



TUGAS AKHIR - TF145565

**RANCANG BANGUN *MONITORING* DAN AKUISISI DATA
LAJU ALIRAN UDARA PADA *DUCTING AIR*
CONDITIONING LABORATORY PA HILTON UNIT A575
BERBASIS ARDUINO**

AULIA PERDANA SARI
NRP. 2412 031 056

Dosen Pembimbing
Dr.Ridho Hantoro, ST, MT

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - TF145565

***DESIGN OF AIR FLOW MONITORING AND DATA
ACQUISITION ON THE DUCTING AIR CONDITIONING
LABORATORY PA HILTON UNIT A575 BASED ON
ARDUINO***

AULIA PERDANA SARI
NRP. 2412 031 056

Supervisor
Dr.Ridho Hantoro, ST, MT

DIPLOMA OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION ENGINEERING
Department Of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

**RANCANG BANGUN MONITORING DAN
AKUSISI DATA LAJU ALIRAN UDARA PADA
DUCTING AIR CONDITIONING LABORATORY
PA HILTON UNIT A575 BERBASIS ARDUINO**

TUGAS AKHIR

Oleh :

AULIA PERDANA SARI
NRP. 2412 031 056

Surabaya, Juli 2015

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Dr. Ridho Hantoro, S.T., M.T.
NIP. 19761223 200501 1 001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI – ITS**



Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIP. 19650309 199002 1 001

**Ketua Program Studi
DIII Metrologi dan Instrumentasi**



Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

**RANCANG BANGUN MONITORING DAN
AKUSISI DATA LAJU ALIRAN UDARA PADA
DUCTING AIR CONDITIONING LABORATORY
PA HILTON UNIT A575 BERBASIS ARDUINO**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

AULIA PERDANA SARI
NRP. 2412 031 056

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ridho Hantoro, S.T., M.T. (Pembimbing)
2. Ir. Harsono Hadi, M.Sc., Ph.D. (Ketua Penguji)
3. Detak Yan Pratama, S.T., M.Sc. (Penguji I)
4. Arief Abdurrahman, S.T., M.T. (Penguji II)

SURABAYA
Juli 2015

RANCANG BANGUN MONITORING DAN AKUISISI DATA LAJU ALIRAN UDARA PADA *DUCTING AIR CONDITIONING LABORATORY* PA HILTON UNIT A575 BERBASIS ARDUINO

Nama Mahasiswa : Aulia Perdana Sari
NRP : 2412031 056
Program Studi : D3-Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dr.Ridho Hantoro, ST, MT

Abstrak

Pada zaman sekarang kenyamanan tata udara dalam ruangan merupakan suatu kebutuhan untuk mendapatkan rasa nyaman dalam melakukan berbagai kegiatan. Dalam hal tersebut tergantung dari sistem penyegaran udara pada bangunan. Penyegaran udara merupakan suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan persyaratan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tersebut. Selain itu, mengatur aliran udara dan kebersihannya. Untuk itu dibutuhkan suatu alat untuk mendapatkan kenyamanan tata udara tersebut, seperti Air Conditioning Laboratory unit A575 merupakan simulator pengkondisian udara yang dilengkapi dengan berbagai proses-proses psikrometrik seperti pemanas (heating), pendingin (cooling), penambahan dan pengurangan kandungan air di udara (humidifying-dehumidifying). Oleh Karena itu dibutuhkan suatu perancangan alat untuk mengetahui laju aliran udara yang dimiliki Air Conditioning Laboratory unit A575. Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan sistem monitoring laju aliran udara pada ducting Air Conditioning Laboratory unit A575 dengan menggunakan mekanik baling-baling, sensor optocoupler, arduino mega, display LCD (Liquid Cristal Display), dan akuisisi data dengan software windows visual basic 2008 menggunakan database microsoft office access. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai ketidakpastian sebesar $\pm 0,082$ m/s dengan tingkat kepercayaan 95% dan didapatkan bahwa air conditioning laboratory unit A575 dapat mengeluarkan kecepatan aliran udara yang sesuai dengan keluaran yang disarankan yaitu pada putaran fan 40-60 knop dengan hasil kecepatan aliran udara sebesar 2,1 m/s – 3,73 m/s dengan laju aliran udara sebesar $0,14$ m³/s - $0,25$ m³/s .

Kata kunci: *Kenyamanan termal, Conditioning Laboratory unit A575, Laju Aliran Udara*

**DESIGN OF AIR FLOW MONITORING AND DATA
ACQUISITION ON THE DUCTING AIR CONDITIONING
LABORATORY PA HILTON UNIT A575 BASED ON ARDUINO**

Name : Aulia Perdana Sari
NRP : 2412 031 056
Study of Program : D3- Metrology and Instrumentation
Department : Teknik Fisika FTI-ITS
Supervisor : Dr.Ridho Hantoro, S.T., M.T.

Abstract

Nowadays, the indoor air comfort system is a requirement to get a sense of comfort in doing various activities. It depends on the air refresher system on the building. Air Refresher is air cooling process in order to gain the appropriate temperature and humidity according to the terms and air condition of its room. In addition, it controls the air flow and cleanliness. So that, it is required a device to get the air conditioning comfort, such as the A575 Air Conditioning Laboratory unit. It is an air conditioning simulator equipped with a variety of psychometric processes, as well as, heating, cooling, humidifying - dehumidifying. Hence, it needs a device design to determine the rate of air flow which is owned by A575 Air Conditioning Laboratory unit. This experiment has been conducted monitoring system design air flow rate in ducting A575 Air Conditioning Laboratory unit by using a propeller mechanical, optocoupler sensors, Arduino mega, LCD (Liquid Cristal Display), and data acquisition of software visual basic Windows 2008 using database of Microsoft office access. Based on the results, it is obtained the value of the uncertainty is ± 0.082 m/s with a 95% confidence level and found that the air conditioning laboratory unit A575 may issue air flow rate corresponding to the suggested output 40-60 fan rotation knob with the results of the air flow rate 2.1 m / s - 3.73 m / s and the air debit is $0.14 \text{ m}^3/\text{s}$ - $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$.

Key words : Thermal environmental engineering, Conditioning Laboratory unit A575, Air Flow.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas berkah, rahmat, petunjuk, karunia, dan ridlo-Nya penulis mampu untuk melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul : **Rancang Bangun Monitoring dan Akusisi Data Laju Aliran Udara pada *Ducting Air Conditioning Laboratory* PA Hilton Unit A575 Berbasis Arduino.**

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan bagi seorang mahasiswa untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama pengerjaan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Keluarga tercinta Ibu Nanik Rukmawati, Bapak Sajuri, Adik Faishal, atas doa, dorongan semangat, dukungan dan kasih sayang yang telah diberikan selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika ITS.
3. Bapak Dr. Ridho Hantoro, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan motivasi, bimbingan dan arahan dengan sabar dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr.-Ing Doty Dewi Risanti, S.T., M.T. selaku dosen wali yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama penulis menempuh bangku kuliah.
5. Teman-teman seperjuangan dalam mengerjakan Tugas Akhir Tim HVAC (Lufi Izzati dan Okky Agassy) atas dukungan, semangat, motivasi dan keceriaan selama pengerjaan Tugas Akhir.
6. Teman-teman Kos Pojok Ceria (Sekar, Fia, Citra, Nia, Sucy, Dika, Arni, Dian, Hanna, Rima, Annisa) yang telah memberi

semangat dalam suka dan duka selama menempuh kuliah sampai tugas akhir ini.

7. Teman-teman angkatan 2012 *Timeless Fidelity* yang selalu memberi semangat selama kuliah sampai tugas akhir ini.
8. Teman-teman asisten Laboratorium Pengukuran Fisis 2014-2015 (mas gigih, mas ganef, mas seno, mas cholis, mas faruq, mas riza, mas jordy, mbak ria, mbak arin, mbak wil, mbak nadh, heru, gamal, jamal, oki, afian, sanif, alan, dion, lufi, yulia, angel, vivi, wahani) atas semangat, dukungan, motivasi serta keceriaan selama menjadi asisten dan bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini tidaklah sempurna. Oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik lagi. Penulis juga berharap semoga laporan ini dapat menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembacanya.

Surabaya, Juli 2015

Penulis.

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Sistematika Laporan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Air Conditioning Laboratory</i>	7
2.1.1 Penguapan.....	8
2.1.2 Kompresi	8
2.1.3 Pengembunan.....	8
2.1.4 <i>Expansi</i>	9
2.2 Kenyamanan <i>Thermal</i>	9
2.3 Persamaan Laju Aliran Fluida	12
2.3.1 Persamaan Kontinuitas	12
2.4 Sistem Karakteristik Pengukuran	13
2.4.1 Karakteristik Statik.....	13
2.4.2 Karakteristik Dinamik	16
2.5 Analisis Ketidapastian	16
2.6 Sensor Optocoupler	19
2.7 Arduino Mega 2560.....	20
2.8 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) Ukuran 20x4.....	22
2.9 MVS 2008 (<i>Microsoft Visual Studio 2008</i>).....	24

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Diagram Alir PerancanganAlat.....	27
3.2 Metodologi Penelitian.....	28
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Analisa Data.....	39
4.1.1 Pengujian Alat ukur.....	39
4.1.2 Data Spesifikasi Alat.....	42
4.1.3 Monitoring Laju Aliran pada <i>Ducting</i> <i>Air Conditioning Laboratory Unit A575</i>	49
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN A (Data PengujianAlatdanKalibrasi)	A-1
LAMPIRANB (<i>Listing Program</i> di Mikrokontroller dan <i>Microsoft Vsual Studio 2008</i>)	B-1
LAMPIRAN C (<i>Datasheet</i>)	C-1
LAMPIRAN D (Data Uji<i>Ducting</i> <i>Air Conditioning Laboratory Unit A575</i>) D-1	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Kondisi Suatu Ruang 10	10
Tabel 2.2 Kecepatan Keluar yang Disarankan..... 11	11
Tabel 2.3 Pin karakter LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>) 23	23
Tabel 3.1 Konfigurasi kaki sensor dengan Arduino Mega 2560 30	30
Tabel 4.1 Data Pengujian Alat Ukur 40	40
Tabel 4.2 Data Spesifikasi Alat Sensor..... 42	42
Tabel 4.3 Data Kalibrasi Alat 45	45
Tabel 4.4 Rata-rata Pembacaan pada Titik Q 50	50
Tabel 4.5 Rata-rata Pembacaan pada Titik Q1 51	51

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Skema Peralatan <i>AC Laboratory</i>	3
Gambar 2.2 Persamaan Kontinuitas.....	12
Gambar 2.3 Grafik Non-Linieritas.....	14
Gambar 2.4 Grafik <i>Hysteresis</i>	15
Gambar 2.5 Optocoupler.....	20
Gambar 2.6 <i>Board Arduino Mega 2560</i>	22
Gambar 2.7 LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>) 16 x 2.....	22
Gambar 2.8 Visual Studio 2008.....	25
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pelaksanaan Tugas Akhir	27
Gambar 3.2 Mekanik Alat Ukur Laju Aliran Udara	29
Gambar 3.3 Modul Sensor <i>Optocoupler FC-03</i>	31
Gambar 3.4 (a) <i>Hardware</i> LCD dengan Arduino Mega 2560	31
(b) Rangkaian LCD pada Arduino Mega 2560	32
Gambar 3.5 <i>Software IDE Arduino</i>	34
Gambar 3.6 (a) <i>Listing Program Visual Basic 2008</i>	35
(b) Tampilan <i>Form Monitoring</i> Laju Aliran Udara	36
Gambar 4.1 Titik Pengambilan Data pada <i>Ducting Air</i> <i>Conditioning Laboratory</i> unit A575	39
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Pembacaan Alat Ukur Sensor yang dibuat dengan Pembacaan Standar.....	41
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Pembacaan Alat dan Standar.....	49
Gambar 4.4 Grafik Hasil <i>Monitoring</i> Pembacaan Alat pada titik Q.....	51
Gambar 4.5 Grafik Hasil <i>Monitoring</i> Pembacaan Alat pada Titik Q1	52

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang kenyamanan tata udara dalam ruangan merupakan suatu kebutuhan untuk mendapatkan rasa nyaman dalam melakukan berbagai kegiatan. Keberadaan sistem tata udara sangat menunjang aktifitas dan produktifitas manusia. Dalam hal tersebut tergantung dari sistem penyegaran udara pada bangunan yang bertugas mengolah udara dan menghasilkan kualitas udara yang baik yaitu nyaman dan sehat bagi penghuninya. Udara yang nyaman dapat diartikan udara yang tidak dingin atau tidak panas. Kondisi udara yang dirasa nyaman yaitu berkisar suhu 20°C hingga 26°C, kelembaban 45% hingga 55%, kecepatan udara: 0.25 m/s. ^[1]

Penyegaran udara merupakan suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan persyaratan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tersebut. Selain itu, mengatur aliran udara dan kebersihannya. Sistem penyegaran udara dibagi menjadi dua golongan utama yaitu penyegaran udara untuk memberikan kenyamanan kerja bagi orang yang melakukan kegiatan tertentu dan untuk industri karena diperlukan proses, bahan, peralatan atau barang yang ada pada suatu ruangan. Hasil penelitian tentang lingkungan kerja menunjukkan bahwa dalam ruang kerja berudara segar, karyawan dapat bekerja lebih baik dan jumlah kesalahan dapat dikurangi sehingga efisiensi kerja dapat ditingkatkan. ^[2]

Oleh sebab itu sistem tata udara akan berpengaruh terhadap kenyamanan *thermal*, menurut Olgyay (1963) mendefinisikan zona kenyamanan sebagai suatu keadaan di mana manusia berhasil mengurangkan pengeluaran tenaga dalam badannya

untuk menyesuaikan dirinya dengan persekitarannya. ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating Air Conditioning Engineer*) *Standard 55-1992* mendefinisikan kenyamanan *thermal* sebagai keadaan sepikiran yang menyatakan puas terhadap persekitaran *thermal*. Standar ini juga menentukan persekitaran *thermal* yang boleh diterima sebagai keadaan di mana 90% penghuni berasa nyaman. Fanger (1976) menyatakan bahwa kenyamanan *thermal* dipengaruhi oleh faktor iklim dan pribadi. Faktor iklim terdiri daripada suhu udara, suhu radiasi rata-rata, kelembaban relatif dan kecepatan udara, sedangkan faktor pribadi terdiri daripada aktifitas dan pakaian. Kemudian menurut Lee dan Chang (2000), pada umumnya orang menghabiskan waktunya (lebih dari 90%) di dalam ruangan, sehingga mereka membutuhkan udara yang nyaman dalam ruang tempat mereka beraktifitas, oleh karenanya kecepatan udara yang baik dalam ruangan sangat bermanfaat bagi mereka. Penyelesaian masalah kenyamanan dalam ruangan dimungkinkan melalui penyelidikan menyeluruh berdasarkan kecepatan udara di dalam ruangan (Gosselin dan Chen, 2008).

Sehingga untuk menciptakan ruangan yang nyaman dan sejuk dibutuhkan suatu sistem tata udara yang disebut sistem *air conditioning* (AC). Sistem *Air Conditioning* adalah sistem siklus tertutup dari perubahan sifat kimia (suhu, fasa, dan tekanan) dari refrigeran zat kimia yang disirkulasi didalam sistem *air conditioning*. Dalam *AC laboratory* yang terdapat pada *ducting* yang berbentuk kotak atau bulat yang terbuat dari material plat besi yang bertujuan agar udara dingin tidak terbuang di sepanjang *ducting*. Untuk memaksimalkan kerja *ducting* dalam mengalirkan udara yang ada pada *Air Conditioning Laboratory* diperlukan alat ukur untuk menghitung laju aliran dan *monitoring* debit tersebut. Sehingga saat ini belum ada alat ukur laju aliran udara yang difungsikan untuk menghitung dan sebagai *monitoring* hasil laju

aliran udara secara langsung yang dihasilkan *ducting* pada *Air Conditioning Laboratory*. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu alat ukur secara *real time* pada *AC laboratory* ini

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini yaitu bagaimana cara merancang dan membangun sistem akuisisi data laju aliran udara secara *real time* pada *ducting air conditioning laboratory* dan bagaimana melihat hasil monitoring laju aliran udara pada kinerja *Air Conditioning* yang berpengaruh pada kenyamanan thermal suatu ruangan.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada penelitian tugas akhir ini maka batasan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut :

1. Alat ukur yang akan dirancang dan dibangun hanya memiliki fungsi untuk menghitung laju aliran udara pada *ducting air conditioning laboratory*.
2. Alat ukur ini hanya menggunakan mikrokontroler arduino.
3. Alat ukur yang hanya untuk memonitoring hasil pengukuran laju aliran udara melalui layar penampil/*display*.
4. Supply daya menggunakan power dari laptop.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan tugas akhir kali ini yaitu merancang dan membuat sebuah aplikasi pengukur kecepatan aliran pada *air conditioning laboratory* dengan menggunakan sensor *optocoupler* akan menghasilkan data berupa laju aliran udara untuk mengetahui variable kenyamanan *thermal* yang ditampilkan dengan *Visual Basic 2008* dan memperdalam pengetahuan tentang pemrograman dengan menggunakan arduino. Disamping itu, agar

dapat mengaplikasikan dan menerapkan disiplin ilmu yang diperoleh pada perkuliahan.

1.5 Sistematika Laporan

Laporan tugas akhir ini disusun secara sistematis, tersusun beberapa bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan serta sistematika laporan dari tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka ini berisi dasar teori yang terkait dengan tugas akhir tentang *monitoring* laju aliran udara dengan menggunakan sensor *optocoupler* yang digunakan untuk mengukur kecepatan udara. Pada bab ini terdiri dari dasar teori tentang sensor *optocoupler*, arduino mega 2560, *Visual Basic Net* 2008, Selain itu tentang karakteristik alat ukur.

