.1.2 Pelaksanaan	14
5.2 Hasil Pelaksanaan.....	14
LAMPIRAN.....	15

ABSTRAK

Reynold Number dan Persamaan Bernoulli adalah alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Cara kerja dari Reynold Number dan Persamaan Bernoulli ini didasarkan pada persamaan Bernoulli. Reynold Number dan Persamaan Bernoulli dengan pipa penyalur tertutup dapat dipergunakan pada zat – zat gas maupun cair. Pada peralatan pengukur aliran berbasis perbedaan (penurunan) tekanan, aliran dihitung dengan mengukur pressure drop yang terjadi pada aliran yang melewati sebuah penghalang yang dipasang dalam aliran tersebut. Reynold Number dan Persamaan Bernoulli berbasis perbedaan tekanan ini didasarkan pada persamaan Bernoulli dimana sinyal yang terukur (yaitu penurunan tekanan) merupakan fungsi dari kuadrat kecepatan aliran. Orifice terdiri dari dua buah pipa dengan diameter sama yang dihubungkan oleh sebuah plat berlubang kecil atau disebut orifice yang terpasang secara konsentris. Venturimeter terdiri dari tiga batang pipa yang tersambung secara kompak. Bagian pertama pipa yang berbentuk kerucut dengan diameternya mengecil, bagian kedua pipa dengan diameter tertentu, dan pada bagian ketiga pipa berbentuk kerucut dengan diameter membesar. Reynold Number dan Persamaan Bernoulli lain umumnya menggunakan prinsip – prinsip pengoperasian yang berbeda dengan Reynold Number dan Persamaan Bernoulli ujung. Reynold Number dan Persamaan Bernoulli yang berhubungan dengan mesin mempunyai elemen primer yang terdiri dari bagian – bagian yang bergerak atau berpindah. Reynold Number dan Persamaan Bernoulli ini termasuk rotameter, ukuran pemindahan positif dan ukuran kecepatan.

Kata kunci: Reynold Number dan Persamaan Bernoulli, Orificemeter, Ventury tube, rotameter, Prototype

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Tujuan Kegiatan

Adapun pembuatan Prototipe Alat Praktikum Bilangan Reynold bertujuan;

1. Mengamati jenis-jenis aliran fluida secara vertical dengan pengamatan langsung (observasi visual)
2. Menentukan bilangan Reynolds berdasarkan debit
3. Mencari hubungan antara bilangan Reynolds dengan jenis aliran
4. Untuk menyelidiki validitas Persamaan Bernoulli ketika diaplikasikan ke aliran air yang steady pada pipa yang bergradasi dimensinya.
5. Menentukan besarnya koefisien debit (Cd)
6. Mengamati pembagian tekanan sepanjang pipa konvergen – divergen.

1.2 Latar Belakang

Mitra Abdimas yaitu CV Triple Cycle yang bergerak yang bekerja secara custom, yang berarti setiap produk dan jasa yang dihasilkannya selalu disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi klien. CV Triple Cycle yang bekerja sama dengan beberapa dosen Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Bandung untuk merancang dan memperhitungkan alat praktikum dalam menentukan Bilangan Reynold atau Reybold Number yang berguna untuk mengetahui sifat suatu fluida. Perilaku zat cair yang mengalir sangat tergantung pada kenyataan apakah fluida itu berada dibawah pengaruh bidang batas atau tidak. Daerah dimana pengaruh dinding itu kecil, tegangan geser mungkin dapat diabaikan dan perilaku fluida itu mendekati fluida ideal, yaitu tidak mampu mampat dan mempunyai viskositas = 0. Aliran fluida demikian itu disebut aliran potensial. Fluida didefinisikan sebagai zat yang tidak dapat menahan perubahan bentuk (distorsi) secara permanen. Jika bentuk massa fluida diubah, maka didalam fluida itu terbentuk lapisan-lapisan dimana satu lapisan meluncur diatas lapisan yang lain, hingga mencapai bentuk baru. Tekanan dikenal sebagai sifat dasar dari fluida statik, tekanan dikenal sebagai gaya permukaan yang diberikan oleh fluida terhadap dinding bejana. Tekanan terdapat pada suatu titik didalam volume fluida. Tekanan pada setiap penampang yang sejajar dengan permukaan bumi.

