



**SURAT KETERANGAN**  
**MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**No. 494/C.02.01/LP2M/VIII/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	Ir. Marthen Luther Doko, M.T.	930305	Instruktur Dosen
2	Dyah Setyo Pertiwi, S.T., M.T., Ph.D.	970702	Instruktur Dosen
3	Rini Budiwati, Dra., M.Sc.	840101	Instruktur Dosen
4	Yuono, S.T., M.T.	20170601	Instruktur Dosen

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Pendampingan Desain dan Pembuatan Alat Praktikum Flowmeter  
Tempat : Kota Bandung  
Waktu : 01 Mei - 29 Juli 2019  
Sumber Dana : RKAT Jurusan Teknik Kimia

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 07 Agustus 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 FLOWMETER**

**TIM PENGUSUL :**

<b>Ir. Marthen Luther Doko, M.T</b>	<b>(0431105501)</b>
<b>Dyah Setyo Pertiwi, S.T., M.T., Ph.D</b>	<b>(0417057301)</b>
<b>Rini Budiwati, Dra., M.Sc.</b>	<b>(0003025602)</b>
<b>Yuono, S.T., M.T</b>	<b>(0402078903)</b>

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**JULI 2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian	: Pendampingan Desain Dan Pembuatan Alat Praktikum Flowmeter
Bidang Ilmu	: Teknik Kimia
Ketua Pengusul :	
a. Nama Lengkap	: Ir. Marthen Luther Doko, M.T
b. NIDN	: 0431105501
c. Fakultas/ Jurusan	: FTI/ Teknik Kimia
d. Telepon/Email	: 0811223833/ mldoko@gmail.com
Anggota Pengusul :	
1. Nama Lengkap/NIDN	: Dyah Setyo Pertiwi, S.T., M.T., Ph.D/ 0417057301
2. Nama Lengkap/NIDN	: Yuono, S.T., M.T/0402078903
3. Nama Lengkap/NIDN	: Rini Budiwati, Dra., M.Sc./ 0003025602
Jumlah Mahasiswa yang terlibat	: 4 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 Flowmeter dalam skala laboratorium
Waktu Pelaksanaan	: 1 Mei 2019 – 29 Juli 2019
Biaya Abdimas	: Rp. 6.500.000,00

Bandung, 29 Juni 2019

Mengetahui,

Ketua LPPM

an

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

Ketua Pengusul

an.

(Ir. Marthen Luther Doko, M.T)  
0431105501

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian	: Pendampingan Desain Dan Pembuatan Alat Praktikum Flowmeter
Bidang Ilmu	: Teknik Kimia
Ketua Pengusul :	
a. Nama Lengkap	: Ir. Marthen Luther Doko, M.T
b. NIDN	: 0431105501
c. Fakultas/ Jurusan	: FTI/ Teknik Kimia
d. Telepon/Email	: 0811223833/ mldoko@gmail.com
Anggota Pengusul :	
1. Nama Lengkap/NIDN	: Dyah Setyo Pertiwi, S.T., M.T., Ph.D/ 0417057301
2. Nama Lengkap/NIDN	: Yuono, S.T., M.T/0402078903
3. Nama Lengkap/NIDN	: Rini Budiwati, Dra., M.Sc./ 0003025602
Jumlah Mahasiswa yang terlibat	: 4 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 Flowmeter dalam skala laboratorium
Waktu Pelaksanaan	: 1 Mei 2019 – 29 Juli 2019
Biaya Abdimas	: Rp. 6.500.000,00