BAB III METODOLOGI

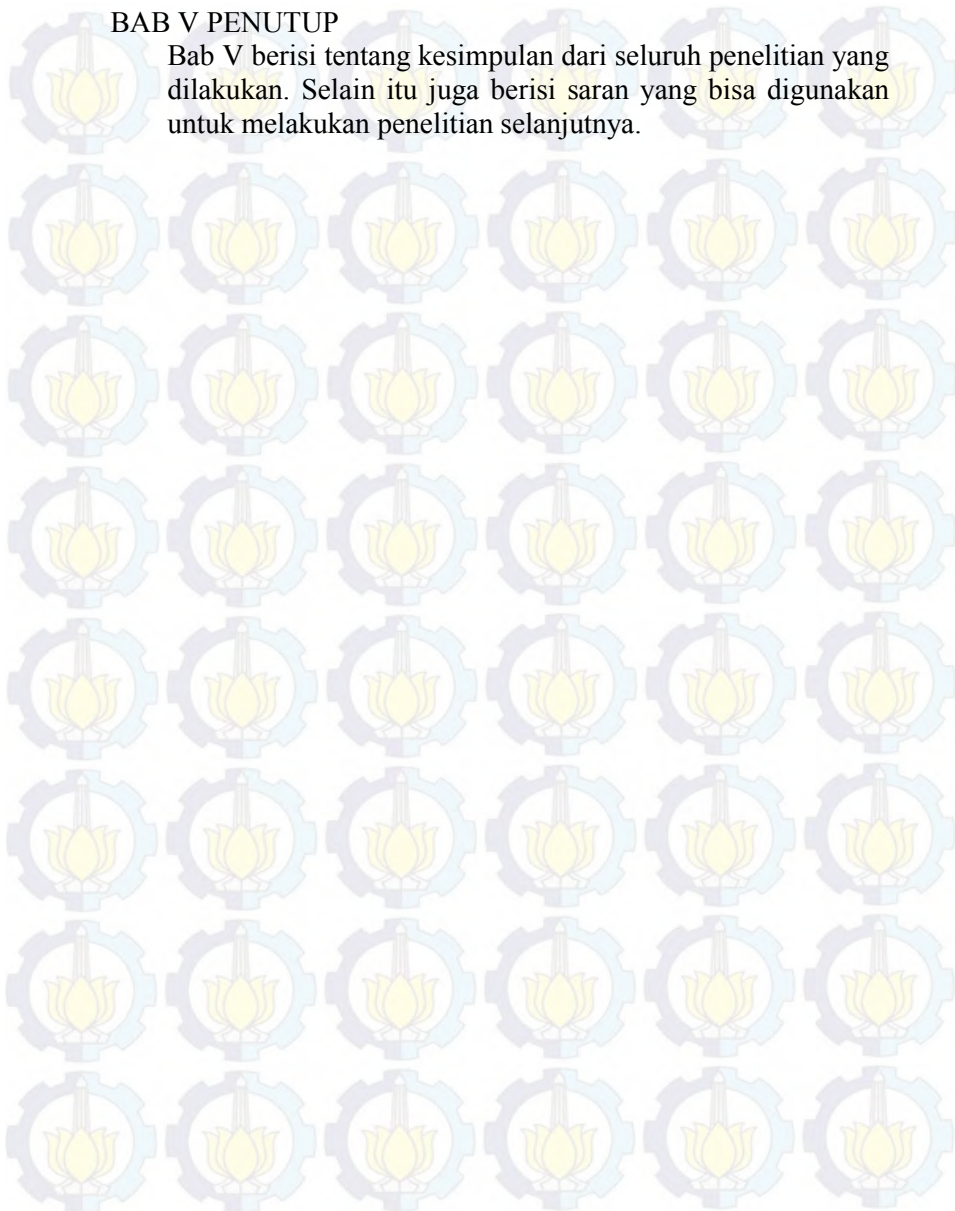
Bab III adalah tentang metodologi, pada bab ini akan dibahas tentang metodologi yang dilakukan dalam penelitian. Langkah-langkah tersebut dimulai dari mendesain *hardware* dan *software* alat ukur. pembuatan *hardware* dan *software* alat ukur, kemudian *hardware* dan *software* diintegrasikan. Setelah menjadi alat ukur kemudian alat ukur dikalibrasi dengan alat ukur standar, anemometer. Kemudian dilakukan pengambilan data untuk selanjutnya hasil dari kalibrasi dan pengambilan data tersebut dianalisa dijadikan kesimpulan.

BAB IV ANALISA DATA

Bab IV menjelaskan tentang hasil perbandingan alat ukur kecepatan udara dengan anemometer standar. Selain itu membahas tentang hasil *monitoring* kecepatan udara yang didapat.

BAB V PENUTUP

Bab V berisi tentang kesimpulan dari seluruh penelitian yang dilakukan. Selain itu juga berisi saran yang bisa digunakan untuk melakukan penelitian selanjutnya.



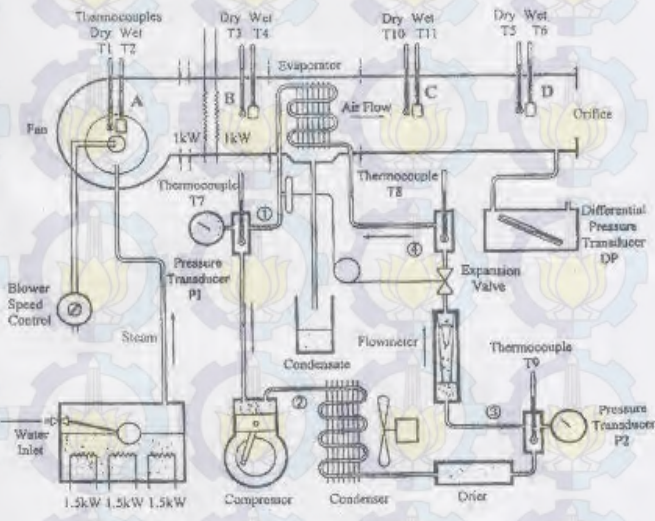


Halaman ini memang dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Conditioning Laboratory

Air conditioning laboratory unit ini merupakan simulator pengkondisian udara yang dilengkapi dengan berbagai proses-proses psikrometrik seperti pemanas (*heating*), pendingin (*cooling*), penambahan dan pengurangan kandungan air di udara (*humidifying-dehumidifying*). Skema gambar peralatan *AC laboratory* Unit A575 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Peralatan *AC Laboratory*

Didalam *AC laboratory* terdapat siklus yang dinamakan siklus refrigerasi. Siklus ini meliputi penguapan, *kompresi*, pengembunan (*kondensasi*), dan *expansi*.

2.1.1 Penguapan

Evaporator yang dipakai berbentuk pipa bersirip plat. Tekanan refrigeran yang diturunkan pada katup ekspansi, didistribusikan secara merata kedalam pipa evaporator, oleh distributor refrigeran. Dalam hal tersebut refrigeran akan menguap dan menyerap kalor dari udara ruangan yang dialirkan melalui permukaan luar dari pipa evaporator. Apabila udara didinginkan maka air yang ada dalam udara akan mengembun pada permukaan evaporator, kemudian ditampung dan dialirkan keluar. Selama proses penguapan di dalam pipa akan terdapat campuran refrigeran dalam fasa cair dan gas. Dalam keadaan tersebut, tekanan penguapan dan temperatur penguapan konstan. Oleh karena itu temperatur dapat dicari dengan mengukur tekanan refrigeran di dalam evaporator. Uap refrigeran yang terjadi karena penguapan sempurna didalam pipa dikumpulkan di dalam sebuah penampung uap (*header*). Selanjutnya uap tersebut diisap oleh kompresor.

2.1.2 Kompresi

Kompresor menghisap uap refrigeran dari ruang penampung uap. Di dalam penampung uap, tekanannya diusahakan supaya tetap rendah, agar refrigeran berada dalam keadaan uap dan bertemperatur rendah. Di dalam kompresor, tekanan refrigeran dinaikkan sehingga memudahkan pencairannya kembali. Saat uap refrigeran diisap masuk ke dalam kompresor temperatur rendah tetapi selama proses kompresi berlangsung temperturnya menjadi naik. Jumlah refrigeran yang bersirkulasi dalam siklus refrigerasi tergantung pada jumlah uap yang diisap masuk ke dalam kompresor.

2.1.3 Pengembunan (*Kondensasi*)

Uap refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi pada akhir kompresi dapat dengan mudah dicairkan

dengan mendinginkannya dengan air pendingin (atau dengan udara pendingin pada sistem dengan pendinginan udara) yang ada pada temperatur normal. Uap refrigeran menyerahkan panasnya (kalor laten pengembunan) kepada udara pendingin di dalam kondensor, sehingga mengembun dan menjadi cair. Kalor yang dikeluarkan di dalam kondensor adalah jumlah kalor yang diperoleh dari udara yang mengalir melalui evaporator (kapasitas pendinginan) dan kerja (energy) yang diberikan oleh kompresor kepada fluida kerja. Uap refrigeran menjadi cair sempurna di dalam kondensor kemudian dialirkan ke dalam pipa evaporator melalui katup ekspansi.

2.1.4 *Ekspansi*

Untuk menurunkan tekanan dari refrigeran cair (tekanan tinggi) yang dicairkan di dalam kondensor, supaya dengan mudah menguap maka dipergunakan alat yang dinamai katup ekspansi atau pipa kapilar. Setiap alat tersebut terakhir dirancang untuk suatu penurunan tekanan tertentu. Katup ekspansi yang biasa dipergunakan adalah katup ekspansi termostatis yang dapat mengatur laju aliran refrigeran yaitu agar derajat super panas uap refrigeran di dalam evaporator dapat diusahakan konstan. Dalam penyegar udara yang kecil dipergunakan pipa kapilar sebagai pengganti katup ekspansi.

Cairan refrigeran mengalir ke dalam evaporator, tekanannya turun dan menerima kalor penguapan dari udara, sehingga menguap secara berangsur-angsur. Selanjutnya proses siklus tersebut terjadi berulang-ulang. ^[3]

2.2 *Kenyamanan Thermal*

Terry S. Boutet dalam bukunya *Controlling Air Movement*, 1987, menjelaskan bahwa definisi kenyamanan termal bertolak dari pemahaman aspek psikologis dan fisiologis. Secara psikologis, kenyamanan termal bisa diartikan sebagai kondisi di

mana pikiran merasa puas/nyaman terhadap lingkungan termal. Secara fisiologis, kenyamanan termal adalah keseimbangan termal yang dicapai dari pertukaran panas antara tubuh manusia dengan lingkungan termal pada tingkatan yang sesuai. Sebuah kondisi di mana tubuh manusia melakukan aktivitas mekanisme termoregulatori secara minimal.

Kenyamanan termal sebenarnya bukanlah sesuatu yang bersifat standar, ia berfluktuasi sesuai dengan perubahan faktor-faktor penyebabnya. Aspek fisik dari kenyamanan termal bergantung pada enam faktor utama yang berfungsi sebagai sebuah sistem yang saling berkaitan dipengaruhi oleh faktor psikologis.

Untuk menentukan kenyamanan maka dalam tahun 1923 Yaglou menyiapkan dua ruangan psikrometrik. Ruang yang pertama berudara tenang, tanpa angin, dan kelembabannya 100%. Sedangkan didalam ruangan kedua temperatue, kelembaban dan gerakan udaranya dapat dirubah. Kondisi atmosfer didalam ruang kedua tersebut dinyatakan dengan “Temperatur Efektif,” TE. Dalam kenyataannya kecepatan udara didalam ruangan sangat rendah. Oleh karena itu TE dilukiskan sebagai kombinasi dari temperature dan kelembaban saja. Setelah experiment Yaglou, Koch mengadakan penelitian terhadap keadaan pegawai yang bekerja dikantor dengan sistem penyebaran udara untuk waktu yang lama. Ia menyatakan bahwa kelembaban udara tidak berpengaruh terhadap temperatur efektif seperti yang dinyatakan oleh Yaglou. Pada dasarnya, prinsip pendinginan dan penyebaran ruangan berpedoman pada kondisi Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kondisi Suatu Ruangan

Temperatur °C	Kelembaban Relatif %	Jenis Ruangan
27	50-55	Tempat Tinggal Biasa
26	50-55	Tempat tinggal mewah atau ruangan yang dikenai radiasi

Dalam penyegaran udara, udara bergerak di dalam ruangan merupakan udara campuran (udara total) dari udara segar yang masuk kedalam ruangan melalui lubang keluar (udara primer) dan udara ruangan yang terinduksi (udara sekunder). Kecepatan sumbu arus udara yang masuk dan mencapai bagian yang digunakan adalah 0,25 m/s. Jarak axial dalam arah horizontal atau vertical yang ditempuh arus udara sejak meninggalkan lubang keluaran sampai ketitik dalam ruangan dimana kecepatan udara mencapai 0,25 m/s dinamai jarak lempar (*throw*). Kecepatan udara masuk ruangan biasanya dibatasi, karena kecepatan yang terlalu tinggi akan menyebabkan kebisingan. Tabel 2.2 memberikan besarnya kecepatan keluar yang diperbolehkan .

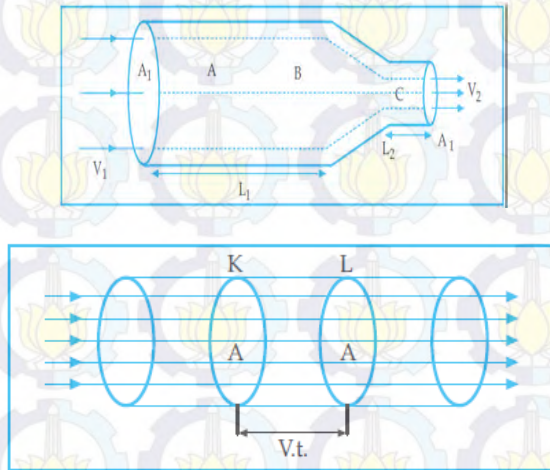
Tabel 2.2 Kecepatan Keluar yang Disarankan ^[4]

Aplikasi	Kecepatan Keluar (m/s)
Tempat tinggal, apartemen, gereja, kamar tidur di hotel, kantor pribadi	2,5 – 3,75
Studio siaran radio	1,5 – 2,5
Gedung Umum	5,0 – 6,25
Gedung Bioskop	5,0
Gudang Lantai Atas	7,5
Gudang Lantai Utama	10,0

Terry S. Boutet dalam bukunya *Controlling Air Movement*, 1987, juga menjelaskan bahwa aliran udara adalah perubahan posisi udara karena sebab tertentu. Penyebabnya bisa karena perbedaan tekanan yang kemudian menghasilkan aliran udara horizontal, atau daya angkat yang kemudian menghasilkan aliran udara vertikal. Terdapat tiga fungsi aliran udara: kulaitas udara, energi, dan kenyamanan termal. Kualitas udara berkaitan dengan karakteristik udara. Energi meliputi baik pencegahan *heat gain* maupun percepatan *heat loss*. Kenyamanan termal, meliputi baik aspek fisik maupun psikologis manusia.

2.3 Persamaan Laju Aliran Fluida

2.3.1 Persamaan Kontinuitas



Gambar 2.2 Persamaan Kontinuitas

Gambar 2.2 merupakan suatu fluida yang mengalir melalui suatu pembuluh yang luas penampangnya sama yaitu sebesar A , dengan kecepatan sebesar v . Jika pada suatu saat fluida berada pada penampang K dan setelah t detik kemudian berada di penampang L , maka dalam waktu t tersebut banyaknya fluida yang telah mengalir adalah $v \cdot t \cdot A$, sehingga persamaan kontinuitas dapat dinyatakan secara matematis: $v \cdot A = \text{konstan}$ atau dengan persamaan ^[5]

$$Q_1 = Q_2$$

$$A \cdot V_1 = A \cdot V_2 \quad (2.1)$$

Dimana ,

- Q : laju aliran (m^3/s)
 A : luas penampang (m^2)
 V : kecepatan aliran (m/s)

2.4 Sistem Karakteristik Pengukuran

Dalam sistem pengukuran terdapat 2 tipe karakteristik yang dapat mempengaruhi semua peforma pada sistem. Dua tipe karakteristik tersebut adalah :

2.4.1 Karakteristik statik

Karakteristik statik yaitu karakteristik dari suatu instrumen/ alat ukur yang tidak bergantung waktu. Karakter instrumen yang termasuk pada karakteristi statik yaitu :

- *Range/* Jangkauan : Jangkauan nilai minimum dan maksimum dari *input* ataupun *output* spesifikasi instrumen (Rentang : $I/O_{min} - I/O_{maks}$).
- *Span/* Rentang : Rentang variasi maksimum dari *input* ataupun *output* (Rentang *input* = $I_{maks} - I_{min}$ sedangkan Rentang *output* = $O_{maks} - O_{min}$).
- *Ideal straight line/* Linieritas : suatu elemen dikatakan linier ketika hubungan nilai *input* dan *output* menampilkan garis lurus. Dimana dalam garis lurus tersebut dihubungkan dari 2 titik, yaitu titik minimum dari selisih *input* minimum dan *output* minimum ($I_{min} - O_{min}$) serta titik maksimum dari selisih *input* maksimum dan *output* maksimum ($I_{maks} - O_{maks}$). Berikut ini persamaan linieritas :

$$O - O_{min} = \left[\frac{O_{maks} - O_{min}}{I_{maks} - I_{min}} \right] (I - I_{min}) \quad (2.2)$$

$$O_{ideal} = KI + a \quad (2.3)$$

Dimana :

$$K = \text{kemiringan garis lurus ideal} = \frac{O_{maks} - O_{min}}{I_{maks} - I_{min}}$$

a = koefisien garis lurus ideal

$$= O_{\min} - KI_{\min}$$

- *Non-linieritas* : Dalam beberapa keadaan, bahwa dari persamaan linieritas muncul garis yang tidak lurus yang biasa disebut *non-linier* atau tidak linier. Didalam fungsi garis yang tidak linier ini menunjukkan perbedaan antara hasil pembacaan *actual* / nyata dengan garis lurus idealnya. Dengan persamaan sebagai berikut :

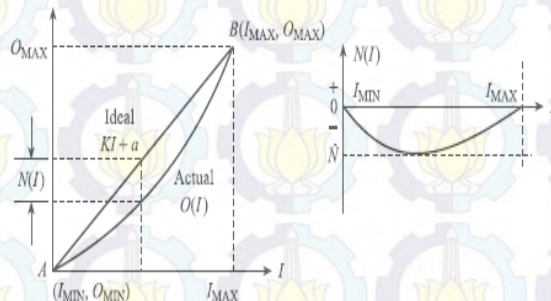
$$N(I) = O(I) - (KI + a) \quad (2.4)$$

$$O(I) = KI + a + N(I) \quad (2.5)$$

Jika dalam prosentase dari defleksi skala penuh, yaitu :

Prosentase maks. Nonlinieritas dari defleksi skala penuh

$$= \frac{N}{O_{\max} - O_{\min}} \times 100\% \quad (2.6)$$



Gambar 2.3 Grafik Non-Linieritas

- *Sensitivitas* : Menunjukkan kepekaan sensor terhadap pengukuran. (LPF, 2013). *Sensitivitas* merupakan perubahan selisih output dari setiap perubahan selisih input.

$$\text{Sensitivitas} = \frac{\Delta O}{\Delta I} \quad (2.7)$$

- *Efek Lingkungan* : merupakan efek keadaan lingkungan yang dapat mempengaruhi juga pembacaan *output*

instrumen selain sinyal *input* nya. Terdapat 2 tipe input dari lingkungan, yaitu :

- *Modifying input* (I_M), input yang menyebabkan sensitivitas liniernya berubah. K merupakan sensitivitas dalam kondisi standart ketika $I_M = 0$. Jika *input* berubah dari nilai standart, maka I_M adalah penyimpangan dari kondisi standart. Dan sensitivitasnya berubah dari K menjadi $K+K_M I_M$, dimana K_M adalah perubahan pada sensitivitas untuk setiap perubahan elemen (I_M).
- *Interfering input* (I_I) menyebabkan koefisien garis lurus atau bias nol (*zero bias*) berubah. α adalah bias nol kondisi standart ketika $I_I = 0$. Jika input berubah dari nilai standart, maka I_I adalah penyimpangan dari kondisi standart. Dan bias nol berubah dari a menjadi $a + K_I I_I$ dimana K_I adalah perubahan bias nol untuk setiap perubahan I_I .

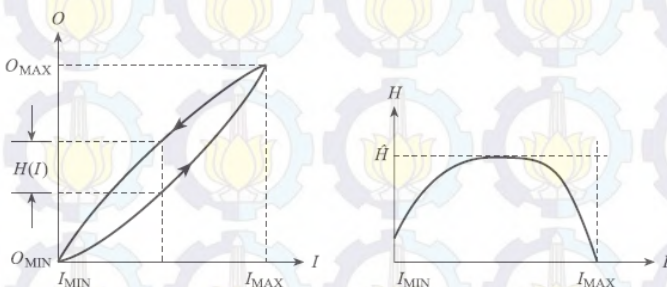
Sehingga persamaan dari non-linieritas menjadi :

$$O(I) = KI + \alpha + N(I) + K_M I_M I + K_I I_I \quad (2.8)$$

- *Hysteresis* : merupakan perbedaan tertinggi antara 2 nilai *output* dari pengukuran naik dan turun.

$$H(I) = O(I)_{\uparrow} - O(I)_{\downarrow} \quad (2.9)$$

$$\% \text{ maks. Hysteresis} = \frac{H}{O_{\max} - O_{\min}} \times 100\% \quad (2.10)$$



Gambar 2.4 Grafik Hysteresis

- Resolusi : merupakan perubahan terbesar dari input yang dapat terjadi tanpa adanya perubahan pada *output*.
- Akurasi : nilai kedekatan antara nilai dari besaran yang terukur dengan nilai yang sebenarnya.