Fluida dapat mengalir di dalam pipa atau saluran menurut dua cara yang berlainan. Pada laju aliran rendah, penurunan tekanan didalam fluida itu bertambah secara langsung

menurut kecepatan fluida, pada laju tinggi, pertambahan itu jauh lebih cepat lagi. Perbedaan antara kedua jenis aliran pertama kali ditunjukkan dalam percobaan klasik Osborne Reynolds, tahun 1883. Sebuah tabung gelas dibenamkan didalam tangki berdinding gelas yang penuh dengan air. Aliran air yang terkendali kemudian dilarutkan dalam tabung itu dengan membuka suatu katup. Pintu masuk ke dalam tabung dilebarkan dan disediakan pula suatu fasilitas untuk memasukkan suatu filamen air berwarna dari suatu labu, yang ditempatkan di atas. Ke dalam arus pada lubang masuk tabung, pada laju aliran rendah, air berwarna mengalir tanpa gangguan bersama dengan aliran umum dan tidak terlihat adanya campur silang. Perilaku pita warna ini menunjukkan dengan jelas bahwa air itu mengalir menurut garis-garis lurus yang sejajar dan bahwa aliran itu laminar. Bila laju aliran ditingkatkan akan dicapai suatu kecepatan yang disebut kecepatan kritis dimana benang merah itu menjadi bergelombang dan berangsur-angsur hilang karena zat warna itu tersebar dan berada di dalam keseluruhan penampang aliran air. Perilaku air berwarna itu menunjukkan bahwa air itu tidak lagi mengalir menurut gerakan laminar, tetapi bergerak acak dalam bentuk aliran silang dan pusaran. Gerakan jenis ini dinamakan aliran turbulen.

Bilangan Reynold (Re) merupakan perbandingan antara inersia dan viskositas yang merupakan faktor alami dari aliran. Reynold mempelajari kondisi dimana satu jenis aliran berubah menjadi aliran jenis lain, dan menemukan bahwa kecepatan kritis, dimana aliran laminar berubah menjadi aliran turbulen, bergantung pada empat variable yaitu; diameter tabung/ pipa (D), viskositas fluida (μ), densitas fluida (ρ) dan kecepatan linear fluida (V). Pengelompokkan variabel tersebut menjadi suatu persamaan sebagai berikut;

$$N_{Re} = \frac{DV\rho}{\mu}$$

Untuk kondisi normal aliran akan laminar untuk $Re < 2000$, turbulen untuk $Re \geq 4000$ dan transisi untuk $2000 < Re < 4000$. Pada transisi laminar menjadi aliran turbulen dapat berlangsung pada suatu kisaran angka reynold yang cukup luas, aliran laminar selalu ditemukan pada angka reynold dibawah 2000, tetapi bisa terdapat pada angka reynold sampai beberapa ribu yaitu dalam kondisi khusus dimana lubang masuk tabung sangat baik kebundarannya dan zat cair didalam tangki sangat tenang. Pada kondisi aliran biasa, aliran itu turbulen pada angka reynold diatas kira-kira 4000. Antara 2000 dan 4000, terdapat suatu daerah transisi dimana jenis aliran itu mungkin laminar atau turbulen. Pada aliran laminar, fluida berkelakuan seperti lapisan-lapisan konsentris (laminar) yang saling meluncur dengan kecepatan maksimum pada sumbunya, kecepatan nol pada dinding tabung dan membentuk sebuah distribusi kecepatan parabolik. Pewarna yang diinjeksikan pelan-pelan pada suatu titik pada aliran pipa laminar

akan meluncur bersamaan dengan aliran untuk membentuk garis nyata dan jelas. Pencampuran hanya bisa terjadi dengan difusi molekular.

Penambahan debit secara perlahan-lahan akan mengubah perlakuan aliran karena inersia aliran (sehubungan dengan kerapatannya) menjadi lebih signifikan dari gaya viskos; hal ini menjadikan aliran menjadi turbulen. Pada aliran pipa turbulen, pewarna yang diinjeksikan pada suatu titik dengan cepat akan tercampur sehubungan dengan gerak lateral substansial dalam aliran dan perlakuan pewarna tampak menjadi chaos (tidak beraturan). Gerakan ini muncul tidak beraturan dan muncul dari pertambahan ketidakstabilan dalam aliran. Perlakuan detail tidak mungkin diprediksikan kecuali dengan hal statistika. Ada sebuah tingkat antara, aliran transisional, di mana aliran berwarna akan muncul kacau dan menunjukkan semburan pencampuran yang kadang ada dan kadang tidak, diikuti oleh perlakuan yang lebih laminar.