Bandung, 29 Juni 2019

Mengetahui,

Ketua LPPM

Ketua Pengusul

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

(Ir. Marthen Luther Doko, M.T)  
0431105501

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>5</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Tujuan Kegiatan.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Latar Belakang .....</b>	<b>6</b>
<b>BAB II SOLUSI DAN TARGET LUARAN.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Solusi .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Target Luaran .....</b>	<b>10</b>
<b>BAB III METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Alat dan Bahan .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Prosedur Kerja .....</b>	<b>11</b>
<b>BAB IV KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI .....</b>	<b>12</b>
<b>BAB V PELAKSANAAN DAN HASIL PELAKSANAAN.....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 Pelaksanaan .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1.1 Perencanaan.....</b>	<b>13</b>
<b>5.1.2 Pelaksanaan .....</b>	<b>13</b>
<b>5.2 Hasil Pelaksanaan.....</b>	<b>13</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>14</b>

## ABSTRAK

Flowmeter adalah alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Cara kerja dari flowmeter ini didasarkan pada persamaan Bernoulli. Flowmeter 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. Flowmeter 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. Flowmeter lain umumnya menggunakan prinsip – prinsip pengoperasian yang berbeda dengan flowmeter ujung. Flowmeter yang berhubungan dengan mesin mempunyai elemen primer yang terdiri dari bagian – bagian yang bergerak atau berpindah. Flowmeter ini termasuk rotameter, ukuran pemindahan positif dan ukuran kecepatan.

**Kata kunci:** Flowmeter, Orificemeter, Ventury tube, rotameter, Prototype

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Tujuan Kegiatan

Pembuatan Prototipe Alat Praktikum Flowmeter bertujuan;

- Mengetahui laju aliran dan kecepatan aliran fluida yang melalui pipa permukaan kasar dan pipa permukaan halus dengan diameter yang berbeda
- Mengetahui laju aliran dan kecepatan aliran fluida yang melalui pipa permukaan kasar dengan elbow  $90^0$
- Mengetahui aplikasi venturimeter dalam pengukuran laju aliran dan kecepatan aliran dalam pipa
- Mengetahui aplikasi orificemeter dalam pengukuran laju aliran dan kecepatan aliran dalam pipa.

## 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 Flowmeter. Flowmeter adalah alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Cara kerja dari flowmeter ini didasarkan pada persamaan Bernoulli. Flowmeter dengan pipa penyalur tertutup dapat dipergunakan pada zat –zat gas maupun cair. Sedangkan flowmeter dengan pipa penyalur terbuka hanya dapat dipergunakan pada zat cair. Ujung flow meter terdiri dari lubang / mulut, venturimeter, alat pemercik arus, tabung pitot, dan weirs. Alat ini terdiri dari primary device, yang disebut sebagai alat utama dan secondary device (alat bantu sekunder). Elemen primer tidak mengandung banyak bagian yang bergerak. Umumnya kebanyakan elemen sekunder dengan flowmeter yang tertutup adalah sebuah manometer dengan tabung berbentuk U. Zat dalam sebuah lengan manometer dipisahkan dari lengan yang lainnya dengan menggunakan zat cair berberat jenis lebih tinggi yang biasanya disini digunakan air raksa.

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. Flowmeter berbasis perbedaan tekanan ini didasarkan pada persamaan Bernoulli dimana sinyal yang terukur (yaitu penurunan tekanan) merupakan fungsi dari kuadrat kecepatan aliran. Dengan menggunakan orifice plate, aliran fluida diukur melalui perbedaan tekanan antara sisi hulu aliran sampai sisi hilir dimana di bagian tengah antara hulu dan hilir terdapat penghalang berbentuk orifice yang mengakibatkan aliran menjadi lebih sempit sehingga mengarahkan aliran untuk menyempit atau memusat. Jika aliran mengalir horizontal (dengan demikian perbedaan elevasi tidak ada atau diabaikan) dan abaikan losses aliran yang terjadi; persamaan Bernoulli menjadi:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Dimana: P = tekanan (Pa),  $\rho$  = densitas ( $\text{kg/m}^3$ ) dan v = kecepatan aliran (m/s)

Asumsikan profil kecepatan aliran seragam pada sisi hulu dan hilir; maka persamaan kontinuitas berlaku sebagai berikut:

$$q = v_1 A_1 = v_2 A_2$$

Dimana: q = laju alir volume atau kapasitas ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) dan A = Luas penampang aliran ( $\text{m}^2$ )