2.4.2 Karakteristik Dinamik

Karakteristik yang menyatakan respon sistem ketika transien pada *input* konstan serta pada saat *input* berubah terhadap waktu. Karakteristik orde dalam instrument ada 4 macam, yaitu :

- Instrumen Orde Nol, instrument yang memiliki karakter dari sensitivitasnya, (K) (Perbandingan *output* dan *input*).
- Instrumen Orde Satu, instrument yang memiliki karakter dari sensitivitasnya (K) dan Konstanta waktu (τ).
- Instrumen Orde Dua, instrument yang memiliki karakter dari sensitivitasnya (K) dan 2 macam konstanta waktu (τ_1 dan τ_2).^[6]

2.5 Analisis Ketidakpastian

Ketidakpastian adalah nilai ukur sebaran kelayakan yang dapat dihubungkan dengan nilai terukurnya. Dimana di dalam nilai sebaran tersebut terdapat nilai rentang yang menunjukkan nilai sebenarnya.

- Klasifikasi ketidakpastian, antara lain :
 - **Tipe A** : nilai ketidakpastian yang dilihat dari analisis pengukuran statistik Di dalam tipe ini dilakukan pengukuran hingga n kali, dari pengukuran tersebut akan mendapatkan nilai rata-rata, standar deviasi, dan data keterulangan. Dimana rumus umum ketidakpastian tipe A sebagai berikut :

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.11)$$

(Ketidakpastian hasil pengukuran)

Dimana :

$\sigma = \text{Standart deviasi koreksi}$

$n = \text{Jumlah data}$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}{n-1} \quad (2.12)$$

$$U_{a2} = \frac{\sqrt{SSR}}{\sqrt{n-2}} \quad (\text{Ketidakpastian regresi}) \quad (2.13)$$

Dimana :

SSR (*Sum Square Residual*) = $\sum SR$ (*Square Residual*)

$SR = R^2$ (*Residu*)

Y_i (Nilai koreksi) = $t_i - x_i$ (2.14)

$Y_{reg} = a + (b \times t_i)$ (2.15)

$a = \bar{y}_i + (b \times \bar{t}_i)$ (2.16)

$b = \frac{n \cdot \sum t_i y_i - \sum y_i \cdot \sum t_i}{n \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}$; (2.17)

Dimana :

$t_i = \text{Pembacaan standar}$

$x_i = \text{Pembacaan alat}$

$y_i = \text{Nilai koreksi}$

- **Tipe B** : nilai ketidakpastian yang tidak dilihat dari analisis pengukuran statistik Berikut merupakan rumus umum dari ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} \quad (2.18)$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k} \quad (2.19)$$

Dimana :

$U_{B1} = \text{Nilai ketidakpastian resolusi}$

U_{B2} = Nilai ketidakpastian dari alat standar/kalibrator

▪ Ketidakpastian Baku Gabungan (Kombinasi)

Ketidakpastian baku gabungan disimbolkan dengan U_c , dimana nilai ketidakpastian yang digunakan untuk mewakili nilai estimasi standar deviasi dari hasil pengukuran. Nilai ketidakpastian baku gabungan didapat dari menggabungkan nilai-nilai ketidakpastian baku dari setiap taksiran masukan (hukum propagasi ketidakpastian)

Berikut merupakan rumus umum ketidakpastian baku gabungan :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2} \quad (2.20)$$

Dimana :

U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi

U_{A1} = Nilai ketidakpastian hasil pengukuran

U_{A2} = Nilai ketidakpastian regresi

U_{B1} = Nilai ketidakpastian resolusi

U_{B2} = Nilai ketidakpastian kalibrator

▪ Derajat Kebebasan Efektif

Derajat kebebasan efektif ini berfungsi sebagai pemilihan faktor pengali untuk distribusi *Student's T* serta sebagai penunjuk perkiraan kehandalan ketidakpastian. Derajat kebebasan disimbolkan dengan v , dengan rumus sebagai berikut :

$$V = n-1 \quad (2.21)$$

Dimana :

n = Jumlah data

Sedangkan untuk derajat kebebasan efektif merupakan estimasi dari derajat kebebasan

ketidakpastian baku gabungan yang dirumuskan sebagai berikut (rumus *Welch-Setterthwaite*):

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / v_i} \quad (2.22)$$

Dimana :

V_{eff} = Derajat kebebasan efektif dari ketidakpastian kombinasi

v_i = Derajat kebebasan dari komponen ketidakpastian ke-i

U_i = Hasil ketidakpastian tipe A dan B

Setelah ditentukan nilai derajat kebebasan efektif, maka dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai faktor cakupan sesuai dengan tingkat kepercayaan yang diinginkan, dimana faktor cakupan (k) didapat dari tabel *T-students*.

▪ **Ketidakpastian Diperluas, U_{exp}** ^[7]

Ketidakpastian diperluas merupakan akhir nilai ketidakpastian dengan tingkat kepercayaan. Tingkat kepercayaan tingkat keyakinan mengenai daerah nilai sebenarnya pada suatu pengukuran

$$U_{exp} = k \times U_c \quad (2.23)$$

Dimana :

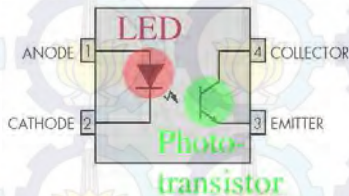
k = Faktor cakupan

U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi

2.6 Sensor Optocoupler

Optocoupler merupakan sensor yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on/off-nya. Di dalam optocoupler terdapat dua bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*. Pada transmitter terdapat LED infra merah yang akan memancarkan cahaya ke *receiver*.

Receiver berfungsi sebagai penangkap cahaya yang dipancarkan oleh *transmitter*. Pada *receiver* terdapat photodiode.



Gambar 2.5 Optocoupler

Prinsip kerja dari optocoupler jika antara *transmitter* dengan *receiver* terhalang maka *photodiode* pada *receiver* akan *off* sehingga output dari kolektor berlogika *high*. Namun jika antara *transmitter* dengan *receiver* tidak terhalang maka *photodiode* pada *receiver* akan *on* sehingga output dari kolektor berlogika *low*.^[8]

2.7 Arduino Mega 2560

Arduino merupakan *physical computing*, *physical computing* merupakan membuat sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan *hardware* dan *software*. Konsep ini digunakan untuk membuat alat dengan sensor dan mikrokontroler untuk menerjemahkan input analog. Arduino terdiri dari 2 bagian yaitu *hardware* yang berupa papan untuk input/output dan *software* meliputi IDE (*Integrated Development Environment*) untuk menulis program, *driver* untuk koneksi ke komputer.

Arduino Mega 2560 merupakan salah satu jenis dari arduino. Bagian – bagian dari Arduino Mega 2560 antara lain:

- a. Mikrocontroller 8 bit ATmega 2560 yang merupakan komponen utama Arduino Mega 2560.
- b. 54 pin digital input/output (14 pin sebagai PWM), 16 analog input dan dapat diatur oleh program.

- c. USB interface yang berfungsi untuk memuat program dari *software* ke *hardware* arduino, memberi supply ke papan *hardware*.
- d. Reset button digunakan untuk memulai program dari awal. Reset button bukan untuk menghapus program.
- e. ICSP (*In-Circuit Serial Programming*) Header berfungsi untuk memrogram microcontroller secara langsung tanpa melalui *bootloader*
- f. *Power Led* akan menyala ketika papan arduino mendapatkan *supply*.
- g. TX/RX Leds digunakan untuk mengetahui apakah Arduino dalam keadaan baik atau tidak. Ketika arduino dalam keadaan baik, maka LED kan berkedip-kedip^[9]

Berikut merupakan spesifikasi dari pemrosesan sinyal arduino Mega 2560:

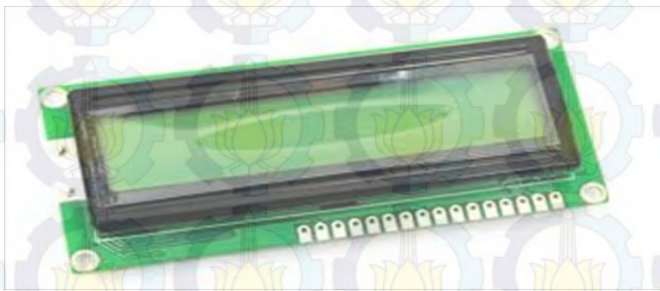
Mikrokontroller	: Atmega2560
Tegangan operasional	: 5V
Tegangan input	: 7-12 V
Tegangan input	: 6-20 V
I/O pin digital	: 54 (14 PWM)
Input pin analog	: 16
Arus DC per pin I/O	: 40mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	: 50mA
	: 256 KB, 8 KB digunakan
untuk bootloader	
Clock speed	: 16 Hz
EEPROM	: 4 KB
SRAM	: 8 KB



Gambar 2.6 Board Arduino Mega 2560

2.8 LCD (*Liquid Cristal Display*) ukuran 16 x 2

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. Di dalam LCD ini memiliki beberapa pin data, pengatur kecerahan layar atau kontras layar, serta pengendali catu daya.^[10]



Gambar 2.7 LCD (*Liquid Cristal Display*) 16 x 2

Tabel 2.3 Pin karakter LCD (*Liquid Cristal Display*)

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1	VSS	--	<i>Ground</i>
2	VCC	--	Daya Masukan + 5 V
3	VEE	--	Sumber daya untuk pengaturan kecerahan tampilan
4	RS	I	Sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika <i>low</i> (0) menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika <i>high</i> (1) menunjukkan data.
5	R/W	I	berfungsi sebagai instruksi pada modul jika <i>low</i> (0) tulis data, sedangkan <i>high</i> (1) baca data.
6	E	I	digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar
7	DB0	I/O	(tidak disambungkan kemanapun karena menggunakan data 4 bit) -
8	DB1	I/O	(tidak disambungkan kemanapun karena menggunakan data 4 bit) -
9	DB2	I/O	(tidak disambungkan kemanapun karena menggunakan data 4 bit) -
10	DB3	I/O	(tidak disambungkan kemanapun karena menggunakan data 4 bit) -
11	DB4	I/O	Data 4 bit
12	DB5	I/O	Data 4 bit
13	DB6	I/O	Data 4 bit
14	DB7	I/O	Data 4 bit
15	LED +	--	VCC
16	LED -	--	Ground

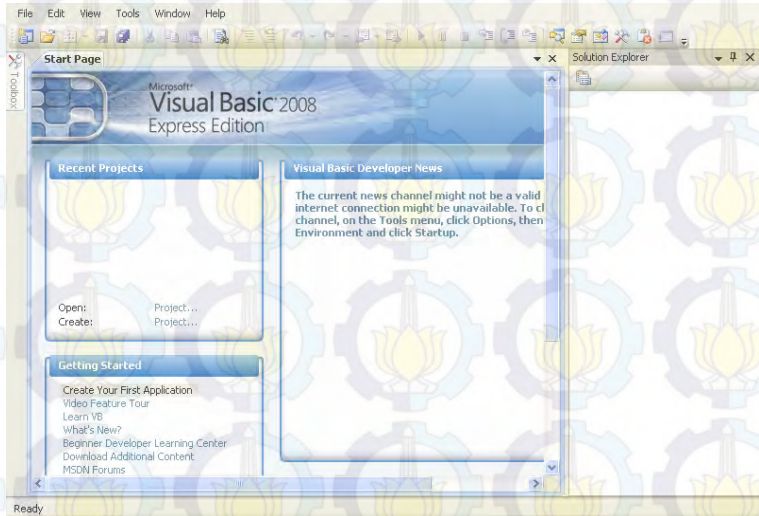
2.9 MVS 2008 (*Microsoft Visual Studio 2008*)

Visual Basic merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan dari bahasa pemrograman *basic*. Bahasa pemrograman *basic* merupakan bahasa pemrograman yang sangat populer, dikembangkan dari tahun 1963. *Basic* merupakan bahasa bagi pemula, mudah, dan andal untuk semua tujuan.

Visual Basic merupakan bahasa yang dikembangkan dari *basic* yang ditunjukkan untuk membuat program cepat dengan tampilan GUI (*Graphical User Interface*). Istilah ini sering disebut dengan RAD (*Rapid Application Development*).

Pemrograman menggunakan *visual basic* dibuat dengan beberapa tahap yaitu :

1. Menuliskan kode pemrograman dengan bantuan aplikasi IDE yaitu dengan menuliskan program menggunakan aplikasi *Microsoft Visual Studio 2008* atau *Visual Basic 2008 Express Edition*.
2. Mengkompilasi kode pemrograman tersebut menjadi program yang dapat dijalankan atau dieksekusi. Hasil kompilasi menggunakan instruksi CIL (*Common Intermediate Language*) atau MSIL (*Microsoft Intermediate Language*) yang hanya dimengerti oleh kompiler JIT (*Just In Time*) dan tidak dapat dieksekusi langsung pada komputer.
3. Penyebaran (distribusi) program komputer dengan *.NET Framework*.^[11]



Gambar 2.8 Visual Studio 2008

Aplikasi dan komponen yang ditulis pada *software* VBNet 2008 memiliki akses penuh ke *Net Framework*. *Net Framework* merupakan suatu kumpulan *library* yang telah terorganisir yang berguna sebagai fasilitas sistem dan aplikasi. Pada Tugas Akhir ini *software* Visual Studio 2008 berfungsi sebagai bahasa komunikasi untuk mengintegrasikan hasil pengukuran dari laju aliran udara dengan PC (*Personal Computer*) sehingga melalui *software* ini dapat dilakukan sistem monitoring laju aliran udara pada *AC Laboratory*.

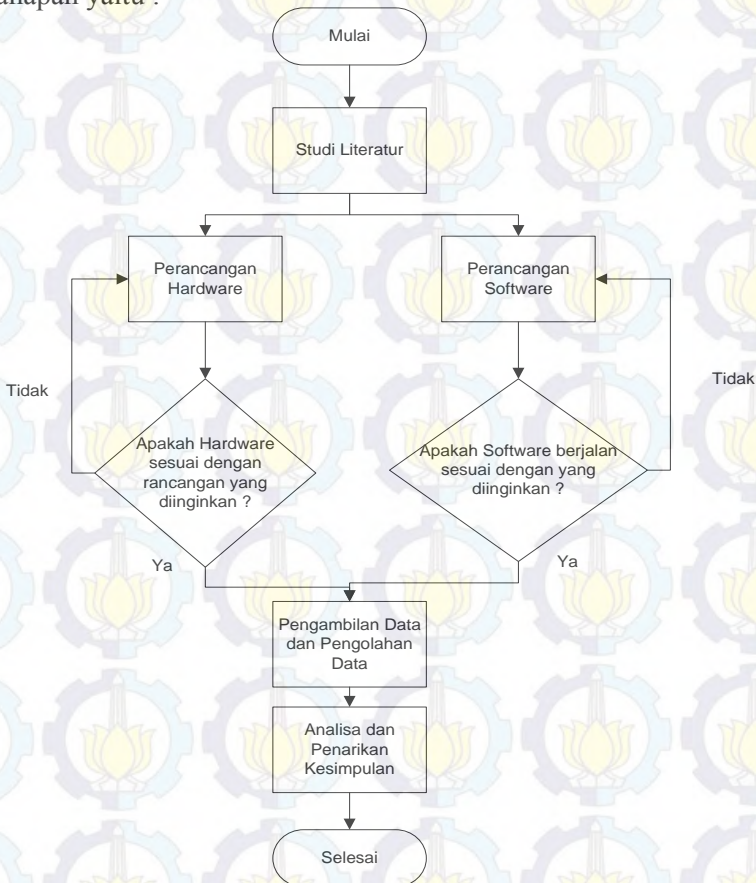


Halaman ini memang dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir yang digunakan pada pengerjaan tugas akhir ini yang dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu :



Gambar 3.1 Flowchart Pelaksanaan Tugas Akhir

Dari *flowchart* diatas merupakan metodologi penelitian yang didalamnya terdapat tahap-tahap dalam pengerjaan tugas akhir. Tahap pertama studi literatur dalam tahap ini yang dilakukan adalah memahami teori-teori yang digunakan yaitu : tentang *AC Laboratory* didalamnya terdapat siklus refrigeran yang berpengaruh pada kenyamanan *thermal* suatu ruangan, karakteristik pengukuran, ketidakpastian pengukuran, sensor *optocoupler*, arduino, dan *visual basic*. Tahap kedua pengumpulan komponen dan spesifikasi sensor, pada tahap ini menentukan spesifikasi dari sensor yang digunakan yaitu modul *optocoupler* FC-03, arduino mega, dan *visual basic* 2008. Tahap ketiga perancangan *hardware*, mekanik, dan *software*, pada tahap ini yaitu mendesain mekanik alat, mulai membuat rangkaian elektrik alat dan membuat tampilan pada *software visual basic*. Tahap keempat pengujian *hardware* dan *software* alat ukur, dalam pengujian alat ukur dibandingkan dengan anemometer. Ketika hasil *error* alat ukur kurang dari 10% dari anemometer standar maka dilanjutkan ketahap berikutnya yaitu pengambilan data laju aliran udara pada *AC Laboratory* yang dijalankan selama satu hari. Tahap terakhir yaitu penarikan kesimpulan dari hasil penelitian yang didapatkan.

3.2 Metodologi Penelitian

- **Studi Literatur**

Studi literature merupakan pegkajian dan pemahaman mengenai *AC Laboratory* untuk menjelaskan tentang siklus refrigeran yang berpengaruh pada kenyamanan *thermal* suatu ruangan, kemudian pemahaman tentang karakteristik static, ketidakpastian pengukuran, sensor *optocoupler*, arduino dan *visual basic*.

- **Pengumpulan Komponen dan Spesifikasi Sensor Alat Ukur**

Dalam tahap ini yang dilakukan yaitu mengumpulkan komponen yang digunakan untuk pembuatan alat ukur dan melakukan spesifikasi sensor yang dipakai. Sensor yang

dipakai yaitu modul *optocoupler* FC-03 dan *microcontroller* yang digunakan yaitu arduino mega 2560.

- **Perancangan Mekanik, Hardware, dan Software Alat Ukur**

Dalam perancangan mekanik, *hardware* dan *software* alat ukur terdapat tahap-tahap yang harus dilakukan yaitu mendesain dan membuat mekanik alat ukur laju aliran udara, membuat rangkaian modul *optocoupler* dengan arduino dan LCD (*Liquid Crystal Display*), dan *interfacing* arduino dengan *software Visual Basic 2008*.

- a. **Mekanik Alat Ukur**

Dalam perancangan mekanik alat ukur laju aliran udara ini dimulai dengan membuat baling-baling yang berjumlah tiga. Masing-masing lingkaran memiliki diameter 4 cm dengan panjang lengan 3,5 cm. Tinggi tiang penyangga 13,5 cm. Mekanik yang digunakan berjumlah 2 buah. Mekanik alat ukur ini dipasang dengan rangkaian modul *optocoupler* beserta *rotary encoder* dengan jumlah lubang sebanyak 30 lubang dan 35 lubang. Berikut ini mekanik alat ukur laju aliran udara dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Mekanik Alat Ukur Laju Aliran Udara

b. *Hardware* Alat Ukur

Selain merancang mekanik dibutuhkan *hardware* untuk membaca keluaran dari sensor. *Hardware* ini meliputi rangkaian modul sensor *optocoupler* yang dihubungkan dengan arduino dan display berupa LCD (*Liquid Crystal Display*),. Pada alat ukur laju aliran udara ini digunakan sensor dengan modul *optocoupler* tipe FC-03 yang didalamnya terdapat rangkaian komparator. Modul *optocoupler* ini prinsip kerjanya sama dengan sensor *optocoupler* U. Modul sensor *optocoupler* digunakan untuk membaca RPM dari alat. Agar dapat membaca RPM, modul sensor *optocoupler* dipasangkan dengan *rotary endcoder* yang memiliki 30 lubang. Ketika sensor *optocoupler* tidak terhalang piringan tersebut maka logika yang didapatkan *low*, sedang jika sensor *optocoupler* terhalang oleh piringan tersebut maka logika yang didapat adalah *high*. Modul sensor *optocoupler* memiliki tiga kaki keluaran yang dapat dilihat pada gambar 3.3. Ketiga Kaki tersebut akan dihubungkan dengan *microcontroller* arduino Mega 2560 dengan konfigurasi seperti pada Tabel 3.1.