Hukum Bernoulli merupakan persamaan pokok fluida dinamik dengan arus tetap. Hubungan antara tekanan, kecepatan air, dan tinggi tempat dalam satu garis lurus. Persamaan Bernoulli merupakan salah satu persamaan paling penting dalam hidrodinamika (Triatmojo, 1993). Persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut;

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

Dengan :

p = tekanan statis yang terdeteksi pada lubang di samping (tekanan hidrostatik – Pa)

v = kecepatan fluida (m/s)

z = elevasi vertikal fluida (m)

ρ = berat jenis fluida (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

Jika tabung horizontal, perbedaan tinggi bisa diabaikan. $z_1 = z_2$

sehingga,

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Dari persamaan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kecepatan akan turun saat tekanan meningkat. Dengan peralatan Bernoulli ini, tinggi tekanan statis p, diukur dengan menggunakan manometer secara langsung dari keran tekanan berlubang.

$$h = \frac{P}{\rho g}$$

dengan demikian Persamaan Bernoulli dapat ditulis menjadi :

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots (2.1)$$

Tinggi tekanan total , h^0 , bisa dihitung.

$$h^0 = h + \frac{v^2}{2g} \quad (\text{meter})$$

dari Persamaan Bernoulli, didapat bahwa $h_1^0 = h_2^0$.

Kecepatan aliran diukur dengan mengukur volume aliran, V, selama periode waktu tertentu, t. Ini menghasilkan debit volume ; $Q_v = \frac{V}{t}$, yang sebaliknya memberikan kecepatan aliran melalui luasan yang didefinisikan sebagai A.

$$V = \frac{Q_v}{A}$$

Untuk aliran fluida yang inkompressibel, konservasi massa menyebutkan bahwa volume juga terkonservasi.

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 = A_n V_n = Q \quad (\text{m}^3/\text{d}) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.2) ke persamaan (2.1), maka :

$$\frac{u_2^2}{2 \cdot g} + \left[\frac{a_2}{a_1} \right]^2 + h_1 = \frac{u_2^2}{2 \cdot g} + h_2 \dots\dots\dots (2.3)$$

dari persamaan (2.3) besarnya u_2 bisa didapat :

$$u_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot g (h_1 - h_2)}{1 - (a_2 / a_1)^2}}$$

sehingga Q_{th} didapat :

$$Q_{th} = a_2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g (h_1 - h_2)}{1 - (a_2 / a_1)^2}}$$

besarnya koefisien debit :

$$Cd = \frac{Q_{nyata}}{Q_{th}}$$

BAB II SOLUSI DAN TARGET LUARAN

2.1 Solusi

Solusi yang akan ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu: Pendampingan pembuatan alat dan penjelasan prosedur kerja melalui pembuatan modul praktikum.

2.2 Target Luaran

Adapun tujuan kegiatan ini supaya mitra dapat mengamati jenis-jenis aliran fluida secara vertical dengan pengamatan langsung (observasi visual), menentukan bilangan Reynolds berdasarkan debit, mencari hubungan antara bilangan Reynolds dengan jenis aliran, menyelidiki validitas Persamaan Bernoulli ketika diaplikasikan ke aliran air yang steady pada pipa yang bergradasi dimensinya, menentukan besarnya koefisien debit (C_d), mengamati pembagian tekanan sepanjang pipa konvergen – divergen.

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Alat dan Bahan

1. Jarum dan Tinta.
2. Pesawat Osborne Reynolds
3. Gelas ukur
4. Stopwatch
5. Thermometer
6. Hydraulic Bench
7. Stop Watch
8. Peralatan Bernoulli

3.2 Prosedur Kegiatan

- a. Letakkan perangkat Reynolds pada permukaan yang tetap dan bebas dan pastikan bahwa dasar permukaan horizontal.
- b. Hubungkan penghubung outlet bench ke pipa inlet.
- c. Nyalakan pompa. Perlahan-lahan buka katup kontrol aliran, kemudian buka katup bench dan biarkan sistem terisi air. Periksa bahwa pipa visualisasi aliran terisi dengan benar. Ketika ketinggian air pada tangki head mencapai tabung luapan, sesuaikan katup kontrol bench untuk menghasilkan debit keluar yang rendah.
- d. Periksa bahwa katup kontrol pewarna juga tertutup. Tambahkan pewarna ke penampung pewarna (dye reservoir) sampai terisi $\frac{2}{3}$ penuh. Hubungkan jarum hypodermik. Tahan peralatan pewarna di atas bak pencuci, dan buka katup, untuk memeriksa aliran bebas pewarna.
- e. Sesuaikan katup bench dan katup pengontrol aliran untuk mengembalikan debit yang keluar ke aliran yang pelan (jika dibutuhkan), kemudian diamkan alat sekurang-kurangnya lima menit sebelum memulai percobaan lagi.
- f. Amati jenis aliran yang terjadi.
- g. Ukur debit volume dengan waktu yang terkumpul, dan ukur temperatur aliran yang keluar (temperatur air yang terkumpul di silinder pengukur). Tentukan viskositas kinematik dari lembar data yang disediakan, dan periksa angka Reynolds yang berhubungan dengan tipe aliran ini.