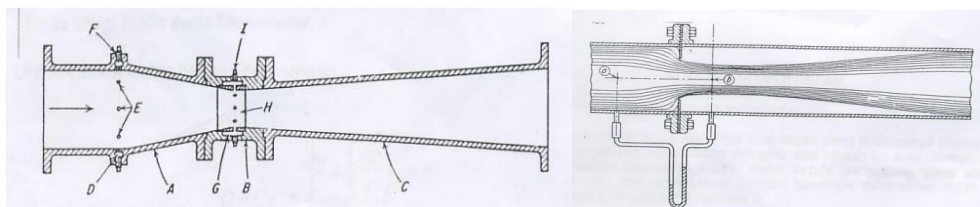
Dengan mengkombinasikan (1) dan (2),  $A_2 < A_1$ , menghasilkan persamaan “ideal” :

$$q = A_2 \left[ \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho \left( 1 - \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right)} \right]^{1/2} \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

Untuk geometri tertentu (A), laju aliran dapat ditentukan dengan mengukur perbedaan tekanan  $P_1 - P_2$ . Laju alir teoritis q dalam aplikasi praktis akan menjadi lebih kecil antara 2%-40% akibat kondisi geometrinya. Persamaan ideal dapat dimodifikasi dengan menambahkan (Cd) discharge coefficient sebagai fungsi bukaan orifice, menjadi:

$$q = C_d \cdot A_2 \left[ \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho \left( 1 - \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right)} \right]^{1/2} \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \quad (4)$$

Orifice terdiri dari dua buah pipa dengan diameter sama yang dihubungkan oleh sebuah plat berlubang kecil atau disebut orifice yang terpasang secara konsentris. Prinsip kerja orificemeter hampir sama dengan venturimeter. Perubahan penampang aliran fluida dari pipa menuju orifice menyebabkan kecepatan linier fluida semakin membesar, sedangkan tinggi tekannya semakin menurun. Perbedaan tinggi ini dimanfaatkan untuk mengukur kecepatan debit aliran fluida.



Gambar 1 Sketsa Venturimeter dan Orificemeter

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. Secara sederhana dapat dikatakan venturimeter sebagai pipa yang mempunyai nozzle. Kecepatan linier fluida yang mengalir pada venturimeter akan bertambah disepanjang bagian



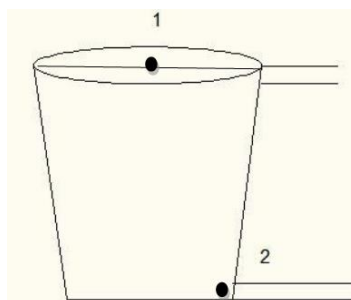
pertama venturimeter ini, sedangkan tekanannya semakin berkurang. Selanjutnya kecepatan fluida akan berkurang pula ketika fluida memasuki bagian ketiga venturimeter. Penurunan tekanan aliran fluida pada venturimeter ini yang dimanfaatkan sebagai landasan untuk mengukur debit aliran fluida. Maka untuk venturimeter berlaku persamaan:

$$Q = C_v \cdot A_2 \sqrt{\frac{2 \cdot g_c \left( \frac{\Delta p}{\rho} \right)}{1 - \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2}}$$

Dimana: Q = debit aliran (ft<sup>3</sup>/s), Cv = koefisien discharger venturimeter, A<sub>1</sub>= luas penampang pipa (ft<sup>2</sup>), A<sub>2</sub>= luas penampang nozzle (ft<sup>2</sup>), ρ=berat jenis fluida (lbm/ft<sup>3</sup>), gc=konstanta gravitasi (32,174 lbm ft/lbf s), Δp = penurunan tekanan (lbf/ft<sup>2</sup>), Δh= beda tinggi fluida pada manometer.