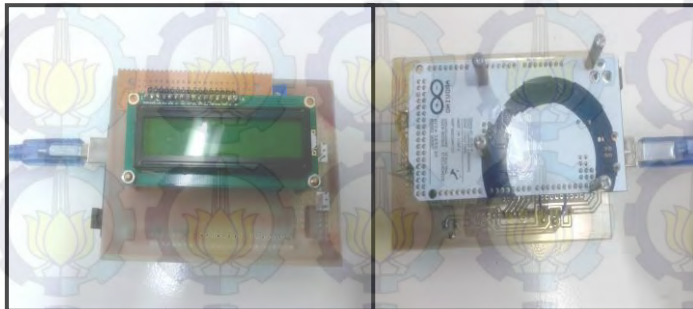
Tabel 3.1 Konfigurasi kaki sensor dengan Arduino Mega 2560

Kaki Modul Sensor Optocoupler	Warna Kabel	Pin Arduino
VCC	Merah	VCC 5 volt
Ground	Kuning	Ground
Digital Output	Hitam	Pin 2 PWM

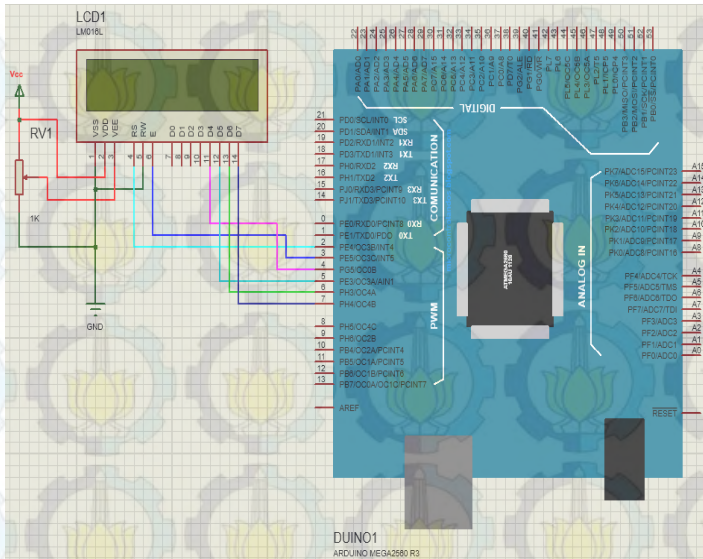


Gambar 3.3 Modul Sensor *Optocoupler* FC-03.

Modul Sensor *Optocoupler* FC-03 ini memiliki empat kaki yang terdiri dari *VCC*, *Ground*, *Analog Output* (AO), *Digital Output* (DO). Namun keluaran yang digunakan yaitu *Digital Output* (DO). Untuk menampilkan hasil pembacaan yang telah diproses pada arduino diperlukan rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*), yang dihubungkan dengan arduino mega 2560 yang dapat dilihat seperti Gambar 3.4.



Gambar 3.4 (a) Hardware LCD dengan Arduino Mega 2560.



Gambar 3.4 (b) Rangkaian LCD pada Arduino Mega 2560

c. Metode Pengukuran dengan Alat

Ketika baling-baling terkena hembusan udara, maka udara akan mengenai baling-baling, kemudian sensing elemen yang berupa *sensor optocoupler* dan *rotary encoder* akan mulai menghitung kecepatan udara dengan membaca putaran atau RPM dari keliling lingkaran lengan baling-baling saat berputar. Berikut ini rumus mencari RPM :

$$RPM = \frac{\text{jumlah pulsa yang dibaca perdetik} * 60}{\text{jumlah lubang}} \quad (3.1)$$

Keluaran RPM ini digunakan untuk menghitung kecepatan udara didalam *ducting AC Laboratory*. Berikut persamaan untuk menghitung kecepatan udara :

$$v = RPM \frac{2\pi}{60} x r \quad (3.2)$$

Setelah mendapatkan hasil dari kecepatan udara akan dikonversi ke persamaan laju aliran udara. Berikut persamaan laju aliran :

$$Q = A \cdot V \quad (3.3)$$

Keterangan :

Q = laju aliran udara (m^3/s)

A = Luas penampang (m^2)

= $0.0676 m^2$

V = Kecepatan aliran (m/s)

Sehingga alat ukur laju aliran ini didapatkan dari konversi kecepatan udara ke persamaan laju aliran udara yang terdapat pada persamaan 3.3.

d. *Software* Alat Ukur

Software yang digunakan yaitu IDE arduino dan *Visual Basic* 2008. *Software* IDE arduino digunakan untuk mengkode RPM, kecepatan udara kemudian laju aliran. Selain itu digunakan untuk mengkode *display* yang berupa LCD (*Liquid Crystal Display*). Berikut merupakan *software* IDE arduino dapat dilihat pada Gambar 3.5.



The image shows a screenshot of the Arduino IDE software interface. The window title is "rpm_alhamdulillah_1 | Arduino 1.0.6". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with icons for saving, undo, redo, and other functions. The main editor area displays a C++ sketch for calculating RPM. The code includes comments and mathematical calculations for converting frequency to RPM and calculating linear velocities (vx, vz) and angular velocities (v1, v2). It also shows interrupt handling for two pins (0 and 2) and serial printing of the results. The status bar at the bottom indicates "1" and "Arduino Mega 2560 or Mega ADK on COM15".

```

rpm_alhamdulillah_1
//Disable interrupt when calculating

float rpm = (rpmcount*60/30); //Convert frequency to RPM
float rpml = (rpmcountl*60/35); //Convert frequency to RPM
float vx = ( rpm * 2 * 3.14 * 0.075 ) / 60 ;
float v1 = vx ;
float vz = ( rpml * 2 * 3.14 * 0.075 ) / 60 ;
float v2 = vz ;
float Q = 0.0676*v1;
float Q1 = 0.0676*v2;
lastmillis = millis(); // Uptade lasmillis
rpmcount = 0; // Restart the RPM counter
rpmcountl =0;

attachInterrupt(0, rpm_fan, FALLING); //enable interrupt
attachInterrupt(2, rpm_fanl, FALLING); //enable interrupt

//Serial.print(" Hz= "); //print the word "Hz".
//Serial.print(rpmcount); /*print revolutions per second or Hz.

```

Gambar 3.5 Software IDE Arduino

Software Visual Basic 2008 untuk komunikasi antara arduino mega 2560 dengan PC (*Personal Computer*) atau laptop yang digunakan untuk *monitoring* laju aliran udara dan menyimpan data laju aliran udara dalam *database*. Tampilan *software visual basic* dapat dilihat seperti Gambar 3.6.



```

Form1.vb Form1.vb [Design] VB1
Button2 Click
Private Sub ComboBox1_SelectedIndexChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles ComboBox1.SelectedIndexChanged
    End Sub
Private Sub TextBox1_TextChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles TextBox1.TextChanged
    End Sub
Private Sub Button2_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button2.Click
    Dim newconnection As New OleDb.OleDbConnection(My.Settings.koneksi)
    Dim addstr As String = "INSERT INTO 'Data Monitoring' ('Kecepatan', 'Laju Aliran') VALUES (add1)"
    Dim addnewcommand As New OleDb.OleDbCommand
    addnewcommand.Connection = newconnection
    addnewcommand.CommandText = addstr
    addnewcommand.Parameters.AddWithValue("add1", TextBox1.Text)
    newconnection.Open()
    addnewcommand.ExecuteNonQuery()
    newconnection.Close()
    MsgBox("Account Created Successful")
    End Sub

```

Gambar 3.6 (a) Listing Program Visual Basic 2008.



Configure Serial Port | Monitoring Chart

Configure Serial Port and Baudrate

Serial Port:

Baudrate:

Button Command

START ADD
STOP EDIT
RECORD DELETED
STOP RECORD QUIT

Data Record

V:

V1:

Q:

Q1:

Date:

Time:

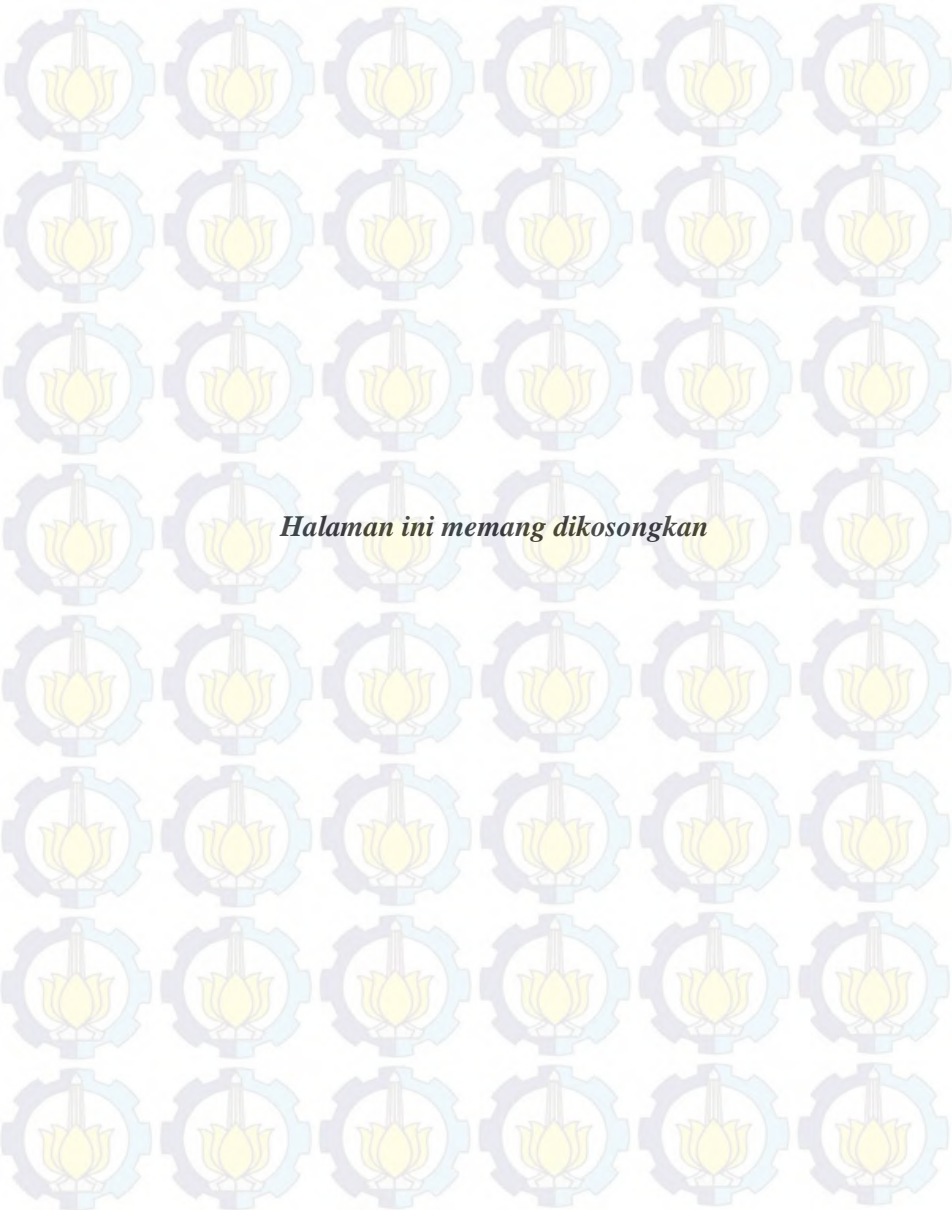
No:

ID	V	V1	Q	Q1	Date	Time
48	2.13	2.56	0.14	0.17	5/7/2015	4:33:43 AM
49	2.16	2.69	0.15	0.18	5/7/2015	4:33:49 AM
50	2.13	2.59	0.14	0.18	5/7/2015	4:33:54 AM
51	2.17	2.57	0.15	0.17	5/7/2015	4:34:00 AM
52	2.15	2.5	0.15	0.17	5/7/2015	4:34:05 AM

Gambar 3.6 (b) Tampilan *Form Monitoring Laju Aliran Udara*.

- **Metode Kalibrasi Alat Ukur dengan Anemometer**

Pengujian alat ukur dilakukan untuk mengetahui nilai keluaran alat ukur sudah sesuai dengan keadaan sebenarnya. Setelah mekanik, *hardware* dan *software* telah selesai dibuat maka yang dilakukan adalah pengujian terhadap alat ukur untuk mengetahui keluaran yang berupa kecepatan aliran udara. Alat ukur ini akan dibandingkan dengan menggunakan anemometer. Metode kalibrasi yang digunakan yaitu alat ukur diletakkan pada *ducting AC laboratory* dengan jarak 12 cm pada titik keluaran *ducting* dengan putaran fan yang berbeda mulai 30 sampai dengan 100 knop kemudian dengan perbedaan waktu namun tetap pada hari yang sama dibandingkan dengan alat ukur standar yaitu anemometer dengan menempatkan anemometer pada jarak yang sama yaitu jarak 12 cm pada titik keluaran *ducting* dengan putaran fan yang berbeda mulai 30 sampai dengan 100 knop Untuk hasil pengujian alat ukur dapat dilihat pada bab selanjutnya.



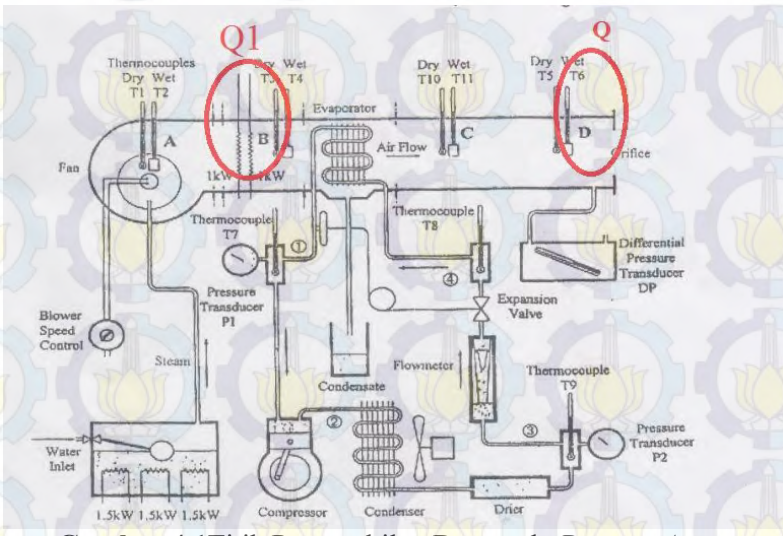
Halaman ini memang dikosongkan

BAB IV ANALISA DATA

4.1 Analisa Data

Pada tugas akhir tentang monitoring dan akusisi data laju aliran udara pada *ducting air conditioning laboratory* unit A575 berbasis arduino dilakukan pengambilan data. Berikut adalah pengambilan datanya, antarlain :

Pengambilan data pada ducting ini dilakukan pada dua tempat yaitu pada titik Q dan Q_1 .



Gambar 4.1Titik Pengambilan Data pada *Ducting Air Conditioning Laboratory* unit A575.

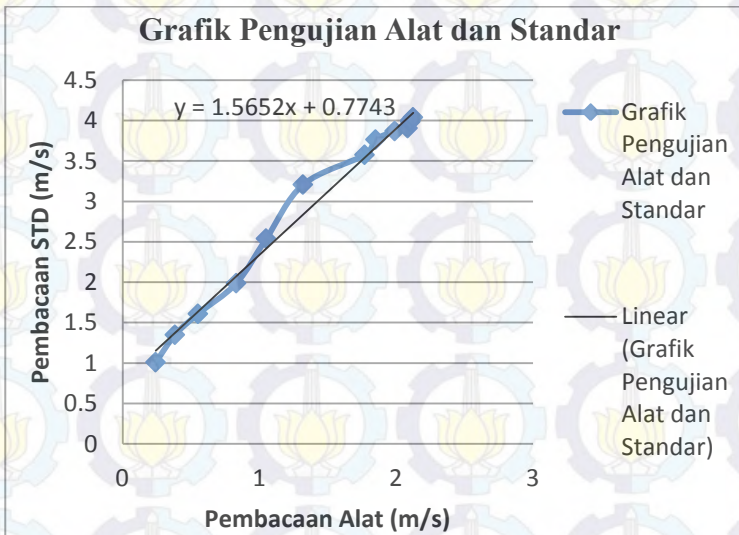
4.1.1 PengujianAlatUkur

Pada pengujian alat ukur ini, dilakukan untuk mengetahui apakah keluaran alat ukur yang berupa kecepatan aliran udara sudah sesuai dengan standar yaitu anemometer. Berikut adalah hasil data pengujian alat ukur:

Tabel 4.1 Data Pengujian Alat Ukur

Knop	Pembacaan Standar	Pembacaan Naik	Pembacaan Turun	Rata-rata pembacaan alat	error	% error
30	1.01	0.30	0.18	0.24	-0.77	0.76
35	1.35	0.49	0.28	0.38	-0.97	0.72
40	1.61	0.62	0.48	0.55	-1.06	0.66
45	1.99	0.84	0.82	0.83	-1.16	0.58
50	2.54	1.09	1.01	1.05	-1.49	0.59
55	3.21	1.29	1.35	1.32	-1.89	0.59
60	3.58	1.64	1.90	1.77	-1.81	0.51
65	3.77	1.84	1.86	1.85	-1.92	0.51
70	3.87	2.02	1.96	1.99	-1.88	0.49
75	3.91	2.13	2.04	2.08	-1.82	0.47
80	3.99	2.19	2.02	2.10	-1.88	0.47
85	4.00	2.21	2.00	2.10	-1.90	0.47
90	4.04	2.24	2.00	2.12	-1.92	0.47
95	4.08	2.14	2.09	2.12	-1.97	0.48
100	4.09	2.16	2.13	2.15	-1.95	0.48
Jumlah	47.04			1.51		0.55
Rata-Rata	3.14					

Dari hasil pengujian alat pada Tabel 4.1 dapat dilihat dengan grafik dan didapatkan regresi liniernya. Hasil grafik pengujian alat dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Pembacaan Alat Ukur yang dibuat dengan Pembacaan Standar.

Dari Gambar 4.2 menunjukkan pengujian pembacaan alat ukur yang dibuat dengan membandingkan pembacaan alat ukur standar, dimana didapatkan persamaan yang akan dijadikan acuan konversi keluaran dari sensor menjadi besaran yang sesuai dengan besaran fisis. Persamaan garis yang didapatkan pada Gambar 4.2 yaitu $y = 1.561x + 0.777$, dimana y merupakan pembacaan alat ukur yang dibuat dan x merupakan pembacaan standar.