- h. Lakukan pengamatan beberapa kali sampai didapat jenis aliran laminar, transisi, dan turbulen dengan mengatur debit.
- i. Gambarkan grafik hubungan antara kecepatan aliran (v) dengan bilangan Reynolds (Re).
 - a. Letakkan peralatan persamaan Bernoulli pada hidraulik bench kemudian atur nivo agar dasarnya horizontal, hal ini penting untuk pengukuran tinggi yang akurat pada manometer.
 - b. Hubungkan inlet ke suplai aliran bench; tutup katup bench dan katup kontrol aliran dan nyalakan pompa. Perlahan-lahan buka katup bench untuk mengisi alat percobaan (test rig) dengan air.
 - c. Untuk mengisi air dari keran tekanan dan manometer, tutup kedua katup bench dan katup kontrol aliran, dan buka sekrup pengisi udara dan pindahkan tutupnya dari katup pengatur udara. Buka katup bench dan biarkan aliran mengalir melalui manometer untuk menghilangkan seluruh udara yang ada, kencangkan sekrup pengisi udara dan buka katup bench dan katup kontrol aliran. Kemudian, buka sedikit katup pengisi udara untuk membiarkan udara memasuki bagian atas manometer. Kencangkan kembali sekrup ketika tinggi manometer mencapai tinggi yang diinginkan. Jika dibutuhkan, tinggi manometer bisa disesuaikan menggunakan sekrup pengisi udara dan pompa tangan yang disediakan. Ketika menggunakan pompa tangan, sekrup pengisi harus terbuka. Untuk menahan tekanan pompa tangan dalam sistem, sekrup harus ditutup setelah pemompaan.
 - d. Pembacaan harus dilakukan pada tiga macam debit. Ambil set pertama pembacaan pada debit maksimum (h_1 - h_5 besar), kemudian kurangi debit volume untuk memberikan perbedaan tinggi h_1 - h_5 sekitar 50 mm. Lalu ulangi percobaan untuk menghasilkan perbedaan tinggi yang berada diantara kedua test di atas. Catat semua datanya.
 - e. Ukur volume dengan waktu yang telah ditentukan dengan menggunakan tangki volumetrik, untuk menentukan besarnya debit. Lamanya pengumpulan air sekurang-kurangnya satu menit untuk mengurangi kesalahan pengukuran waktu.\

BAB IV KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI

Jurusan Teknik Kimia Itenas mempunyai kelayakan yang tinggi untuk membantu pembuatan desain dan gambar teknik dalam merancang Reynold Number dan Persamaan Bernoulli baik dilihat dari Sumber Daya Manusia maupun infrastruktur fisik yang ada.

Sumber Daya Manusia Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional yang mendukung program pengabdian masyarakat ini yaitu;

- Empat orang mempunyai pengalaman sebagai trainer profesional dan ahli dalam bidang proses (Salafudin, S.T., M.Sc., Ir. Suparman Juhanda, M.Eng., Carlina Noersalim, Ir., M.T., Yuono, S.T., M.T dan Ronny Kurniawan, S.T., M.T.)
- Lima orang mempunyai pengalaman sebagai perancang teknik komputasi matematika (Dicky Dermawan, S.T., M.T., Marthen Luther Doko., Ir., M.T., Riza Martwan, S.T dan Vibianti Dwi Pratiwi, S.T., M.T)
- Lima orang mempunyai pengalaman dalam bidang membran organik dan anorganik (Jono Suhartono, S.T., M.T., Ph.D, Puriyanti Yusika, S.T., M.T., Ida Wati, S.Si., M.Si., Netty Kamal, Dra., M.Si dan Rini Budiwati, Dra., M.Si)
- Dua Orang mempunya pengalaman dalam bidang katalis dan nanopartikel (Ir. Maya Ramadiani Musadi, M.T., Ph.D dan Riny Yollanda P, dr.rer.nat)
- Dua Orang mempunyai pengalaman dalam bidang bioenergi dan mikrobiologi (Choerudin, S.T., M.T dan Dyah Setyo Pertiwi, S.T., M.T., Ph.D)

Dari segi infrasturktur yang menunjang:

- Ruang pertemuan dengan pendingin udara
- Laboratorium yang memadai
- Komputer yang memadai