Flowmeter lain umumnya menggunakan prinsip – prinsip pengoperasian yang berbeda dengan flowmeter ujung. Flowmeter yang berhubungan dengan mesin mempunyai elemen primer yang terdiri dari bagian – bagian yang bergerak atau berpindah. Flowmeter ini termasuk rotameter, ukuran pemindahan positif dan ukuran kecepatan. Rotameter berbentuk tabung yang terbuat dari gelas, kaca atau plastik yang transparan. Tabung ini memiliki diameter atas yang sedikit lebih besar dibandingkan diameter bawahnya. Pada dinding rotameter terdapat garis-garis skala ukuran panjang untuk mengukur ketinggian float atau pelampung yang terdapat di dalam tabung. Bentuk float bermacam-macam, yaitu bisa berbentuk bola, kerucut, dan lain sebagainya. Hal tersebut tergantung dari jenis fluida yang akan diukur laju alirnya. Rotameter cairan memiliki float yang berbentuk bola sedangkan rotameter gas memiliki float berbentuk kerucut. Bahan pelampung dapat diganti-ganti sesuai dengan rapat massa dan laju maksimum zat cair yang diukur. Pelampung dapat bergerak naik turun secara bebas karena didorong oleh zat alir yang mengalir dari bagian bawah rotameter ke atas. Pada keadaan stabil yaitu ketika tinggi pelampung tidak lagi berubah-ubah, terbentuk keseimbangan gaya dimana gaya ke atas (gaya Archimedes) sama dengan gaya gesek ditambah gaya berat pelampung.

Rotameter bekerja dengan prinsip beda tekanan tetap. Semakin besar perbedaan tekanan, laju alir fluida menjadi semakin besar yang menyebabkan ketinggian pelampung juga semakin besar karena gaya dorong fluida yang bertambah kuat. Pada pengukuran laju alir cairan, pengukuran dapat dilakukan langsung dengan mengukur debit cairan yang tertampung selama jangka waktu tertentu. Fluida cair rapat massanya cenderung tetap, sehingga volumenya juga tetap untuk massa yang tetap. Oleh karena itu pengukuran debit fluida cair dapat dilakukan secara langsung dengan mengukur volume air yang tertampung dalam gelas ukur per satuan waktu.



### Gambar 2 Posisi Titik 1 dan 2 pada Alat Percobaan Float Rotameter Cairan

Kondisi overflow pada percobaan adalah cara untuk mengontrol debit air. Pada kondisi overflow, ketinggian air pada bak penampung konstan. Akibat itu, kecepatan aliran air juga konstan, sehingga diharapkan float stabil pada levelnya. Overflow membuat ketinggian permukaan air di dalam bak penampung tetap, sehingga tekanan hidrostatiknya juga konstan, karena tekanan hidrostatik berbanding lurus dengan ketinggian fluidanya. Kondisi overflow dapat dijelaskan secara matematis sebagai berikut:

Persamaan Bernoulli (dengan  $F=W=0$ )

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 - F - W = P_2 + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh_2$$

Pada aliran overflow, maka kecepatan penurunan ketinggian air pada penampung bernilai nol ( $V_1=0$ ) dan  $h_1$  tetap. Diasumsikan letak pipa keluar berada pada dasar penampung sehingga  $h_2=0$ . Penampung terbuka dan pipa aliran keluar juga terbuka maka tekanan udara adalah sama ( $P_1=P_2$ ). Maka kecepatan aliran pada pipa keluar dapat diketahui dengan persamaan:

$$v_2 = \sqrt{2g\Delta h}$$

Nilai sehingga dengan menjaga nilai ketinggian ( $h_1$ ) tetap, maka kecepatan aliran pada pipa keluar ( $v_2$ ) adalah konstan.

## **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 mengetahui laju aliran dan kecepatan aliran fluida yang melalui pipa permukaan kasar dan pipa permukaan halus dengan diameter yang berbeda, mengetahui laju aliran dan kecepatan aliran fluida yang melalui pipa permukaan kasar dengan elbow 90<sup>0</sup>, mengetahui aplikasi venturimeter dalam pengukuran laju aliran dan kecepatan aliran dalam pipa, mengetahui aplikasi orificemeter dalam pengukuran laju aliran dan kecepatan aliran dalam pipa.