4.1.2 Data Spesifikasi Alat

Berdasarkan data yang didapat pada pengujian spesifikasi alat maka didapatkan data karakteristik statis alat sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Spesifikasi Alat

No.	Knop	STD	PembacaanAlat		Beda Histerisis	(STD-Alat)/STD	Non Linieritas
			Naik	Turun			
1	30	1.01	1.47	1.12	-0.35	0.46	0.00
2	35	1.35	1.86	1.56	-0.30	0.38	0.09
3	40	1.61	2.18	1.93	-0.25	0.35	0.18
4	45	1.99	2.58	2.54	-0.04	0.30	0.25
5	50	2.54	3.08	2.61	-0.47	0.21	0.26
6	55	3.21	3.53	3.02	-0.51	0.10	0.12
7	60	3.58	3.89	3.55	-0.34	0.09	0.16
8	65	3.77	4.07	3.60	-0.47	0.08	0.16
9	70	3.87	4.17	3.73	-0.44	0.08	0.17
10	75	3.91	4.15	3.88	-0.27	0.06	0.12
11	80	3.99	4.20	4.08	-0.12	0.05	0.10
12	85	4.00	4.16	4.13	-0.03	0.04	0.04
13	90	4.04	4.18	4.16	-0.02	0.03	0.03
14	95	4.08	4.14	4.21	0.07	0.01	-0.04
15	100	4.09	4.15	4.17	0.02	0.01	-0.04
Jumlah			51.82	48.30		2.26	1.58
Rata-Rata			3.45	3.22		0.15	0.11

Sehingga menghasilkan nilai :

a. <i>Range</i>	: 30 knop – 100 knop/ 1,47 m/s - 4,20m/s
b. <i>Span</i>	: 70 knop/ 2.72 m/s
c. Resolusi	: 0,01
d. Sensitivitas (K)	: 0,8837
e. Maksimum <i>non-Linieritas</i>	: 0,257
f. <i>Non-linieritas</i>	: 0,094%
g. Histerisis	: 0.021593
h. Akurasi	: 0,8492
i. Kesalahan (<i>error</i>)	: 0,151

Berikut ini hasil perhitungan nilai karakteristik statik alat ukur rpm berdasarkan data pada Tabel 4.1

- Sensitivitas $\frac{\Delta O}{\Delta I}$
- *Non – Linieritas*
(N(I)) = O(I) – (KI + a)

Non – linieritas maksimum per unit

Dimana :

$$K \text{ (sensitivitas)} = 1$$

$$a \text{ (zero bias)} = O_{\min} - KI_{\min}$$

$$a = 1,47 - (0,88)(1,01)$$

$$a = 0,578$$

$$N \text{ (Non Linieritas Maksimum)} = 0,257$$

sehingga :

Non-linieritas maksimum per unit

- Histerisis :

$H(I) = O(I)_{I\uparrow} - O(I)_{I\downarrow}$, $H = H(I)_{max}$ sehingga :

% maksimum histerisis =

- KetidakAkurasi :

$\frac{Yn - Xn}{Yn}$,

Dengan :

Yn = Pembacaan Standar

Xn = Pembacaan Alat

- Akurasi :

$A = 100 - (0,849 \times 100\%)$

$= 99,15\%$

- Error :

$e = \left| \frac{Yn - Xn}{Yn} \right| \times 100\%$,

$e = 0,1005 \%$

Tabel 4.3 Data Kalibrasi Alat

Knop	Pembacaan Standar	Pembacaan Alat		Rata-Rata Pembacaan	Koreksi	yreg	Residu	R ²
		Naik	Turun					
30	1.01	1.47	1.12	1.29	-0.28	-0.44	0.16	0.03
35	1.35	1.86	1.56	1.71	-0.36	-0.41	0.04	0.00
40	1.61	2.18	1.93	2.06	-0.45	-0.38	-0.07	0.01
45	1.99	2.58	2.54	2.56	-0.57	-0.33	-0.24	0.06
50	2.54	3.08	2.61	2.85	-0.31	-0.27	-0.04	0.00
55	3.21	3.53	3.02	3.28	-0.07	-0.19	0.12	0.02
60	3.58	3.89	3.55	3.72	-0.15	-0.15	0.01	0.00
65	3.77	4.07	3.60	3.83	-0.07	-0.13	0.06	0.00
70	3.87	4.17	3.73	3.95	-0.08	-0.12	0.04	0.00
75	3.91	4.15	3.88	4.02	-0.11	-0.11	0.00	0.00
80	3.99	4.20	4.08	4.14	-0.15	-0.10	-0.05	0.00
85	4.00	4.16	4.13	4.14	-0.14	-0.10	-0.04	0.00
90	4.04	4.18	4.16	4.17	-0.13	-0.10	-0.03	0.00
95	4.08	4.14	4.21	4.18	-0.09	-0.09	0.00	0.00
100	4.09	4.15	4.17	4.16	-0.07	-0.09	0.02	0.00
Jumlah	47.04			50.06	-3.02		SSR =>>	0.12
Rata-rata	3.14			3.34	-0.20			

Berikut merupakan perhitungan ketidakpastian alat ukur berdasarkan Tabel 4.3.

- Nilai ketidakpastian tipe A

$$\sigma (\text{Standart Deviasi Koreksi}) = \frac{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}{n - 1}$$

Dimana :

Sehingga nilai ketidakpastian tipe A adalah :

$$\frac{\sqrt{\quad}}{\sqrt{\quad}}$$

Sedangkan nilai ketidakpastian regresi U_{a2} adalah

$$\sqrt{\quad}$$

Dimana :

SSR (*Sum Square Residual*) = \sum SR (*Square Residual*)

SR = R^2 (*Residu*)

Y_i (Nilai koreksi) = Pemb. standar (t_i) – Pemb. alat (x_i)

$$= ($$

$$= - (-$$

$$= \frac{\sum - \sum}{\sum - (\sum)} = ,$$

$$= \frac{(- ,) - (- ,)}{(- ,) - (- ,)} = 0,11$$

Sehingga nilai :

$$= \left(\begin{matrix} 0,003 \\ 0,003 \end{matrix} \right)$$

Jadi, persamaan regresi menjadi

$$= (0,003, 0,003)$$

Yang menghasilkan nilai SSR = 0,93

$$\sqrt{\quad}$$

- Nilai ketidakpastian tipe B
Pada ketidakpastian tipe B ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{B1}) dan ketidakpastian alat standar anemometer (U_{B2}). Berikut ini adalah perhitungan ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{-R}{\sqrt{\quad}} = \frac{-}{\sqrt{\quad}} = \mathbf{0,003}$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k}$$

dikarenakan pada alat standar terdapat sertifikat kalibrasinya maka nilai a (ketidakpastian sertifikat kalibrasi) dianggap mendekati 0, dan nilai faktor cakupan dianggap 2,0. Sehingga hasil : $U_{B2} = \mathbf{0}$

- Nilai ketidakpastian kombinasi U_c :

$$U_c = \sqrt{\quad, \quad, \quad}$$

$$U_c = \mathbf{0,048}$$

Dengan kondisi V atau derajat kebebasan dari kedua tipe ketidakpastian, sebagai berikut :

$V = n-1$, sehingga :

$$V_1 = 14; V_2 = 14 \quad V = \infty \quad V = (\quad T$$

Dengan nilai V_{eff} (Nilai derajat kebebasan efektif) sebagai berikut :

$$V = \frac{(\quad)}{\Sigma(\quad) / \sqrt{\quad}}$$

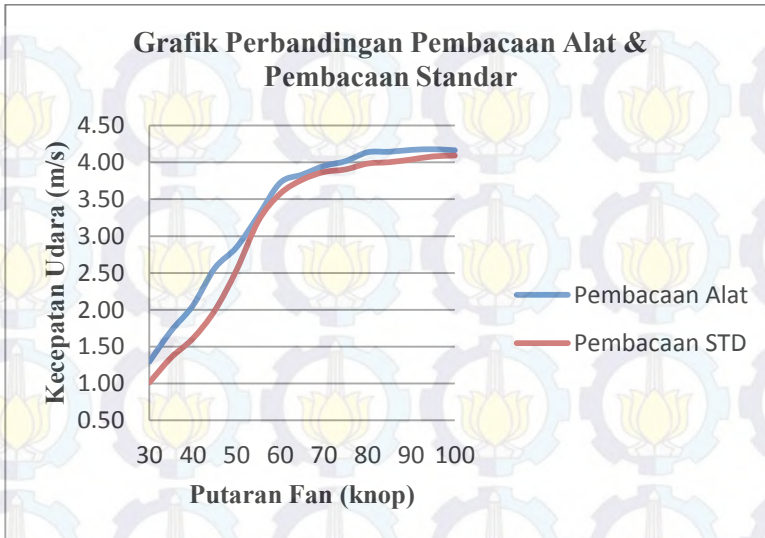
$$= \frac{(\quad)}{(\quad) / \sqrt{(\quad) / \infty} + (\quad) / \sqrt{(\quad)}}$$

$V_{eff} = 24,256$, sehingga jika dibulatkan menjadi 24, dimana pada table *T-student* menghasilkan nilai k (faktor koreksi) sebesar 1,699.

Oleh karena itu, hasil nilai ketidakpastian diperluas sebesar :

$$= \quad = \quad , \quad = \quad ,$$

Sehingga berdasarkan perhitungan ketidakpastian diperluas diatas, menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar $\pm 0,08313$ dengan tingkat kepercayaan 95% dari tabel *T-Student*. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur selama alat ukur tersebut digunakan.



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Pembacaan Alat dan Standar

Pada Gambar 4.3 didapat grafik perbandingan pembacaan antara pembacaan alat dan standar, dari Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pembacaan alat yang ditunjukkan dengan garis grafik warna biru memiliki respon yang selalu naik sesuai dengan pertambahan putaran fan. Hal sama juga ditunjukkan pada pembacaan standar menggunakan anemometer, memiliki respon yang selalu naik sesuai dengan pertambahan putaran fan.

4.1.3 Monitoring Laju Aliran pada *Ducting Air Conditioning Laboratory unit A575*

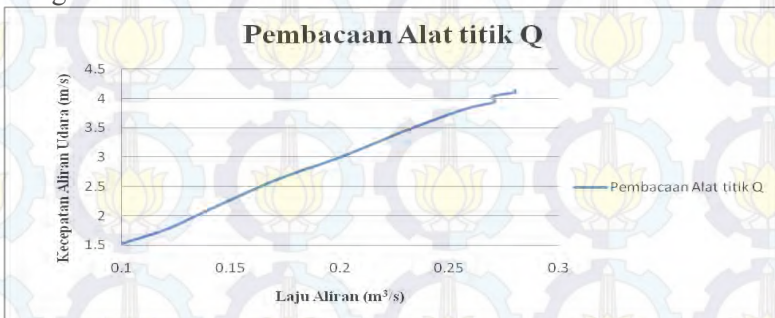
Monitoring ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar laju aliran udara yang dikeluarkan dari *ducting air conditioning laboratory unit A575*. Keluaran dari *ducting air conditioning laboratory unit A575* berpengaruh pada kenyamanan termal suatu ruangan, keluaran yang disarankan untuk suatu ruangan atau kantor pribadi berkisar 2,5 m/s – 3,7 m/s . Data laju aliran udara ini diambil setiap 5 kenaikan putaran fan yaitu 30-100 knop dengan mengambil sebanyak 60 data pembacaan alat kemudian

dirata-rata. Berikut merupakan hasil rata-rata pengambilan data monitoring pada *ducting air conditioning laboratory unit A575*.

Tabel 4.4 Rata-Rata Pembacaan pada Titik Q

No.	Knop	V (m/s)	Q (m ³ /s)
1	30	1.52	0.1
2	35	1.76	0.12
3	40	2.1	0.14
4	45	2.6	0.17
5	50	3	0.2
6	55	3.45	0.23
7	60	3.73	0.25
8	65	3.85	0.26
9	70	3.93	0.27
10	75	3.98	0.27
11	80	3.98	0.27
12	85	4.04	0.27
13	90	4.1	0.28
14	95	4.1	0.28
15	100	4.14	0.28

Dengan grafik perbandingan antara laju aliran dan kecepatan sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Hasil *Monitoring* Pembacaan Alat pada titik Q

Dari Tabel 4.4 didapatkan hasil bahwa setiap kenaikan putaran fan kecepatan udara semakin meningkat dan laju aliran udara juga meningkat. Pada Grafik 4.4 perbandingan antara laju aliran dan kecepatan aliran udara didapatkan garis yang selalu naik sesuai dengan kenaikan pada setiap kecepatan udara.

Tabel 4.5 Rata-Rata Pembacaan pada Titik Q₁

No.	Knop	V ₁ (m/s)	Q ₁ (m ³ /s)
1	30	1.71	0.12
2	35	2.28	0.15
3	40	2.67	0.18
4	45	3.56	0.24
5	50	4.39	0.3
6	55	5.37	0.36
7	60	5.32	0.36
8	65	5.46	0.37
9	70	5.65	0.38
10	75	5.68	0.38
11	80	5.68	0.38
12	85	5.67	0.38
13	90	5.67	0.38
14	95	5.66	0.38
15	100	5.67	0.38

Dengan grafik perbandingan antara laju aliran dan kecepatan sebagai berikut :



Gambar 4.5 Grafik Hasil *Monitoring* Pembacaan Alat pada Titik Q_1 .

Dari Tabel 4.5 didapatkan hasil bahwa setiap kenaikan putaran fan kecepatan udara semakin meningkat dan laju aliran udara juga meningkat. Pada Grafik 4.4 perbandingan antara laju aliran dan kecepatan aliran udara didapatkan garis yang selalu naik sesuai dengan kenaikan pada setiap kecepatan udara.

Pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 dapat dilihat juga bahwa kecepatan udara yang dihasilkan pada titik Q_1 lebih besar dari pada titik Q yang terletak pada keluaran ducting. Hal tersebut dikarenakan setelah aliran udara melewati titik Q_1 , aliran udara juga melewati evaporator yang letaknya didalam ducting dan setelah *evaporator* juga terdapat komponen *heater*. Dikarenakan kecepatan aliran udara tersebut terhalang *evaporator* dan *heater* maka terjadi penurunan kecepatan aliran udara yang menyebabkan keluaran pada titik Q menjadi kecil.

Kecepatan aliran udara pada *ducting* berpengaruh pada kenyamanan termal suatu ruangan. Keluaran yang disarankan pada *ducting air laboratory* untuk suatu ruangan atau kantor pribadi yaitu sebesar $2,5 \text{ m/s} - 3,7 \text{ m/s}$. Dari hasil monitoring

pada *ducting air conditioning laboratory unit A575* yang terdapat pada Tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa *air conditioning laboratory unit A575* dapat mengeluarkan kecepatan aliran udara yang sesuai dengan keluaran yang disarankan yaitu pada putaran fan 40-60 knop dengan hasil kecepatan aliran udara sebesar 2,1 m/s – 3,73 m/s dengan laju aliran udara sebesar 0,14 m³/s - 0,25 m³/s .





Halaman ini memang dikosongkan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian sistem monitoring laju aliran udara pada *ducting air conditioning laboratory unit A575* dapat diambil kesimpulan, yaitu :

- a. Pada sistem monitoring laju aliran udara didapat kecepatan aliran udara memiliki prosentase akurasi mencapai 99,15% dan prosentase error 0,1005%.
- b. Sistem monitoring laju aliran udara didapatkan kecepatan aliran udara yang telah dikembangkan memiliki nilai ketidakpastian pengukuran sebesar $\pm 0,082$ m/s.
- c. Dari hasil monitoring pada *ducting air conditioning laboratory unit A575* yang terdapat pada tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa *air conditioning laboratory unit A575* dapat mengeluarkan kecepatan aliran udara yang sesuai dengan keluaran yang disarankan yaitu pada putaran fan 40-60 knop dengan hasil kecepatan aliran udara sebesar 2,1 m/s – 3,73 m/s dengan laju aliran udara sebesar 0,14 m³/s - 0,25 m³/s .

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan pada penelitian selanjutnya adalah :

- a. Sebaiknya mekanik yang digunakan harus memiliki ukuran dan desain yang lebih baik.
- b. Sebaiknya pengambilan seluruh data diintegrasikan dan dilakukan bersamaan.



Halaman ini memang dikosongkan

Daftar Pustaka

- [1] Stocker, Wilbert., dkk. 1994. Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Edisi Kedua. Jakarta: Penerbit Airlangga. Hal 56
- [2] Arismunandar, Wiranto, Saito, Heizo.2002. Penyegaran Udara. Jakarta : Pradnya Paramita. Hal 2
- [3] Arismunandar, Wiranto, Saito, Heizo.2002. Penyegaran Udara. Jakarta : Pradnya Paramita. Hal 96
- [4] Arismunandar, Wiranto, Saito, Heizo.2002. Penyegaran Udara. Jakarta : Pradnya Paramita. Hal 176
- [5] Ir. M . Orianto, BSE. , Ir.W.A Pratikto, M.Sc.1989. Mekanika Fluida I. Yogjakarta. BPFE-Yogjakarta.
- [6] Bentley, John P. 2005. *"Principles of Measurement System 4th Edition"*. London : Prentice Hall.
- [7] Laboratorium Pengukuran Fisis. 2013. "Modul Teknik Pengukuran dan Kalibrasi". ITS. Surabaya.
- [8] Banodin, Rizal. *Alat Penunjuk Arah Angin dan Pengukur Kecepatan Angin Berbasis Mikrokontroller AT89C51*. Universitas Diponegoro: Semarang
- [9]<URL:<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>>
- [10]<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/lcd-liquid-cristal-display>. Diakses pada tanggal 19 Mei 2015 pukul 13.00 WIB
- [11] Supardi, Yuniar.2011.Semua Bisa Menjadi Programmer VB 6 Hingga VB 2008 Basic.Jakarta : Elex Media Komputindo

LAMPIRAN A (DATA PENGUJIAN ALAT DAN KALIBRASI)

Tabel A.1. Data Pengujian Alat

Knop	STD	Pembacaan Naik															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
30	1.01	0.36	0.36	0.33	0.35	0.28	0.28	0.25	0.27	0.35	0.35	0.3	0.35	0.28	0.36	0.35	0.36
35	1.35	0.44	0.46	0.5	0.46	0.53	0.52	0.44	0.5	0.58	0.42	0.42	0.52	0.61	0.41	0.55	0.52
40	1.61	0.6	0.64	0.66	0.63	0.52	0.61	0.57	0.63	0.63	0.68	0.66	0.66	0.5	0.82	0.61	0.58
45	1.99	0.86	0.94	0.86	0.88	0.74	0.82	0.75	0.74	0.94	0.85	0.77	0.93	0.86	0.82	0.71	0.96
50	2.54	1.13	1.19	1.13	1.02	1.07	1.04	1.18	1.15	1.08	1.13	1.1	0.99	1.08	1.05	1.04	1.15
55	3.21	1.29	1.29	1.3	1.24	1.21	1.29	1.27	1.22	1.38	1.26	1.27	1.48	1.24	1.18	1.26	1.29
60	3.58	1.7	1.68	1.71	1.71	1.71	1.63	1.7	1.7	1.6	1.65	1.76	1.73	1.81	1.73	1.65	1.73
65	3.77	1.87	1.88	1.87	1.73	2.06	1.73	1.82	1.79	1.79	1.96	2.01	1.81	1.85	1.73	1.96	1.77
70	3.87	1.99	1.92	2.1	2.12	1.99	2.14	1.96	2.03	1.95	1.98	2.09	2.01	1.96	2.07	2.12	1.95
75	3.91	2.01	2.21	2.04	2.03	2.12	2.2	2.1	2.36	2.15	2.03	2.14	2.1	2.15	2.01	2.15	2.07
80	3.99	2.03	2.15	2.26	2.18	2.17	2.23	2.04	2.15	2.1	2.14	2.1	2.03	2.12	2.14	2.28	2.26
85	4	2.23	2.29	2.14	2.26	2.18	2.21	2.18	2.14	2.25	2.28	2.18	2.21	2.17	2.39	2.36	2.31
90	4.04	2.07	2.14	2.25	2.23	2.23	2.31	2.29	2.15	2.42	2.23	2.23	2.29	2.31	2.23	2.17	2.34
95	4.08	2.1	2.29	2.2	2.36	2.32	2.18	2.15	2.23	2.2	2.12	1.99	2.15	2.31	2.17	2.32	2.18
100	4.09	2.12	2.1	1.96	2.15	2.04	2.2	2.17	2.1	2.03	2.1	2.25	2.14	2.21	2.03	1.98	2.1