BAB V PELAKSANAAN DAN HASIL PELAKSANAAN

5.1 Pelaksanaan

Pembuatan desain gambar alat Praktikum Reynold Number dan Persamaan Bernoulli untuk mitra yang bekerja sama dengan Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Bandung telah dilaksanakan dengan baik dalam jangka waktu 3 bulan dengan tahapan pelaksanaan sebagai berikut:

5.1.1 Perencanaan

Pembuatan desain gambar alat Praktikum Reynold Number dan Persamaan Bernoulli ini direncanakan dibuat untuk alat bantu praktikum operasi teknik kimia supaya dapat mengaplikasikan peralatan di Industri dalam skala laboratorium. Setelah dilakukan peninjauan tempat atau survey kemudian akan dirancang dan dihitung secara teknik dengan pendampingan antara mitra dan perwakilan pengusul. Berikut personil yang bertugas dalam pelaksanaan abdimas;

No	Nama Personil	Tugas Personil
1	Jono Suhartono, Ph.D	Validasi dan koreksi
2	Riny Yollandha P, dr.rer.nat	Menghitung dan merancang secara teknik kimia
3	Choeruddin, M.T	Supervisi lapangan

5.1.2 Pelaksanaan

Hasil dari pelaksanaan kegiatan ini telah dilaksanakan dengan baik. Hasil diskusi yang telah direncanakan sebelumnya dilaksanakan dengan sempurna baik dari pihak mitra maupun perwakilan dari pengusul yaitu **Bapak Jono Suhartono, Ibu Riny Yollanda Parapat dan Bapak Choeruddin** yang merupakan bagian dari Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Bandung. Pada pelaksanaannya, Bapak Jono Suhartono selaku ketua pengusul menugaskan Ibu Riny Yollanda Parapat merancang prototipe yang sebelumnya telah didiskusikan dengan mitra. Setelah prototipe dirancang, hasil rancangan dicek dan dikoreksi oleh ketua pengusul dan diserahkan kepada Bapak Choeruddin untuk diserahkan ke bengkel mitra. Selama proses pembuatan prototipe sekitar 2-3 bulan Bapak Choeruddin selaku supervisi lapangan dibantu oleh 5 mahasiswa mengecek ke bengkel hingga prototipe jadi sesuai permintaan mitra. Sesuai permintaan mitra, desain atau rancangan tidak dipublikasikan dan menjadi hak milik mitra. Sehingga pada laporan akhir ini hanya melampirkan hasil rancangan berupa gambar prototipe yang telah jadi dan modul praktikum.

5.2 Hasil Pelaksanaan

Hasil pelaksanaan dari pembuatan desain alat praktikum Reynold Number dan Persamaan Bernoulli antara lain:

- Terjalannya hubungan yang baik dalam bidang kerjasama antara Jurusan Teknik Kimia Itenas dengan mitra.
- Terbantunya masyarakat dalam hal ini mitra pendukung dan masyarakat sekitar dalam membantu penyelesaian proses pembuatan alat praktikum Reynold Number dan Persamaan Bernoulli.

LAMPIRAN





Modul 1

Bilangan Reynold

1.1 Tujuan Praktikum

7. Mengamati jenis-jenis aliran fluida secara vertical dengan pengamatan langsung (observasi visual)
8. Menentukan bilangan Reynolds berdasarkan debit
9. Mencari hubungan antara bilangan Reynolds dengan jenis aliran

1.2 Dasar Teori

Perilaku zat cair yang mengalir sangat tergantung pada kenyataan apakah fluida itu berada dibawah pengaruh bidang batas atau tidak. Daerah dimana pengaruh dinding itu kecil, tegangan geser mungkin dapat diabaikan dan perilaku fluida itu mendekati fluida ideal, yaitu tidak mampu mampat dan mempunyai viskositas = 0. Aliran fluida demikian itu disebut aliran potensial. Fluida didefinisikan sebagai zat yang tidak dapat menahan perubahan bentuk (distorsi) secara permanen. Jika bentuk massa fluida diubah, maka didalam fluida itu terbentuk lapisan-lapisan dimana satu lapisan meluncur diatas lapisan yang lain, hingga mencapai bentuk baru. Tekanan dikenal sebagai sifat dasar dari fluida statik, tekanan dikenal sebagai gaya permukaan yang diberikan oleh fluida terhadap dinding bejana. Tekanan terdapat pada suatu titik didalam volume fluida. Tekanan pada setiap penampang yang sejajar dengan permukaan bumi.