## **BAB III METODE PELAKSANAAN**

### **3.1 Alat dan Bahan**

1. Air bersih
2. Instalasi pipa aliran
3. Plat orifice
4. Ventury tube
5. Manometer
6. Stopwatch

### **3.2 Prosedur Kerja**

1. Alat flowmeter disiapkan kemudian melihat jumlah air yang ada di dalam alat dan menambahkan air seperlunya jika air didalam alat sedikit.
2. Alat ukur dihubungkan dengan kontak listrik.
3. Pompa dihidupkan dengan meng-ON-kan stop kontak.
4. Pipa tes yang terhubung dengan presure differential sel dipastikan terpasang dengan pipa yang akan dilalui oleh fluida.
5. Katup pipa yang akan dilalui oleh fluida dipastikan terbuka dan katup untuk pipa lainnya tertutup.
6. Debit aliran fluida diatur dengan memutar atau memperbesar dan memperkecil bukaan valve.
7. Setelah keadaan aliran fluida konstan, debit aliran  $Q$  dibaca juga perbedaan tinggi tekanan  $h$ , untuk masing-masing alat venturimeter, orificemeter dan rotameter.
8. Debit yang keluar diukur secara manual dengan menggunakan floewmeter dan stopwatch yang dilakukan sebanyak 5 kali untuk setiap percobaan.
9. Harga  $h$  dinaikkan dengan cara memutar valve yang ada pada fluid friction apparatus dan melakukan pengukuran hingga diperoleh 5 data untuk masingmasing pipa halus dan kasar dengan diameter yang berbeda, pipa bend  $90^\circ$ , orificemeter dan venturimeter.

## **BAB IV KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI**

Jurusan Teknik Kimia Itenas mempunyai kelayakan yang tinggi untuk membantu pembuatan desain dan gambar teknik dalam merancang Flowmeter 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 Ramadianti 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 Flowmeter 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 Flowmeter 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	Marthen Luther Doko, M.T	Validasi dan koreksi
2	Dyah Setyo Pertiwi, Ph.D	Menghitung dan merancang secara teknik kimia
3	Yuono, M.T	Supervisi lapangan
4	Rini Budiati, M.Sc	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 Marthen Luther Doko, Ibu Dyah Setyo Pertiwi dan Bapak Yuono, Ibu Rini Budiwati** yang merupakan bagian dari Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Bandung. Pada pelaksanaannya, Bapak Marthen Luther Doko selaku ketua pengusul menugaskan Ibu Dyah Setyo Pertiwi merancang prototipe yang sebelumnya telah didiskusikan dengan mitra. Setelah prototipe dirancang, hasil rancangan dicek dan dikoreksi oleh ketua pengusul dan diserahkan kepada Bapak Yuono untuk diserahkan ke bengkel mitra. Selama proses pembuatan prototipe sekitar 2-3 bulan Bapak Yuono dan Ibu Rini Budiwati selaku supervisi lapangan dibantu oleh 4 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 Flowmeter antara lain:

- Terjalinnnya 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 Flowmeter.

## LAMPIRAN



## Modul Flowmeter

### 1.1 Tujuan Praktikum

- e. Mengetahui laju aliran dan kecepatan aliran fluida yang melalui pipa permukaan kasar dan pipa permukaan halus dengan diameter yang berbeda
- f. Mengetahui laju aliran dan kecepatan aliran fluida yang melalui pipa permukaan kasar dengan elbow 90°
- g. Mengetahui aplikasi venturimeter dalam pengukuran laju aliran dan kecepatan aliran dalam pipa
- h. Mengetahui aplikasi orificemeter dalam pengukuran laju aliran dan kecepatan aliran dalam pipa.