Tabel A.1. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Naik																	
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
30	1.01	0.31	0.36	0.3	0.24	0.3	0.25	0.27	0.28	0.27	0.36	0.3	0.39	0.36	0.36	0.28	0.22	0.31	0.31
35	1.35	0.55	0.53	0.44	0.55	0.46	0.46	0.55	0.46	0.46	0.53	0.55	0.49	0.46	0.5	0.42	0.46	0.49	0.47
40	1.61	0.6	0.64	0.63	0.63	0.69	0.66	0.58	0.61	0.61	0.52	0.63	0.63	0.68	0.55	0.61	0.52	0.71	0.68
45	1.99	0.93	0.85	0.89	0.89	0.89	0.8	0.88	0.85	0.88	0.69	0.79	0.68	0.79	0.93	0.8	0.86	0.75	0.77
50	2.54	0.94	1	1.08	1.13	1.07	1.22	1.11	1.11	1.07	1.05	0.94	1.13	1.05	1.11	0.97	1.07	1.07	1.15
55	3.21	1.33	1.37	1.38	1.35	1.44	1.26	1.24	1.26	1.33	1.32	1.29	1.22	1.24	1.27	1.16	1.26	1.48	1.35
60	3.58	1.62	1.62	1.6	1.54	1.51	1.57	1.65	1.7	1.7	1.79	1.6	1.76	1.65	1.57	1.65	1.7	1.51	1.65
65	3.77	1.77	1.85	1.85	1.98	1.93	1.57	1.73	1.76	1.85	2.01	1.88	1.73	1.74	1.79	1.85	1.79	1.76	1.82
70	3.87	2.25	2.04	2.06	1.96	2.06	2.06	2.06	2.07	2.01	1.87	2.18	2.06	2.06	1.96	2.09	2.03	2.14	2.1
75	3.91	2.06	2.14	2.1	2.03	2.18	2.29	2.17	2.18	2.01	2.2	2.1	2.31	2.09	2.1	2.18	2.09	2.32	2.2
80	3.99	2.18	2.36	2.15	2.23	2.07	2.34	2.21	2.21	2.14	2.12	2.31	2.2	2.28	2.29	2.18	2.21	2.31	2.12
85	4	2.21	2.1	2.28	2.32	2.17	2.28	2.29	2.14	2.25	2.15	2.21	2.12	2.26	2.34	2.32	2.25	2.12	2.21
90	4.04	2.25	2.1	2.32	2.29	2.28	2.32	2.12	2.48	2.21	2.07	2.31	2.17	2.34	2.26	2.29	2.29	2.25	2.03
95	4.08	2.01	2.1	2.17	2.09	2.07	2.01	2.25	2.09	2.09	2.01	1.99	2.17	2.14	2.1	2.04	2.21	2.14	2.2
100	4.09	2.04	2.28	2.04	2.1	1.9	2.26	2.25	2.17	2.17	2.23	2.43	2.34	2.04	2.2	2.23	2.04	2.21	2.2

Tabel A.1. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Naik															
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
30	1.01	0.24	0.28	0.25	0.25	0.25	0.27	0.33	0.27	0.24	0.28	0.24	0.27	0.38	0.33	0.38	0.22
35	1.35	0.44	0.47	0.44	0.46	0.49	0.58	0.46	0.42	0.53	0.52	0.46	0.5	0.44	0.44	0.52	0.46
40	1.61	0.8	0.61	0.71	0.61	0.6	0.64	0.69	0.6	0.64	0.55	0.58	0.58	0.63	0.6	0.63	0.49
45	1.99	0.83	0.82	0.91	0.93	0.85	1.02	0.94	0.89	0.79	0.82	0.85	0.74	0.88	0.75	0.8	0.8
50	2.54	1.15	1.08	1.18	1.24	1.07	1.21	0.99	1.11	1.05	1.02	1.08	1	1.15	1.04	1.1	1.16
55	3.21	1.26	1.15	1.3	1.29	1.4	1.16	1.3	1.27	1.3	1.27	1.22	1.27	1.32	1.24	1.33	1.24
60	3.58	1.65	1.48	1.55	1.63	1.65	1.65	1.44	1.52	1.71	1.51	1.65	1.68	1.6	1.63	1.57	1.6
65	3.77	1.84	1.92	2.01	1.92	1.9	1.81	1.9	1.84	1.77	1.98	1.82	1.9	1.71	1.79	1.87	1.84
70	3.87	1.98	1.99	2.1	1.98	2.06	2.01	1.82	1.9	1.93	1.99	2.01	1.93	2.03	2.03	1.95	1.98
75	3.91	2.1	2.17	2.07	2.21	2.2	2.14	2.18	1.99	2.09	1.98	2.14	2.31	2.12	2.21	2.06	2.04
80	3.99	2.12	2.31	2.15	2.26	2.31	2.15	2.09	2.26	2.14	2.2	2.25	2.23	2.14	2.29	2.14	2.29
85	4	2.07	2.17	2.17	2.26	2.29	2.18	2.23	2.06	2.37	2.09	2.14	2.26	2.21	2.07	2.01	2.07
90	4.04	2.09	2.15	2.29	2.36	2.37	2.31	2.26	2.2	2.31	2.23	2.37	2.12	2.12	2.28	2.18	2.26
95	4.08	2.06	2.07	2.04	2.18	2.28	2.15	2.43	1.99	2.15	1.96	2.1	1.98	2.07	2.15	2.1	2.15
100	4.09	2.23	2.25	2.18	2.1	2.12	2.21	2.34	2.25	2.26	2.09	2.03	2.17	2.17	2.18	2.26	2.32

Tabel A.1. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Turun															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
30	1.01	0.16	0.19	0.19	0.19	0.14	0.2	0.19	0.24	0.17	0.09	0.22	0.17	0.22	0.22	0.19	0.17
35	1.35	0.28	0.33	0.33	0.28	0.3	0.25	0.2	0.35	0.3	0.33	0.28	0.3	0.35	0.27	0.3	0.24
40	1.61	0.55	0.46	0.38	0.47	0.42	0.5	0.44	0.58	0.5	0.47	0.49	0.5	0.49	0.42	0.49	0.46
45	1.99	0.74	0.75	0.91	0.79	0.74	0.94	0.96	0.86	0.91	0.82	0.75	0.89	0.85	0.85	0.8	0.83
50	2.54	0.94	0.97	1.05	1.07	1.04	1.05	1.07	1.04	0.97	1.05	1.04	0.94	1.04	1.18	0.97	1
55	3.21	1.29	1.46	1.22	1.33	1.27	1.41	1.37	1.37	1.32	1.46	1.24	1.24	1.33	1.43	1.27	1.38
60	3.58	1.88	1.79	1.84	1.82	1.85	1.82	1.85	1.92	1.9	2.01	1.9	1.82	1.81	1.93	1.82	1.81
65	3.77	1.93	1.81	1.84	1.92	2.03	1.76	1.82	2.04	1.99	1.87	1.74	1.81	1.82	1.87	1.92	1.93
70	3.87	1.87	1.92	1.9	1.99	1.96	1.96	1.82	1.96	1.96	1.99	1.88	1.92	1.9	2.06	1.92	1.95
75	3.91	2.09	2.07	2.1	2.03	2.17	1.9	2.23	2.18	2.09	2.01	2.07	2.03	1.92	1.95	1.98	2.03
80	3.99	2.06	2.06	1.96	2.03	2.06	2.04	1.96	2.1	2.01	2.2	2.06	2.26	2.06	1.95	2.06	1.92
85	4	2.14	1.99	1.98	2.06	2.1	2.12	1.92	2.09	2.14	2.1	2.03	2.04	1.92	2.01	2.01	2.17
90	4.04	1.95	1.93	2.04	1.95	2.03	2.1	1.96	2.1	2.2	1.92	1.93	1.96	2.03	2.17	2.01	1.92
95	4.08	1.98	2.1	2.2	2.06	1.99	2.01	2.09	1.99	2.09	2.25	2.1	2.07	2.09	2.09	2.07	2.12
100	4.09	2.06	2.18	2.14	2.14	2.12	2.14	2.15	2.18	2.18	2.12	2.12	2.04	2.2	2.06	2.14	2.2

Tabel A.1. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Turun																	
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
30	1.01	0.22	0.14	0.14	0.24	0.17	0.17	0.2	0.17	0.19	0.28	0.13	0.14	0.2	0.19	0.14	0.22	0.11	0.19
35	1.35	0.31	0.3	0.24	0.27	0.25	0.24	0.24	0.27	0.27	0.31	0.25	0.22	0.27	0.27	0.22	0.2	0.27	0.28
40	1.61	0.46	0.5	0.5	0.44	0.44	0.55	0.52	0.5	0.57	0.49	0.47	0.46	0.39	0.47	0.6	0.5	0.47	0.55
45	1.99	0.88	0.8	0.75	0.74	0.74	0.85	0.88	0.89	0.74	0.74	0.83	0.79	0.82	0.77	0.83	0.83	0.82	0.91
50	2.54	0.97	1.04	1.02	1.1	0.97	0.93	0.93	1.07	0.97	1.04	0.93	1.02	0.91	0.91	0.97	1.02	1.02	1.1
55	3.21	1.38	1.32	1.35	1.32	1.46	1.41	1.38	1.37	1.37	1.33	1.38	1.27	1.46	1.32	1.33	1.3	1.37	1.38
60	3.58	1.9	1.84	1.76	1.85	1.85	2.01	1.88	1.79	1.99	1.77	2.06	1.99	1.81	1.88	1.98	1.81	1.93	1.88
65	3.77	1.85	1.82	2.06	1.73	1.81	1.9	1.82	1.87	2.04	1.87	1.76	1.76	1.88	1.66	1.66	1.93	1.82	1.79
70	3.87	1.95	1.9	1.92	1.93	1.87	2.03	1.88	1.95	1.99	1.9	1.99	1.9	1.9	1.98	1.88	1.98	1.95	1.93
75	3.91	2.15	2.12	2.06	2.12	2.09	1.95	1.96	2.04	1.96	1.95	2.2	1.87	1.98	2.01	2.03	2.01	2.03	2.12
80	3.99	1.99	1.88	2.03	1.84	1.9	1.95	2.01	2.07	1.95	2.06	2.09	2.09	2.03	1.98	1.95	1.96	2.03	2.04
85	4	1.95	2.03	2.15	1.98	1.92	2.14	1.85	2.04	1.88	1.95	1.98	2.04	1.93	2.1	2.01	2.06	2.03	1.98
90	4.04	1.98	1.88	2.01	1.95	2.06	2.1	1.92	2.06	1.98	1.96	2.01	2.03	2.06	2.04	1.96	1.84	2.07	1.88
95	4.08	2.23	2.1	1.96	2.07	2.14	2.21	2.07	2.09	2.09	2.15	1.96	2.14	2.15	1.98	2.25	2.01	2.07	2.15
100	4.09	2.04	2.03	2.18	2.29	2.17	2.07	2.17	2.14	2.25	2.21	2.1	2.18	2.23	2.12	2.07	2.2	2.1	2.01

Tabel A.1. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Turun															
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
30	1.01	0.08	0.16	0.11	0.22	0.2	0.11	0.27	0.2	0.14	0.25	0.13	0.2	0.19	0.19	0.14	0.24
35	1.35	0.36	0.25	0.28	0.22	0.31	0.27	0.24	0.25	0.28	0.33	0.3	0.31	0.27	0.35	0.3	0.27
40	1.61	0.47	0.44	0.42	0.5	0.53	0.42	0.38	0.47	0.41	0.47	0.47	0.46	0.55	0.6	0.5	0.41
45	1.99	0.77	0.83	0.72	0.75	0.89	0.77	0.91	0.91	0.89	0.85	0.86	0.77	0.86	0.71	0.86	0.77
50	2.54	1.05	0.93	1.04	0.96	1.11	1.04	1.08	1.04	0.96	0.99	0.94	1.1	1.02	0.94	0.96	0.99
55	3.21	1.27	1.26	1.4	1.24	1.44	1.4	1.37	1.38	1.33	1.4	1.3	1.41	1.27	1.27	1.48	1.41
60	3.58	1.98	1.99	1.93	1.98	1.87	1.99	1.95	2.03	1.98	1.9	1.88	1.76	1.85	1.96	1.87	1.96
65	3.77	1.84	1.88	1.85	1.95	1.77	2.03	1.92	1.77	1.84	1.92	1.87	1.77	1.81	1.79	1.81	1.85
70	3.87	2.06	1.9	1.84	1.87	1.99	2.03	2.07	2.17	1.96	1.99	2.2	2.04	2.06	1.85	1.88	2.09
75	3.91	2.1	2.07	2.17	2.06	2.01	2.12	2.09	1.95	1.9	2.01	1.92	1.93	2.03	1.95	1.96	1.99
80	3.99	2.06	1.93	2.03	2.17	2.06	1.93	2.06	2.03	1.84	2.07	2.03	1.93	1.95	2.01	2.03	1.98
85	4	1.95	2.09	1.92	1.9	1.95	1.98	1.88	1.93	1.76	1.93	2.1	1.98	1.82	1.98	1.95	2.06
90	4.04	1.99	2.03	1.95	1.96	2.01	2.1	1.93	1.96	1.99	2.1	1.98	1.96	2.09	2.03	1.96	2.12
95	4.08	1.99	2.06	2.06	2.12	2.07	2.07	2.23	2.15	2.03	2.04	2.09	2.23	2.06	2.18	2.12	2.12
100	4.09	2.21	2.12	2.12	2.12	2.04	2.04	1.95	2.12	2.28	2.2	2.12	2.03	2.15	2.04	2.12	2.12

Tabel A.1. Lanjutan

Knop	Standar	Rata-Rata Pembacaan Naik	Rata-Rata Pembacaan Turun	Rata-rata pembacaan alat
30	1.01	0.30	0.18	0.24
35	1.35	0.49	0.28	0.38
40	1.61	0.62	0.48	0.55
45	1.99	0.84	0.82	0.83
50	2.54	1.09	1.01	1.05
55	3.21	1.29	1.35	1.32
60	3.58	1.64	1.90	1.77
65	3.77	1.84	1.86	1.85
70	3.87	2.02	1.96	1.99
75	3.91	2.13	2.04	2.08
80	3.99	2.19	2.02	2.10
85	4.00	2.21	2.00	2.10
90	4.04	2.24	2.00	2.12
95	4.08	2.14	2.09	2.12
100	4.09	2.16	2.13	2.15

Tabel A.2. Kalibrasi Alat

Knop	STD	Pembacaan Naik															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
30	1.01	1.45	1.52	1.45	1.42	1.55	1.52	1.59	1.5	1.55	1.5	1.42	1.57	1.45	1.5	1.5	1.4
35	1.35	1.74	2.01	1.89	1.77	1.79	1.82	1.84	1.91	1.91	1.82	1.91	1.77	1.74	1.94	1.86	1.74
40	1.61	2.21	2.16	2.21	2.18	2.31	2.06	2.13	2.38	2.01	2.28	2.23	2.13	2.31	2.18	2.06	2.33
45	1.99	2.43	2.65	2.58	2.5	2.67	2.48	2.62	2.8	2.4	2.65	2.4	2.35	2.94	2.8	2.65	2.35
50	2.54	2.92	3.24	3.11	3.09	3.09	3.16	3.04	3.11	3.14	3.04	3.09	3.07	3.21	3.11	2.97	3.09
55	3.21	3.73	3.36	3.65	3.6	3.41	3.43	3.68	3.65	3.43	3.48	3.38	3.46	3.51	3.58	3.41	3.46
60	3.58	3.92	3.9	4.02	4.1	4.02	3.87	4.1	3.95	3.92	3.9	3.83	4.07	4	3.8	3.8	3.95
65	3.77	4.1	3.97	4.49	4.19	4.05	4.14	4.02	4.05	4.1	4.1	3.97	3.83	3.9	4.14	4.02	4.12
70	3.87	4.32	4	4.44	4.14	4.12	3.83	4.19	4.24	4.44	4.39	4.17	4.12	4.05	4.24	4.27	4.34
75	3.91	4.12	4.22	4.14	4.02	4.34	4.1	4.1	4.1	3.97	3.92	4.29	4.14	4.24	4	4.34	4.22
80	3.99	4.27	4.17	4.14	4.05	4.1	4.44	4.05	4.17	4.29	4.17	4.22	4.14	4.24	4.24	4.24	4.17
85	4	4.34	4.07	4.19	4.17	3.95	4.1	4.05	4.22	3.97	4.14	4.14	4.17	4.02	4.02	3.92	4.1
90	4.04	4.19	3.97	4.22	4.46	4.19	4.51	4.32	4.14	4.32	4.19	4.32	4.12	4.19	4.05	4.17	4.27
95	4.08	4.24	3.97	4.24	4.12	4.05	3.92	4.32	4.14	4.14	4.02	4.12	3.9	4.24	4.27	4.27	4.19
100	4.09	4.22	4.17	4.34	4.29	4.07	4.02	4.19	4.12	4.14	4.12	4.12	4.51	4.17	3.97	4.14	4.02

Tabel A.2. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Naik																	
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
30	1.01	1.57	1.5	1.52	1.57	1.62	1.47	1.4	1.64	1.47	1.37	1.45	1.45	1.47	1.45	1.47	1.59	1.37	1.37
35	1.35	1.91	1.91	1.86	1.84	1.86	1.99	1.84	1.91	1.82	1.74	1.82	1.91	1.84	1.96	1.84	1.84	1.84	1.89
40	1.61	2.13	2.06	2.23	2.09	2.16	2.26	2.31	2.04	2.38	2.11	2.09	2.26	2.09	2.31	2.18	2.06	2.11	2.11
45	1.99	2.55	2.48	2.55	2.67	2.45	2.58	2.84	2.5	2.6	2.67	2.5	2.58	2.55	2.55	2.55	2.77	2.6	2.67
50	2.54	2.94	3.11	3.09	2.89	3.14	3.26	2.92	3.02	3.04	2.84	3.16	3.11	3.02	3.19	3.16	3.02	3.02	3.09
55	3.21	3.51	3.65	3.56	3.53	3.48	3.63	3.6	3.51	3.68	3.48	3.56	3.48	3.51	3.41	3.34	3.87	3.38	3.53
60	3.58	3.87	4.1	3.83	4	3.85	3.8	3.73	3.85	3.92	3.75	3.8	3.75	3.9	4.17	3.83	3.9	3.87	3.83
65	3.77	3.92	4.14	3.9	4.07	4.02	4.1	4	4.12	4.12	3.97	4.14	4.27	4.12	4.27	3.95	4.24	4.1	4.17
70	3.87	4.12	4.24	4.27	4.17	3.87	4.24	3.9	4.12	4.05	4.07	4.02	4.1	4.32	4.17	4.17	4.14	4.05	4.19
75	3.91	4.07	4.27	4.17	4.07	4.24	4.14	4.07	4.17	4.22	4	4.19	4.39	4.17	4.17	4.02	3.83	4	4.22
80	3.99	4.49	4.14	4.12	4.19	4.02	4.27	4.24	4.1	4.32	4.24	4.22	4.39	4.14	4.29	4.22	4.12	4.1	4.1
85	4	4.22	4.29	4.19	4.27	4.07	4.19	4.02	4.05	4.17	4.14	4.17	4.27	4.44	3.95	4.29	4.14	4.12	4.22
90	4.04	4.17	4.22	4.05	4.19	4.12	3.95	4.27	4.14	4.02	4.07	4.1	4.19	4.1	4.22	4.24	4.17	4.22	4.24
95	4.08	4.32	4.32	4.02	4.05	4.39	4.24	4.29	4.22	4.32	4.34	4.22	4	4.14	4.02	3.87	4.29	4.1	4.14
100	4.09	4.27	4.19	4.22	4.19	4.1	4.12	4.17	4.02	4.14	4.27	4.24	4.29	4.07	4.12	4.05	4.14	3.97	4.39