Fluida dapat mengalir di dalam pipa atau saluran menurut dua cara yang berlainan. Pada laju aliran rendah, penurunan tekanan didalam fluida itu bertambah secara langsung menurut kecepatan fluida, pada laju tinggi, pertambahan itu jauh lebih cepat lagi. Perbedaan antara kedua jenis aliran pertama kali ditunjukkan dalam percobaan klasik Osborne Reynolds, tahun 1883. Sebuah tabung gelas dibenamkan didalam tangki berdinding gelas yang penuh dengan air. Aliran air yang terkendali kemudian dilarutkan dalam tabung itu dengan membuka suatu katup. Pintu masuk ke dalam tabung dilebarkan dan disediakan pula suatu fasilitas untuk memasukkan suatu filamen air berwarna dari suatu labu, yang ditempatkan di atas. Ke dalam arus pada lubang masuk tabung, pada laju aliran rendah, air berwarna mengalir tanpa gangguan bersama dengan aliran umum dan tidak terlihat adanya campur silang. Perilaku pita warna ini menunjukkan dengan jelas bahwa air itu mengalir menurut garis-garis lurus yang

sejajar dan bahwa aliran itu laminar. Bila laju aliran ditingkatkan akan dicapai suatu kecepatan yang disebut kecepatan kritis dimana benang merah itu menjadi bergelombang dan berangsur-angsur hilang karena zat warna itu tersebar dan berada di dalam keseluruhan penampang aliran air. Perilaku air berwarna itu menunjukkan bahwa air itu tidak lagi mengalir menurut gerakan laminar, tetapi bergerak acak dalam bentuk aliran silang dan pusaran. Gerakan jenis ini dinamakan aliran turbulen.

Bilangan Reynold (Re) merupakan perbandingan antara inersia dan viskositas yang merupakan faktor alami dari aliran. Reynold mempelajari kondisi dimana satu jenis aliran berubah menjadi aliran jenis lain, dan menemukan bahwa kecepatan kritis, dimana aliran laminar berubah menjadi aliran turbulen, bergantung pada empat variable yaitu; diameter tabung/ pipa (D), viskositas fluida (μ), densitas fluida (ρ) dan kecepatan linear fluida (V). Pengelompokkan variabel tersebut menjadi suatu persamaan sebagai berikut;

$$N_{Re} = \frac{DV\rho}{\mu}$$

Untuk kondisi normal aliran akan laminar untuk $Re < 2000$, turbulen untuk $Re \geq 4000$ dan transisi untuk $2000 < Re < 4000$. Pada transisi laminar menjadi aliran turbulen dapat berlangsung pada suatu kisaran angka reynold yang cukup luas, aliran laminar selalu ditemukan pada angka reynold dibawah 2000, tetapi bisa terdapat pada angka reynold sampai beberapa ribu yaitu dalam kondisi khusus dimana lubang masuk tabung sangat baik kebundarannya dan zat cair didalam tangki sangat tenang. Pada kondisi aliran biasa, aliran itu turbulen pada angka reynold diatas kira-kira 4000. Antara 2000 dan 4000, terdapat suatu daerah transisi dimana jenis aliran itu mungkin laminar atau turbulen. Pada aliran laminar, fluida berkelakuan seperti lapisan-lapisan konsentris (laminar) yang saling meluncur dengan kecepatan maksimum pada sumbunya, kecepatan nol pada dinding tabung dan membentuk sebuah distribusi kecepatan parabolik. Pewarna yang diinjeksikan pelan-pelan pada suatu titik pada aliran pipa laminar akan meluncur bersamaan dengan aliran untuk membentuk garis nyata dan jelas. Pencampuran hanya bisa terjadi dengan difusi molekular.

Penambahan debit secara perlahan-lahan akan megubah perlakuan aliran karena inersia aliran (sehubungan dengan kerapatannya) menjadi lebih signifikan dari gaya viskos; hal ini menjadikan aliran menjadi turbulen. Pada aliran pipa turbulen, pewarna yang diinjeksikan pada suatu titik dengan cepat akan tercampur sehubungan dengan gerak lateral substansial dalam aliran dan perlakuan pewarna tanpak menjadi chaos (tidak beraturan). Gerakan ini muncul tidak beraturan dan muncul dari pertambahan ketidakstabilan dalam aliran. Perlakuan detail tidak mungkin diprediksikan kecuali dengan hal statistika. Ada sebuah tingkat antara, aliran

transisional, di mana aliran berwarna akan muncul kacau dan menunjukkan semburan percampuran yang kadang ada dan kadang tidak, diikuti oleh perlakuan yang lebih laminar.