### 1.2 Dasar Teori

Flowmeter adalah alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Cara kerja dari flowmeter ini didasarkan pada persamaan Bernoulli. Flowmeter dengan pipa penyalur tertutup dapat dipergunakan pada zat – zat gas maupun cair. Sedangkan flowmeter dengan pipa penyalur terbuka hanya dapat dipergunakan pada zat cair. Ujung flow meter terdiri dari lubang / mulut, venturimeter, alat pemercik arus, tabung pitot, dan weirs. Alat ini terdiri dari primary device, yang disebut sebagai alat utama dan secondary device (alat bantu sekunder). Elemen primer tidak mengandung banyak bagian yang bergerak. Umumnya kebanyakan elemen sekunder dengan flowmeter yang tertutup adalah sebuah manometer dengan tabung berbentuk U. Zat dalam sebuah lengan manometer dipisahkan dari lengan yang lainnya dengan menggunakan zat cair berberat jenis lebih tinggi yang biasanya disini digunakan air raksa.

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. Flowmeter berbasis perbedaan tekanan ini didasarkan pada persamaan Bernoulli dimana sinyal yang terukur (yaitu penurunan tekanan) merupakan fungsi dari kuadrat kecepatan aliran. Dengan menggunakan orifice plate, aliran fluida diukur melalui perbedaan tekanan antara sisi hulu aliran sampai sisi hilir dimana di bagian tengah antara hulu dan hilir terdapat penghalang berbentuk orifice yang mengakibatkan aliran menjadi lebih sempit sehingga mengarahkan aliran untuk menyempit atau memusat. Jika aliran mengalir horizontal (dengan demikian perbedaan elevasi tidak ada atau diabaikan) dan abaikan losses aliran yang terjadi; persamaan Bernoulli menjadi:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Dimana: P = tekanan (Pa),  $\rho$  = densitas (kg/m<sup>3</sup>) dan v = kecepatan aliran (m/s)

Asumsikan profil kecepatan aliran seragam pada sisi hulu dan hilir; maka persamaan kontinuitas berlaku sebagai berikut:

$$q = v_1 A_1 = v_2 A_2$$



Dimana:  $q$  = laju alir volume atau kapasitas ( $m^3/s$ ) dan  $A$  = Luas penampang aliran ( $m^2$ )

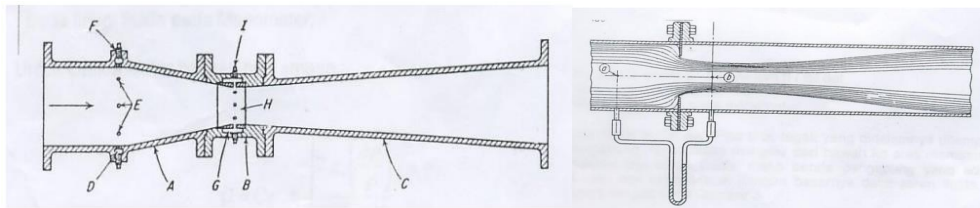
Dengan mengkombinasikan (1) dan (2),  $A_2 < A_1$ , menghasilkan persamaan “ideal” :

$$q = A_2 \left[ \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho \left( 1 - \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

Untuk geometri tertentu ( $A$ ), laju aliran dapat ditentukan dengan mengukur perbedaan tekanan  $P_1 - P_2$ . Laju alir teoritis  $q$  dalam aplikasi praktis akan menjadi lebih kecil antara 2%-40% akibat kondisi geometrinya. Persamaan ideal dapat dimodifikasi dengan menambahkan ( $C_d$ ) discharge coefficient sebagai fungsi bukaan orifice, menjadi:

$$q = C_d \cdot A_2 \left[ \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho \left( 1 - \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \left( \frac{m^3}{s} \right) \quad (4)$$

Orifice terdiri dari dua buah pipa dengan diameter sama yang dihubungkan oleh sebuah plat berlubang kecil atau disebut orifice yang terpasang secara konsentris. Prinsip kerja orificemeter hampir sama dengan venturimeter. Perubahan penampang aliran fluida dari pipa menuju orifice menyebabkan kecepatan linier fluida semakin membesar, sedangkan tinggi tekannya semakin menurun. Perbedaan tinggi ini dimanfaatkan untuk mengukur kecepatan debit aliran fluida.