Tabel A.2. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Naik															
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
30	1.01	1.4	1.57	1.47	1.45	1.4	1.4	1.45	1.4	1.33	1.35	1.42	1.45	1.45	1.45	1.5	1.45
35	1.35	1.89	1.91	1.99	1.82	1.69	1.79	1.84	1.96	1.91	1.82	1.86	1.99	1.99	1.89	1.74	1.89
40	1.61	2.13	2.21	2.13	2.21	2.16	2.11	2.23	2.13	2.21	2.06	2.13	2.11	2.33	2.4	2.13	2.16
45	1.99	2.67	2.5	2.58	2.58	2.55	2.6	2.55	2.38	2.53	2.72	2.7	2.6	2.53	2.55	2.58	2.6
50	2.54	3.29	3.31	3.11	2.87	2.92	3.07	3.31	2.99	3.21	3.09	2.94	3.29	3.04	2.99	3.02	3.04
55	3.21	3.65	3.58	3.36	3.53	3.48	3.48	3.38	3.63	3.48	3.65	3.53	3.63	3.56	3.41	3.56	3.73
60	3.58	3.9	3.92	3.65	3.7	3.85	4.05	3.83	3.65	3.75	4	3.8	3.9	4.19	3.83	3.78	4
65	3.77	4.02	3.83	4.07	4.19	3.85	3.87	3.83	4.19	4.1	4.17	3.97	4	4.32	4.05	4.1	4.1
70	3.87	4.12	4.34	4.02	4.39	4.1	4.02	4.02	4.27	4.12	4.29	4.14	4.36	4.12	4.24	4.29	4.14
75	3.91	3.92	4.29	4.27	4.14	4.27	4.24	4.44	4.24	4.17	4.24	3.9	4.17	3.97	4.19	4.32	4.14
80	3.99	4.32	4.32	3.97	4.32	4.29	4.19	4.29	3.97	4.07	4.36	4.12	4.27	3.97	4.41	3.97	4.17
85	4	4.24	4.22	4.39	4.19	4.14	3.95	4.29	4.24	4.17	4.14	4.36	3.92	4.17	4.32	4.12	4.22
90	4.04	4.17	4.05	4.24	4.12	4.14	4.24	4.44	4.24	4.19	4.07	4.32	4.14	4.02	3.83	4.17	4.12
95	4.08	4.24	3.92	4	4.17	4.02	3.95	4.14	4.32	4.22	4.14	4.27	4.22	4	3.92	4.14	4.1
100	4.09	3.83	3.97	4.05	4.05	4.1	4.05	4.1	4.32	4.02	4.19	4.14	4.32	4.51	4.14	4.14	4.22

Tabel A.2. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Turun															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
30	1.01	1.4	1.23	1.03	0.98	0.98	0.98	0.98	1.23	0.98	0.98	0.98	0.98	1.01	0.98	0.98	0.98
35	1.35	1.55	1.52	1.57	1.67	1.55	1.47	1.62	1.59	1.59	1.52	1.57	1.47	1.52	1.42	1.62	1.57
40	1.61	1.99	2.09	2.04	1.84	2.11	1.99	1.82	2.01	2.06	1.91	1.79	1.86	1.82	1.82	1.86	1.84
45	1.99	2.45	2.38	2.7	2.67	2.48	2.45	2.5	2.45	2.4	2.5	2.55	2.55	2.53	2.62	2.6	2.43
50	2.54	2.5	2.58	2.8	2.62	2.58	2.58	2.67	2.45	2.72	2.65	2.62	2.7	2.75	2.72	2.8	2.58
55	3.21	2.94	3.04	3.07	3.16	3.02	3.07	2.99	3.09	2.94	2.99	2.87	3.09	3.02	3.11	3.09	3.04
60	3.58	3.56	3.51	3.46	3.56	3.46	3.68	3.43	3.7	3.46	3.58	3.63	3.48	3.53	3.53	3.51	3.65
65	3.77	3.58	3.46	3.58	3.68	3.53	3.78	3.58	3.51	3.51	3.58	3.7	3.53	3.6	3.63	3.48	3.48
70	3.87	3.6	3.75	3.9	3.65	3.7	3.8	3.68	3.68	3.58	3.73	3.73	3.73	3.73	3.58	3.68	3.65
75	3.91	3.8	3.83	4	3.8	3.92	3.87	3.75	3.78	3.85	4.02	4.12	3.85	3.87	3.95	3.97	3.87
80	3.99	4.36	4	4.02	4.17	4.1	3.95	4.14	4	4.17	4.1	4.17	3.9	4.19	4.22	4.14	3.87
85	4	4.02	3.95	3.87	4.07	4.12	4.05	4.05	4.12	4.29	3.97	4.19	4.1	4.41	3.92	4.05	4
90	4.04	4.07	4.17	3.92	4.19	4.17	4.24	4.22	4.14	3.95	4.14	4.19	4.07	4.17	4.12	4.39	4.24
95	4.08	4.17	4.22	3.85	4.24	4.19	3.92	4.07	4.32	4.32	4.14	4.44	4.46	4.14	4.46	4.29	4.27
100	4.09	4.02	4.19	4.22	4.27	4.19	4.22	4.32	4.17	4.14	4.12	4	4.1	4.32	4.44	4.32	4.34

Tabel A.2. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Turun																	
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
30	1.01	0.98	0.98	0.98	1.55	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	1.06	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
35	1.35	1.55	1.5	1.57	1.47	1.52	1.62	1.64	1.55	1.47	1.59	1.35	1.47	1.59	1.72	1.67	1.67	1.64	1.62
40	1.61	1.79	1.84	1.77	1.86	1.86	1.79	1.99	1.96	1.89	2.04	2.01	1.86	1.99	1.89	1.79	1.91	1.89	1.96
45	1.99	2.62	2.62	2.45	2.5	2.6	2.58	2.58	2.48	2.72	2.4	2.55	2.4	2.6	2.5	2.5	2.5	2.6	2.65
50	2.54	2.55	2.6	2.53	2.6	2.62	2.6	2.58	2.55	2.62	2.38	2.8	2.7	2.53	2.58	2.92	2.58	2.43	2.62
55	3.21	2.97	2.89	3.02	3.07	3.16	3.16	2.94	2.97	3.07	3.04	2.92	2.97	3.02	2.89	3.04	2.89	3.14	3.07
60	3.58	3.68	3.56	3.53	3.56	3.43	3.46	3.46	3.34	3.63	3.53	3.56	3.65	3.58	3.65	3.58	3.63	3.46	3.63
65	3.77	3.48	3.58	3.65	3.6	3.8	3.75	3.78	3.56	3.65	3.65	3.56	3.51	3.56	3.63	3.63	3.63	3.48	3.75
70	3.87	3.58	3.9	3.8	3.58	3.8	3.8	3.75	3.56	3.7	3.68	3.8	3.7	3.63	3.65	3.7	3.7	3.78	3.7
75	3.91	3.85	4.07	4.02	3.73	3.85	3.9	3.83	4.05	3.9	3.78	3.87	4.12	3.92	3.8	3.97	3.73	3.85	3.78

80	3.99	4.05	3.9	4.19	3.8	4.02	4.17	4.22	4.05	4	3.97	4.02	4.14	3.9	4.02	4.02	4.07	4.05	4.05
85	4	4.27	4.1	4.39	4	4.19	4.24	3.97	4.12	4.19	4.41	4.1	4.29	3.87	4.05	3.92	4.12	4.05	4
90	4.04	4.02	4	4.22	4.59	4.12	4.17	4.07	4.14	4.14	4.27	4.22	4.59	4.24	4.22	3.97	4.19	4.14	4.14
95	4.08	4.22	4	4.05	4.39	4.05	4.22	3.87	4.17	4.22	4.27	4.36	4.12	4.17	4.27	4.22	4.12	4.22	4.29
100	4.09	4.19	4.05	4.07	4.24	4.1	4.27	4.17	4.24	4.05	4.14	4	3.92	4.46	4.19	4.17	4.02	4.02	4.19

Tabel A.2. Lanjutan

Knop	STD	Pembacaan Turun																	
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
30	1.01	0.98	0.98	1.08	0.98	1.13	1.18	1.45	1.45	1.5	1.57	1.64	1.4	1.42	1.37	1.42	1.35		
35	1.35	1.45	1.57	1.57	1.64	1.47	1.55	1.67	1.47	1.59	1.62	1.55	1.55	1.69	1.64	1.59	1.55		
40	1.61	1.94	1.99	1.74	1.91	1.94	1.94	2.01	1.86	1.94	2.01	2.01	2.21	2.01	2.01	2.11	2.13		
45	1.99	2.5	2.58	2.67	2.6	2.62	2.62	2.5	2.7	2.5	2.48	2.58	2.67	2.48	2.5	2.5	2.6		
50	2.54	2.7	2.43	2.7	2.58	2.6	2.55	2.67	2.6	2.55	2.58	2.5	2.62	2.6	2.77	2.55	2.62		
55	3.21	2.97	2.97	3.04	2.94	3.02	2.97	3.07	3.11	3.07	2.92	3.02	3.14	3.04	3.07	2.97	3.07		

60	3.58	3.46	3.8	3.58	3.58	3.78	3.48	3.38	3.51	3.43	3.48	3.6	3.53	3.51	3.75	3.58	3.48
65	3.77	3.65	3.56	3.56	3.56	3.63	3.46	3.51	3.46	3.53	3.48	3.8	3.73	3.65	3.6	3.63	3.51
70	3.87	3.7	3.68	3.78	3.83	3.73	3.6	3.8	3.9	3.83	3.83	3.73	3.9	3.73	3.8	3.85	3.8
75	3.91	3.8	3.97	4.05	3.78	3.97	3.65	3.87	3.68	3.87	3.9	3.92	3.85	3.8	3.87	3.83	4
80	3.99	4.19	4.17	3.87	4.14	4.12	4.1	4.07	4.32	4	4.12	4.19	4.05	3.97	4.24	4.05	4.07
85	4	4.05	4.07	4.41	4.14	4.29	3.95	4	3.95	4.24	4.32	4.14	4.29	4.54	4.1	4.27	4.24
90	4.04	4	4.19	4.27	4.12	4.12	4.24	4.1	4.02	4	4.12	4.17	4.17	4.19	4.12	4.22	4.12
95	4.08	4.1	4.34	4.14	4.32	4.54	4.22	4.49	4.32	4.17	4.07	4.05	4	4.32	4.14	4.19	4.41
100	4.09	4.17	4.44	4.24	4.02	4.39	4.17	4.05	4.1	4.1	4.34	4.19	4.17	4.12	4.07	4.07	4.1

Tabel A.2. Lanjutan

Knop	Pembacaan Standar	Rata-Rata Pembacaan Alat		Rata-Rata Pembacaan	Koreksi
		Naik	Turun		
30	1.01	1.47	1.12	1.29	-0.28
35	1.35	1.86	1.56	1.71	-0.36
40	1.61	2.18	1.93	2.06	-0.45
45	1.99	2.58	2.54	2.56	-0.57
50	2.54	3.08	2.61	2.85	-0.31
55	3.21	3.53	3.02	3.28	-0.07
60	3.58	3.89	3.55	3.72	-0.15
65	3.77	4.07	3.60	3.83	-0.07
70	3.87	4.17	3.73	3.95	-0.08
75	3.91	4.15	3.88	4.02	-0.11
80	3.99	4.20	4.08	4.14	-0.15
85	4.00	4.16	4.13	4.14	-0.14
90	4.04	4.18	4.16	4.17	-0.13
95	4.08	4.14	4.21	4.18	-0.09
100	4.09	4.15	4.17	4.16	-0.07
Jumlah	47.04			50.06	-3.02
Rata-rata	3.14			3.34	-0.20

LAMPIRAN B
(Listing Program di Mikrokontroler dan Microsoft Visual Studio 2008)

B.1. Listing Program Arduino

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <math.h>

LiquidCrystal lcd (12, 11, 7, 6, 5, 4);

int Q =0 ;
volatile int rpmcount = 0 ;
unsigned long lastmillis = 0 ;
int a ;
int y =0;

int Q1 =0 ;
volatile int rpmcount1 = 0 ;
int b ;
int n =0;

void setup () {
  Serial.begin(9600) ;
  lcd.begin (16, 2) ;

  attachInterrupt(0, rpm_fan, FALLING);
  attachInterrupt(2, rpm_fan1, FALLING);
}

void loop () {

  if (millis() - lastmillis == 5000UL){ /*Uptade every
second, this will be equal to reading frequency (Hz).*/
  detachInterrupt(0),detachInterrupt(2); //Disable interrupt
when calculating
```

```

//Disable interrupt when calculating
float rpm = (rpmcount*12/30); //Convert frequency to RPM
float rpm1 = (rpmcount1*12/30); //Convert frequency to RPM
float vx = ( rpm * 2 * 3.14 * 0.075 ) / 60 ;
float v1 = vx ;
float y = ((1.5613* v1)+ 0.982) ;
float vz = (( rpm1 * 2 * 3.14 * 0.075 ) / 60) ;
float v2 = vz ;
float n = ((0.349* v2) + 1.536);
float Q = 0.0676*y;
float Q1 = 0.0676*n;
lastmillis = millis(); // Uptade lasmillis
rpmcount = 0; // Restart the RPM counter
rpmcount1 =0;

attachInterrupt(0, rpm_fan, FALLING); //enable interrupt
attachInterrupt(2, rpm_fan1, FALLING); //enable interrupt

//Serial.print(" Hz= "); //print the word "Hz".
//Serial.print(rpmcount); /*print revolutions per second or
Hz. And print new line or enter.* /
//Serial.print("V= ");
//Serial.print(v);
//Serial.print("RPM ="); //print the word "RPM" and tab.
//Serial.print(rpm); // print the rpm value.
//Serial.print("\t");
//Serial.print("RPM1 ="); //print the word "RPM" and tab.
//Serial.print(rpm1); // print the rpm value.
//Serial.print ("\t");
//Serial.print("V ="); //print the word "RPM" and tab.
//Serial.print(v1); // print the rpm value.
//Serial.print("\t");
//Serial.print("V1 ="); //print the word "RPM" and tab.
//Serial.print(v2); // print the rpm value.

```



```
//Serial.print("\t");
//Serial.print("Q ="); //print the word "RPM" and tab.
Serial.print(y); // print the rpm value.
Serial.print(",");
//Serial.print("Q1 ="); //print the word "RPM" and tab.
Serial.print(n); // print the rpm value.
Serial.print(",");
//Print out result to lcd
Serial.print(Q); // print the rpm value.
Serial.print(",");

Serial.print(Q1); // print the rpm value.
Serial.print(",");

lcd.clear ();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Q=");
lcd.setCursor (4,0);
lcd.print(Q);

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Q1=");
lcd.setCursor (4,1);
lcd.print(Q1);

//Serial.print("v = ");
//Serial.println(v1);
//Serial.print("Q = ");
//Serial.println(Q);
Serial.println();
}
}
```

```
void rpm_fan(){ /* this code will be executed every time the
interrupt 0 (pin2) gets low.*/
    rpmcount++;
}
```

```
void rpm_fan1(){ /* this code will be executed every time
the interrupt 0 (pin2) gets low.*/
    rpmcount1++;
}
```

B.2. Listing Program *Mocrosoft Visual Studio 2008*

```
Imports System
Imports System.Threading
Imports System.IO.Ports
Imports System.ComponentModel
Imports System.Data.OleDb
Public Class Form4
    Dim Alldata As String
    Dim i As Integer
    Dim aryTextFile() As String
    Dim myport As Array
    Delegate Sub SetTextCallBack(ByVal [text] As
String)
    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
        Handles Button1.Click
            SerialPort1.PortName = ComboBox1.Text
            SerialPort1.BaudRate = ComboBox2.Text
            SerialPort1.Open()

            Button1.Enabled = True
            Button2.Enabled = True
            Button1.Visible = False
        End Sub
    Private Sub Form4_Load(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
        Handles MyBase.Load
            'TODO: This line of code loads data into the
            'Database5DataSet.flow' table. You can move, or
            remove it, as needed.
```

```
Me.FlowTableAdapter.Fill(Me.Database5DataSet.flo
w)
    TextBox7.Text = 1
myport = IO.Ports.SerialPort.GetPortNames
    ComboBox1.Items.AddRange(myport)
ComboBox1.Items.AddRange(IO.Ports.SerialPort.Get
PortNames)
    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
    SerialPort1.Close()

    Button1.Visible = True
    'Button3Close.Enabled = False
    Timer4.Enabled = False
    Timer5.Enabled = False

    End Sub

    Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Timer1.Tick
    TextBox5.Text = Format(Now, "dd-MM-yyy")
    TextBox6.Text = Format(Now, "hh:mm:ss")

    RichTextBox1.Clear()
    Alldata = TextBox8.Text
    aryTextFile = Alldata.Split(",")
    If aryTextFile.Length > 1 Then
        Dim count As Integer
        For count = 0 To aryTextFile.Length - 2
            Label9.Text = aryTextFile(0)
            Label11.Text = aryTextFile(1)

        Next
    End If

    TextBox3.Text = Label9.Text
```

```

        TextBox4.Text = Label11.Text
    End Sub

    Private Sub Button3_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button3.Click
        Timer4.Enabled = True
    End Sub

    Private Sub Button4_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button4.Click
        Timer4.Enabled = False
    End Sub

    Private Sub Timer5_Tick(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Timer5.Tick
        TextBox3.Clear()
        TextBox4.Clear()
    End Sub

    Private Sub Timer4_Tick(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Timer4.Tick
'TODO: This line of code loads data into the
'Database5DataSet.flow' table. You can move, or
remove it, as needed.
'Me.FlowTableAdapter.Fill(Me.Database5DataSet.fl
ow)
Dim Tambah As String = "Insert Into flow
Values('" & TextBox7.Text & "','" &
TextBox3.Text & "','" & TextBox4.Text & "','" &
TextBox5.Text & "','" & TextBox6.Text & "')"
    Try
Using Conn As New
OleDbConnection(My.Settings.Database5Connections
tring)
Using cmd As New OleDbCommand(Tambah, Conn)
Conn.Open()

```

```

cmd.ExecuteNonQuery()
'MsgBox("Data Berhasil Ditambah",
MsgBoxStyle.Information, "Perhatian")
    TampilData()
End Using
End Using
Catch ex As Exception
    MsgBox(ex.Message)
    End Try

    TextBox7.Text = Val(TextBox7.Text) + 1

End Sub
Private Sub TampilData()
    Using Conn As New
        OleDbConnection(My.Settings.Database5ConnectionS
tring)
        Using Adp As New OleDbDataAdapter("Select *
From flow", Conn)
            Conn.Open()
            Dim Tabel As New DataTable
            Adp.Fill(Tabel)
            DataGridView1.DataSource = Tabel
        End Using
    End Using
End Sub