1.3 Alat dan Bahan

9. Jarum dan Tinta.
10. Pesawat Osborne Reynolds
11. Gelas ukur
12. Stopwatch
13. Thermometer

1.4 Prosedur Percobaan

- j. Letakkan perangkat Reynolds pada permukaan yang tetap dan bebas dan pastikan bahwa dasar permukaan horizontal.
- k. Hubungkan penghubung outlet bench ke pipa inlet.
- l. Nyalakan pompa. Perlahan-lahan buka katup kontrol aliran, kemudian buka katup bench dan biarkan sistem terisi air. Periksa bahwa pipa visualisasi aliran terisi dengan benar. Ketika ketinggian air pada tangki head mencapai tabung luapan, sesuaikan katup kontrol bench untuk menghasilkan debit keluar yang rendah.
- m. Periksa bahwa katup kontrol pewarna juga tertutup. Tambahkan pewarna ke penampung pewarna (dye reservoir) sampai terisi 2/3 penuh. Hubungkan jarum hypodermik. Tahan peralatan pewarna di atas bak pencuci, dan buka katup, untuk memeriksa aliran bebas pewarna.
- n. Sesuaikan katup bench dan katup pengontrol aliran untuk mengembalikan debit yang keluar ke aliran yang pelan (jika dibutuhkan), kemudian diamkan alat sekurang-kurangnya lima menit sebelum memulai percobaan lagi.
- o. Amati jenis aliran yang terjadi.
- p. Ukur debit volume dengan waktu yang terkumpul, dan ukur temperatur aliran yang keluar (temperatur air yang terkumpul di silinder pengukur). Tentukan viskositas kinematik dari lembar data yang disediakan, dan periksa angka Reynolds yang berhubungan dengan tipe aliran ini.
- q. Lakukan pengamatan beberapa kali sampai didapat jenis aliran laminar, transisi, dan turbulen dengan mengatur debit.

- r. Gambarkan grafik hubungan antara kecepatan aliran (v) dengan bilangan Reynolds (Re).

1.5 Data Pengamatan

No	Bukaan keran (variasi)	Viskositas (variasi)	Volume terukur	Kecepatan aliran	Nre
1					
2					
3					
dst					

1.6 Daftar Pustaka

- Cengel, Y. A. (2003). *Heat Transfer: A Practical Approach*. United States of America: McGraw Hill.
- Geankoplis C, J. (1997). *Transport Process and Unit Operation*. New Delhi: Prentice Hall of India.
- W, M. C., Smith, J. C., & Harriot, P. (1993). *Unit Operation of Chemical Engineering*. Singapore: McGraw Hill Co.

Modul 2

Teori Bernoulli

1.1 Tujuan Praktikum

- a. Untuk menyelidiki validitas Persamaan Bernoulli ketika diaplikasikan ke aliran air yang steady pada pipa yang bergradasi dimensinya.
- b. Menentukan besarnya koefisien debit (Cd)
- c. Mengamati pembagian tekanan sepanjang pipa konvergen – divergen.

1.2 Dasar Teori

Hukum Bernoulli merupakan persamaan pokok fluida dinamik dengan arus tetap. Hubungan antara tekanan, kecepatan air, dan tinggi tempat dalam satu garis lurus. Persamaan Bernoulli merupakan salah satu persamaan paling penting dalam hidrodinamika (Triatmojo, 1993). Persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut;

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

Dengan :

p = tekanan statis yang terdeteksi pada lubang di samping (tekanan hidrostatik – Pa)

v = kecepatan fluida (m/s)

z = elevasi vertikal fluida (m)

ρ = berat jenis fluida (kg/m³)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s²)

Jika tabung horizontal, perbedaan tinggi bisa diabaikan. $z_1 = z_2$

sehingga,

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Dari persamaan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kecepatan akan turun saat tekanan meningkat. Dengan peralatan Bernoulli ini, tinggi tekanan statis p , diukur dengan menggunakan manometer secara langsung dari keran tekanan berlubang.

$$h = \frac{P}{\rho g}$$

dengan demikian Persamaan Bernoulli dapat ditulis menjadi :

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots (2.1)$$

Tinggi tekanan total , h^0 , bisa dihitung.

$$h^0 = h + \frac{v^2}{2g} \quad (\text{meter})$$

dari Persamaan Bernoulli, didapat bahwa $h_1^0 = h_2^0$.