Gambar 1 Sketsa Venturimeter dan Orificemeter

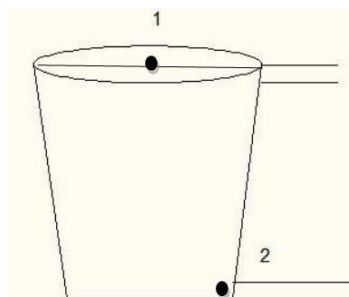
Venturimeter terdiri dari tiga batang pipa yang tersambung secara kompak. Bagian pertama pipa yang berbentuk kerucut dengan diameternya mengecil, bagian kedua pipa dengan diameter tertentu, dan pada bagian ketiga pipa berbentuk kerucut dengan diameter membesar. Secara sederhana dapat dikatakan venturimeter sebagai pipa yang mempunyai nozzle. Kecepatan linier fluida yang mengalir pada venturimeter akan bertambah disepanjang bagian pertama venturimeter ini, sedangkan tekanannya semakin berkurang. Selanjutnya kecepatan fluida akan berkurang pula ketika fluida memasuki bagian ketiga venturimeter. Penurunan tekanan aliran fluida pada venturimeter ini yang dimanfaatkan sebagai landasan untuk mengukur debit aliran fluida. Maka untuk venturimeter berlaku persamaan:

$$Q = C_v \cdot A_2 \sqrt{\frac{2 \cdot g_c \left( \frac{\Delta p}{\rho} \right)}{1 - \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2}}$$

Dimana: Q = debit aliran (ft<sup>3</sup>/s), C<sub>v</sub> = koefisien discharger venturimeter, A<sub>1</sub>= luas penampang pipa (ft<sup>2</sup>), A<sub>2</sub>= luas penampang nozzle (ft<sup>2</sup>), ρ=berat jenis fluida (lbm/ft<sup>3</sup>), g<sub>c</sub>=konstanta gravitasi (32,174 lbm ft/lbf s), Δp = penurunan tekanan (lbf/ft<sup>2</sup>), Δh= beda tinggi fluida pada manometer.

Flowmeter lain umumnya menggunakan prinsip – prinsip pengoperasian yang berbeda dengan flowmeter ujung. Flowmeter yang berhubungan dengan mesin mempunyai elemen primer yang terdiri dari bagian – bagian yang bergerak atau berpindah. Flowmeter ini termasuk rotameter, ukuran pemindahan positif dan ukuran kecepatan. Rotameter berbentuk tabung yang terbuat dari gelas, kaca atau plastik yang transparan. Tabung ini memiliki diameter atas yang sedikit lebih besar dibandingkan diameter bawahnya. Pada dinding rotameter terdapat garis-garis skala ukuran panjang untuk mengukur ketinggian float atau pelampung yang terdapat di dalam tabung. Bentuk float bermacam-macam, yaitu bisa berbentuk bola, kerucut, dan lain sebagainya. Hal tersebut tergantung dari jenis fluida yang akan diukur laju alirnya. Rotameter cairan memiliki float yang berbentuk bola sedangkan rotameter gas memiliki float berbentuk kerucut. Bahan pelampung dapat diganti-ganti sesuai dengan rapat massa dan laju maksimum zat cair yang diukur. Pelampung dapat bergerak naik turun secara bebas karena didorong oleh zat alir yang mengalir dari bagian bawah rotameter ke atas. Pada keadaan stabil yaitu ketika tinggi pelampung tidak lagi berubah-ubah, terbentuk keseimbangan gaya dimana gaya ke atas (gaya Archimedes) sama dengan gaya gesek ditambah gaya berat pelampung.

Rotameter bekerja dengan prinsip beda tekanan tetap. Semakin besar perbedaan tekanan, laju alir fluida menjadi semakin besar yang menyebabkan ketinggian pelampung juga semakin besar karena gaya dorong fluida yang bertambah kuat. Pada pengukuran laju alir cairan, pengukuran dapat dilakukan langsung dengan mengukur debit cairan yang tertampung selama jangka waktu tertentu. Fluida cair rapat massanya cenderung tetap, sehingga volumenya juga tetap untuk massa yang tetap. Oleh karena itu pengukuran debit fluida cair dapat dilakukan secara langsung dengan mengukur volume air yang tertampung dalam gelas ukur per satuan waktu.



Gambar 2 Posisi Titik 1 dan 2 pada Alat Percobaan Float Rotameter Cairan

Kondisi overflow pada percobaan adalah cara untuk mengontrol debit air. Pada kondisi overflow, ketinggian air pada bak penampung konstan. Akibat itu, kecepatan aliran air juga konstan, sehingga diharapkan float stabil pada levelnya. Overflow membuat ketinggian

permukaan air di dalam bak penampung tetap, sehingga tekanan hidrostatiknya juga konstan, karena tekanan hidrostatik berbanding lurus dengan ketinggian fluidanya. Kondisi overflow dapat dijelaskan secara matematis sebagai berikut:

Persamaan Bernoulli (dengan  $F=W=0$ )

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 - F - W = P_2 + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh_2$$

Pada aliran overflow, maka kecepatan penurunan ketinggian air pada penampung bernilai nol ( $V_1=0$ ) dan  $h_1$  tetap. Diasumsikan letak pipa keluar berada pada dasar penampung sehingga  $h_2=0$ . Penampung terbuka dan pipa aliran keluar juga terbuka maka tekanan udara adalah sama ( $P_1=P_2$ ). Maka kecepatan aliran pada pipa keluar dapat diketahui dengan persamaan:

$$v_2 = \sqrt{2g\Delta h}$$

Nilai sehingga dengan menjaga nilai ketinggian ( $h_1$ ) tetap, maka kecepatan aliran pada pipa keluar ( $v_2$ ) adalah konstan.

### 1.3 Alat dan Bahan

7. Air bersih
8. Instalasi pipa aliran
9. Plat orifice
10. Ventury tube
11. Manometer
12. Stopwatch

### 1.4 Prosedur Percobaan

10. Alat flowmeter disiapkan kemudian melihat jumlah air yang ada di dalam alat dan menambahkan air seperlunya jika air didalam alat sedikit.
11. Alat ukur dihubungkan dengan kontak listrik.
12. Pompa dihidupkan dengan meng-ON-kan stop kontak.
13. Pipa tes yang terhubung dengan presure diferential sel dipastikan terpasang dengan pipa yang akan dilalui oleh fluida.
14. Katup pipa yang akan dilalui oleh fluida dipastikan terbuka dan katup untuk pipa lainnya tertutup.
15. Debit aliran fluida diatur dengan memutar atau memperbesar dan memperkecil bukaan valve.
16. Setelah keadaan aliran fluida konstan, debit aliran  $Q$  dibaca juga perbedaan tinggi tekanan  $h$ , untuk masing-masing alat venturimeter, orificemeter dan rotameter.
17. Debit yang keluar diukur secara manual dengan menggunakan floewmeter dan stopwatch yang dilakukan sebanyak 5 kali untuk setiap percobaan.
18. Harga  $h$  dinaikkan dengan cara memutar valve yang ada pada fluid friction apparatus dan melakukan pengukuran hingga diperoleh 5 data untuk masingmasing pipa halus dan kasar dengan diameter yang berbeda, pipa bend 90°, orificemeter dan venturimeter.

### 1.5 Data Pengamatan

No	Volume (m <sup>3</sup> )	t (s)	P <sub>1</sub> (mm H <sub>2</sub> O)	P <sub>2</sub> (mm H <sub>2</sub> O)	ΔP (mm H <sub>2</sub> O)	q
1						
2						
3						
dst						