Kecepatan aliran diukur dengan mengukur volume aliran, V, selama periode waktu tertentu, t. Ini menghasilkan debit volume ; $Q_v = \frac{V}{t}$, yang sebaliknya memberikan kecepatan aliran melalui luasan yang didefinisikan sebagai A.

$$V = \frac{Q_v}{A}$$

Untuk aliran fluida yang inkompressibel, konservasi massa menyebutkan bahwa volume juga terkonservasi.

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 = A_n V_n = Q \quad (\text{m}^3/\text{d}) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.2) ke persamaan (2.1), maka :

$$\frac{u_2^2}{2 \cdot g} + \left[\frac{a_2}{a_1} \right]^2 + h_1 = \frac{u_2^2}{2 \cdot g} + h_2 \dots\dots\dots (2.3)$$

dari persamaan (2.3) besarnya u_2 bisa didapat :

$$u_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot g (h_1 - h_2)}{1 - (a_2/a_1)^2}}$$

sehingga Q_{th} didapat :

$$Q_{th} = a_2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g (h_1 - h_2)}{1 - (a_2/a_1)^2}}$$

besarnya koefisien debit :

$$Cd = \frac{Q_{nyata}}{Q_{th}}$$

1.3 Alat dan Bahan

- a. Hydraulic Bench
- b. Stop Watch
- c. Peralatan Bernoulli

1.4 Prosedur Percobaan

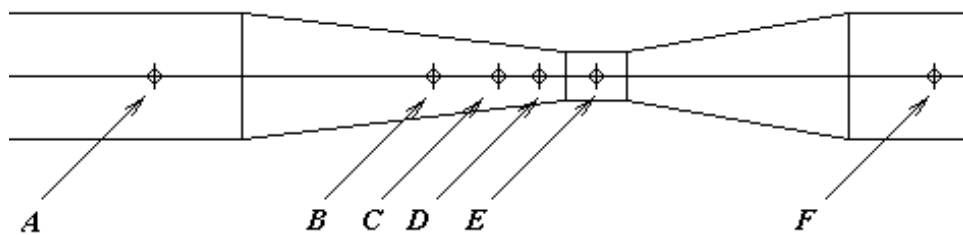
- f. Letakkan peralatan persamaan Bernoulli pada hidraulik bench kemudian atur nivo agar dasarnya horizontal, hal ini penting untuk pengukuran tinggi yang akurat pada manometer.
- g. Hubungkan inlet ke suplai aliran bench; tutup katup bench dan katup kontrol aliran dan nyalakan pompa. Perlahan-lahan buka katup bench untuk mengisi alat percobaan (test rig) dengan air.
- h. Untuk mengisi air dari keran tekanan dan manometer, tutup kedua katup bench dan katup kontrol aliran, dan buka sekrup pengisi udara dan pindahkan tutupnya dari katup pengatur udara. Buka katup bench dan biarkan aliran mengalir melalui manometer untuk menghilangkan seluruh udara yang ada, kencangkan sekrup pengisi udara dan buka katup bench dan katup kontrol aliran. Kemudian, buka sedikit katup pengisi udara untuk membiarkan udara memasuki bagian atas manometer. Kencangkan kembali sekrup ketika tinggi manometer mencapai tinggi yang diinginkan. Jika dibutuhkan, tinggi manometer bisa disesuaikan menggunakan sekrup pengisi udara dan pompa tangan yang disediakan. Ketika menggunakan pompa tangan, sekrup pengisi harus terbuka. Untuk menahan tekanan pompa tangan dalam sistem, sekrup harus ditutup setelah pemompaan.
- i. Pembacaan harus dilakukan pada tiga macam debit. Ambil set pertama pembacaan pada debit maksimum (h1-h5 besar), kemudian kurangi debit volume untuk memberikan perbedaan tinggi h1-h5 sekitar 50 mm. Lalu ulangi percobaan untuk menghasilkan perbedaan tinggi yang berada diantara kedua test di atas. Catat semua datanya.

- j. Ukur volume dengan waktu yang telah ditentukan dengan menggunakan tangki volumetrik, untuk menentukan besarnya debit. Lamanya pengumpulan air sekurang-kurangnya satu menit untuk mengurangi kesalahan pengukuran waktu.\

1.5 Data Pengamatan

Ukuran Dimensi dari tabung:

<i>Posisi tabung</i>	Lambang manometer	Diameter (mm)	Jarak dari A (m)
A	h_1		
B	h_2		
C	h_3		
D	h_4		
E	h_5		
F	h_6		



No	Variasi ΔH pada manometer	Variasi Jarak manometer ke pipa (X)	Debit ($Q = V/t$)	Kecepatan aliran dalam pipa ($V=Q/A$)	tinggi dinamis	tinggi total
1						
2						
3						
dst						