Private Sub Button5_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
    Handles Button5.Click
    Dim Tambah As String = "Insert Into flow
Values('" & TextBox7.Text & "','" &
TextBox3.Text & "','" & TextBox4.Text & "','" &
TextBox5.Text & "','" & TextBox6.Text & "','" &
Try
    Using Conn As New
        OleDbConnection(My.Settings.Database5ConnectionS
tring)
        Using cmd As New OleDbCommand(Tambah, Conn)
            Conn.Open()
            cmd.ExecuteNonQuery()

```

```

MsgBox("Data Berhasil Ditambah",
MsgBoxStyle.Information, "Perhatian")
TampilData()
    End Using
End Using
Catch ex As Exception
MsgBox(ex.Message)
    End Try
    TextBox7.Text = Val(TextBox7.Text) + 1
End Sub

Private Sub Button7_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button7.Click
Dim Hapus As String = "Insert Into flow
Values('" & TextBox7.Text & "',''" &
TextBox3.Text & "',''" & TextBox4.Text & "',''" &
TextBox5.Text & "',''" & TextBox6.Text & "'"")
    Try
Using Conn As New
OleDbConnection(My.Settings.Database5ConnectionS
tring)
Using cmd As New OleDbCommand(Hapus, Conn)
    Conn.Open()
    cmd.ExecuteNonQuery()
MsgBox("Data Berhasil Dihapus",
MsgBoxStyle.Information, "Perhatian")
TampilData()
    End Using
End Using
Catch ex As Exception
MsgBox(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Sub Button6_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button6.Click
End Sub

Private Sub Timer2_Tick(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Timer2.Tick
    Label13.Text = Format(Now, "dd-MM-yyyy")

```

```

Label15.Text = Format(Now, "hh:mm:ss")
Me.Chart1.Series("Kecepatan").Points.AddY(Label9
.Text)
Me.Chart2.Series("LajuAliran").Points.AddY(Label
11.Text)
'Me.Chart1.Series("RH1").Points.AddXY(Label1rh1.
Text, Label2t1.Text)
'Me.Chart2.Series("T1").Points.AddXY(Label2t1.Te
xt, Label1rh1.Text)
'Me.Chart3.Series("RH2").Points.AddXY(Label3rh2.
Text, Label4t2.Text)
'Me.Chart4.Series("T2").Points.AddXY(Label4t2.Te
xt, Label3rh2.Text)
'Me.Chart5.Series("RPM").Points.AddXY(Label5rpm.
Text, Label7.Text)
End Sub
Private Sub TampilReader()
Dim Tampil As String = "Select * From flow Where
NO='" & TextBox7.Text & "'"
Try
Using Conn As New
OleDbConnection(My.Settings.Database5ConnectionS
tring)
Using cmd As New OleDbCommand(Tampil, Conn)
Conn.Open()
Dim reader As OleDbDataReader =
cmd.ExecuteReader
While reader.Read
TextBox3.Text = reader.GetValue(1)
TextBox4.Text = reader.GetValue(2)
TextBox7.Text = reader.GetValue(3)
End While
End Using
End Using
Catch ex As Exception
MsgBox(ex.Message())
End Try
End Sub
Private Sub SerialPort1_DataReceived(ByVal
sender As System.Object, ByVal e As

```

```

System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs)
Handles SerialPort1.DataReceived
    receivedText(SerialPort1.ReadExisting())
End Sub
Private Sub receivedText(ByVal text As String)
If Me.RichTextBox1.InvokeRequired Then
Dim x As New SetTextCallBack(AddressOf
receivedText)
Me.Invoke(x, New Object() {(text)})
Else
Me.RichTextBox1.Text &= (text)
Dim terima As Strin
'Dim count As Integer
terima = RichTextBox1.Text
'For count As 0 To aryTextFile.Length - 3
TextBox8.Text = RichTextBox1.Text
' Next
End If
End Sub
Private Sub TextBox1_KeyPress1(ByVal sender As
Object, ByVal e As
System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles
TextBox3.KeyPress
If e.KeyChar = Chr(13) Then
TampilReader()
End If
End Sub
Private Sub Button8_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button8.Click
Form1.Show()
Me.Hide()
End Sub

```


LAMPIRAN C (Datasheet)

- *Datasheet Arduino MEGA 2560*



The image shows an Arduino MEGA 2560 microcontroller board. It features a blue PCB with various components including a large ATmega2560 microcontroller, a USB Type-B port, a DC power jack, and a reset button. The board is populated with numerous integrated circuits, resistors, and capacitors. The text 'MADE IN ITALY' is visible on the top left, and 'ARDUINO MEGA 2560' is printed on the bottom center. A CE mark is located on the right side of the board.

Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications	Page 2
How to use Arduino Programming Environment, Basic Tutorials	Page 6
Terms & Conditions	Page 7
Environmental Policies <small>half sqm of green via Impatto Zero®</small>	Page 7

Technical Specification

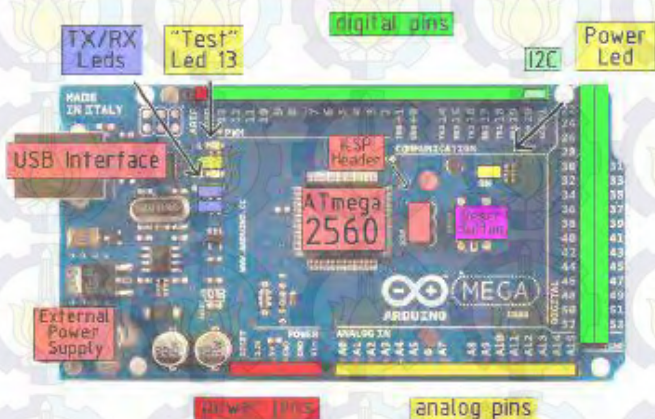


EAGLE files: [_arduino-mega2560-reference-design_xla_8.schematic](#); [_arduino-mega2560-1.schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



Radiospares

RADIONICS



- ***Datasheet Modul Optocoupler FC-03***



Gambar 1. Slot type Slot-type Optocoupler Module FC-03

Terdapat 4-pin : power supply VCC definisi positif, GND kekuatan negatif, DO keluaran digital, AO invalid. Banyak digunakan dalam deteksi kecepatan motor, menghitung denyut nadi, batas posisi dan sebagainya.

Fitur modul:

1. Lebar celah 5mm.
2. Output lampu indikator status output tinggi, output yang rendah lampu.
3. Tertutup output tinggi , berlubang output yang rendah.
4. Sinyal output komparator bersih, gelombang yang baik,
5. Tegangan kerja 3.3V-5V
6. Format output: keluaran beralih digital (0 dan 1)
7. Sebuah lubang baut tetap untuk kemudahan instalasi
8. Kecil ukuran piring PCB: 3.2cm x 1.4cm
9. Menggunakan *voltage comparator* LM393

LAMPIRAN D
(Data Uji HVAC)

Tabel D.1. Putaran Fan 30 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	1.53	1.96	0.1	0.13
2	1.53	1.96	0.1	0.13
3	1.57	1.95	0.11	0.13
4	1.57	1.95	0.11	0.13
5	1.57	1.95	0.11	0.13
6	1.59	1.99	0.11	0.13
7	1.59	1.99	0.11	0.13
8	1.48	1.96	0.1	0.13
9	1.48	1.96	0.1	0.13
10	1.48	1.96	0.1	0.13
11	1.5	1.95	0.1	0.13
12	1.5	1.95	0.1	0.13
13	1.47	2	0.1	0.14
14	1.47	2	0.1	0.14
15	1.47	2	0.1	0.14
16	1.51	1.96	0.1	0.13
17	1.51	1.96	0.1	0.13
18	1.53	1.95	0.1	0.13
19	1.53	1.95	0.1	0.13
20	1.57	1.9	0.11	0.13
21	1.57	1.9	0.11	0.13
22	1.57	1.9	0.11	0.13
23	1.56	1.91	0.11	0.13
24	1.56	1.91	0.11	0.13
25	1.5	1.94	0.1	0.13
26	1.5	1.94	0.1	0.13
27	1.5	1.94	0.1	0.13
28	1.55	1.78	0.1	0.12
29	1.55	1.78	0.1	0.12
30	1.48	1.49	0.1	0.1

Tabel D.1. Lanjutan

31	1.48	1.49	0.1	0.1
32	1.48	1.49	0.1	0.1
33	1.52	1.62	0.1	0.11
34	1.52	1.62	0.1	0.11
35	1.52	1.49	0.1	0.1
36	1.52	1.49	0.1	0.1
37	1.52	1.49	0.1	0.1
38	1.52	1.53	0.1	0.1
39	1.52	1.53	0.1	0.1
40	1.57	1.49	0.11	0.1
41	1.57	1.49	0.11	0.1
42	1.57	1.49	0.11	0.1
43	1.55	1.49	0.1	0.1
44	1.55	1.49	0.1	0.1
45	1.55	1.49	0.1	0.1
46	1.55	1.49	0.1	0.1
47	1.55	1.49	0.1	0.1
48	1.52	1.49	0.1	0.1
49	1.52	1.49	0.1	0.1
50	1.52	1.49	0.1	0.1
51	1.52	1.49	0.1	0.1
52	1.52	1.49	0.1	0.1
53	1.48	1.49	0.1	0.1
54	1.48	1.49	0.1	0.1
55	1.46	1.54	0.1	0.1
56	1.46	1.54	0.1	0.1
57	1.53	1.49	0.1	0.1
58	1.53	1.49	0.1	0.1
59	1.53	1.49	0.1	0.1
60	1.51	1.49	0.1	0.1
Rata-rata	1.52	1.71	0.1	0.12

Tabel D.2. Putaran 35 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	1.8	2.3	0.12	0.16
2	1.8	2.3	0.12	0.16
3	1.83	2.28	0.12	0.15
4	1.83	2.28	0.12	0.15
5	1.75	2.27	0.12	0.15
6	1.75	2.27	0.12	0.15
7	1.75	2.27	0.12	0.15
8	1.74	2.28	0.12	0.15
9	1.74	2.28	0.12	0.15
10	1.77	2.33	0.12	0.16
11	1.77	2.33	0.12	0.16
12	1.77	2.33	0.12	0.16
13	1.77	2.33	0.12	0.16
14	1.77	2.33	0.12	0.16
15	1.71	2.27	0.12	0.15
16	1.71	2.27	0.12	0.15
17	1.82	2.23	0.12	0.15
18	1.82	2.23	0.12	0.15
19	1.82	2.23	0.12	0.15
20	1.77	2.31	0.12	0.16
21	1.77	2.31	0.12	0.16
22	1.8	2.22	0.12	0.15
23	1.8	2.22	0.12	0.15
24	1.8	2.22	0.12	0.15
25	1.71	2.24	0.12	0.15
26	1.71	2.24	0.12	0.15
27	1.77	2.31	0.12	0.16
28	1.77	2.31	0.12	0.16
29	1.77	2.31	0.12	0.16
30	1.73	2.24	0.12	0.15

Tabel D.2. Lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	1.73	2.24	0.12	0.15
32	1.85	2.28	0.13	0.15
33	1.85	2.28	0.13	0.15
34	1.85	2.28	0.13	0.15
35	1.82	2.31	0.12	0.16
36	1.82	2.31	0.12	0.16
37	1.74	2.21	0.12	0.15
38	1.74	2.21	0.12	0.15
39	1.74	2.21	0.12	0.15
40	1.69	2.34	0.11	0.16
41	1.69	2.34	0.11	0.16
42	1.73	2.29	0.12	0.16
43	1.73	2.29	0.12	0.16
44	1.73	2.29	0.12	0.16
45	1.78	2.24	0.12	0.15
46	1.78	2.24	0.12	0.15
47	1.78	2.24	0.12	0.15
48	1.73	2.26	0.12	0.15
49	1.73	2.26	0.12	0.15
50	1.69	2.29	0.11	0.16
51	1.69	2.29	0.11	0.16
52	1.69	2.26	0.11	0.15
53	1.69	2.26	0.11	0.15
54	1.69	2.26	0.11	0.15
55	1.71	2.28	0.12	0.15
56	1.71	2.28	0.12	0.15
57	1.72	2.28	0.12	0.15
58	1.72	2.28	0.12	0.15
59	1.72	2.28	0.12	0.15
60	1.73	2.31	0.12	0.16
Rata-rata	1.76	2.28	0.12	0.15

Tabel D.3. Putaran Fan 40 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	2.06	2.71	0.14	0.18
2	2.1	2.7	0.14	0.18
3	2.1	2.7	0.14	0.18
4	2.07	2.74	0.14	0.18
5	2.07	2.74	0.14	0.18
6	2.07	2.74	0.14	0.18
7	2.1	2.74	0.14	0.19
8	2.1	2.74	0.14	0.19
9	2.12	2.67	0.14	0.18
10	2.12	2.67	0.14	0.18
11	2.12	2.67	0.14	0.18
12	2.07	2.69	0.14	0.18
13	2.07	2.69	0.14	0.18
14	2.15	2.66	0.15	0.18
15	2.15	2.66	0.15	0.18
16	2.15	2.66	0.15	0.18
17	2.1	2.61	0.14	0.18
18	2.1	2.61	0.14	0.18
19	2.17	2.65	0.15	0.18
20	2.17	2.65	0.15	0.18
21	2.17	2.65	0.15	0.18
22	2.09	2.71	0.14	0.18
23	2.09	2.71	0.14	0.18
24	2.04	2.68	0.14	0.18
25	2.04	2.68	0.14	0.18
26	2.04	2.68	0.14	0.18
27	2.07	2.68	0.14	0.18
28	2.07	2.68	0.14	0.18
29	2.11	2.68	0.14	0.18
30	2.11	2.68	0.14	0.18

Tabel D.3. Lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	2.11	2.68	0.14	0.18
32	2.17	2.68	0.15	0.18
33	2.17	2.68	0.15	0.18
34	2.17	2.63	0.15	0.18
35	2.17	2.63	0.15	0.18
36	2.1	2.69	0.14	0.18
37	2.1	2.69	0.14	0.18
38	2.1	2.69	0.14	0.18
39	2.02	2.7	0.14	0.18
40	2.02	2.7	0.14	0.18
41	2.02	2.7	0.14	0.18
42	2.06	2.69	0.14	0.18
43	2.06	2.69	0.14	0.18
44	2.16	2.63	0.15	0.18
45	2.16	2.63	0.15	0.18
46	2.16	2.63	0.15	0.18
47	2.13	2.7	0.14	0.18
48	2.13	2.7	0.14	0.18
49	2.07	2.65	0.14	0.18
50	2.07	2.65	0.14	0.18
51	2.07	2.65	0.14	0.18
52	2.09	2.63	0.14	0.18
53	2.09	2.63	0.14	0.18
54	2.11	2.72	0.14	0.18
55	2.06	2.69	0.14	0.18
56	2.06	2.69	0.14	0.18
57	2.06	2.61	0.14	0.18
58	2.06	2.61	0.14	0.18
59	2.06	2.61	0.14	0.18
60	2.15	2.68	0.15	0.18
Rata-rata	2.1	2.67	0.14	0.18

Tabel D.4. Putaran Fan 45 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	2.66	3.6	0.18	0.24
2	2.66	3.6	0.18	0.24
3	2.59	3.55	0.17	0.24
4	2.59	3.55	0.17	0.24
5	2.59	3.55	0.17	0.24
6	2.56	3.54	0.17	0.24
7	2.56	3.54	0.17	0.24
8	2.62	3.51	0.18	0.24
9	2.62	3.51	0.18	0.24
10	2.62	3.51	0.18	0.24
11	2.59	3.58	0.17	0.24
12	2.59	3.58	0.17	0.24
13	2.65	3.58	0.18	0.24
14	2.65	3.58	0.18	0.24
15	2.65	3.58	0.18	0.24
16	2.6	3.54	0.18	0.24
17	2.6	3.54	0.18	0.24
18	2.48	3.54	0.17	0.24
19	2.48	3.54	0.17	0.24
20	2.59	3.6	0.17	0.24
21	2.59	3.6	0.17	0.24
22	2.59	3.6	0.17	0.24
23	2.65	3.53	0.18	0.24
24	2.65	3.53	0.18	0.24
25	2.58	3.52	0.17	0.24
26	2.58	3.52	0.17	0.24
27	2.58	3.52	0.17	0.24
28	2.64	3.62	0.18	0.24
29	2.64	3.62	0.18	0.24
30	2.59	3.58	0.17	0.24

Tabel D.4. lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	2.59	3.58	0.17	0.24
32	2.59	3.58	0.17	0.24
33	2.7	3.6	0.18	0.24
34	2.7	3.6	0.18	0.24
35	2.6	3.56	0.18	0.24
36	2.6	3.56	0.18	0.24
37	2.6	3.56	0.18	0.24
38	2.61	3.55	0.18	0.24
39	2.61	3.55	0.18	0.24
40	2.62	3.62	0.18	0.24
41	2.62	3.62	0.18	0.24
42	2.62	3.62	0.18	0.24
43	2.54	3.52	0.17	0.24
44	2.54	3.52	0.17	0.24
45	2.58	3.59	0.17	0.24
46	2.58	3.59	0.17	0.24
47	2.58	3.59	0.17	0.24
48	2.56	3.52	0.17	0.24
49	2.56	3.52	0.17	0.24
50	2.56	3.53	0.17	0.24
51	2.56	3.53	0.17	0.24
52	2.56	3.53	0.17	0.24
53	2.69	3.55	0.18	0.24
54	2.69	3.55	0.18	0.24
55	2.56	3.49	0.17	0.24
56	2.56	3.49	0.17	0.24
57	2.56	3.49	0.17	0.24
58	2.58	3.49	0.17	0.24
59	2.58	3.49	0.17	0.24
60	2.55	3.55	0.17	0.24
Rata-rata	2.6	3.56	0.17	0.24

Tabel D.5. Putaran Fan 50 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	2.91	4.42	0.2	0.3
2	2.91	4.42	0.2	0.3
3	3.08	4.41	0.21	0.3
4	3.08	4.41	0.21	0.3
5	3.08	4.41	0.21	0.3
6	3.02	4.37	0.2	0.3
7	3.02	4.37	0.2	0.3
8	2.99	4.4	0.2	0.3
9	2.99	4.4	0.2	0.3
10	3	4.45	0.2	0.3
11	3	4.45	0.2	0.3
12	3	4.45	0.2	0.3
13	2.97	4.42	0.2	0.3
14	2.97	4.42	0.2	0.3
15	2.99	4.47	0.2	0.3
16	2.99	4.47	0.2	0.3
17	2.99	4.47	0.2	0.3
18	3.02	4.37	0.2	0.3
19	3.02	4.37	0.2	0.3
20	3.09	4.37	0.21	0.3
21	3.09	4.37	0.21	0.3
22	3.09	4.37	0.21	0.3
23	2.98	4.49	0.2	0.3
24	2.98	4.49	0.2	0.3
25	2.99	4.34	0.2	0.29
26	2.99	4.34	0.2	0.29
27	2.99	4.34	0.2	0.29
28	3.08	4.38	0.21	0.3
29	3.08	4.38	0.21	0.3
30	3	4.33	0.2	0.29

Tabel D.5. Lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	3	4.33	0.2	0.29
32	3	4.33	0.2	0.29
33	2.93	4.32	0.2	0.29
34	2.93	4.32	0.2	0.29
35	3.02	4.39	0.2	0.3
36	3.02	4.39	0.2	0.3
37	3.02	4.39	0.2	0.3
38	2.96	4.39	0.2	0.3
39	2.96	4.39	0.2	0.3
40	2.99	4.38	0.2	0.3
41	2.99	4.38	0.2	0.3
42	2.99	4.38	0.2	0.3
43	3.03	4.43	0.2	0.3
44	3.03	4.43	0.2	0.3
45	3.03	4.43	0.2	0.3
46	3.03	4.43	0.2	0.3
47	2.99	4.31	0.2	0.29
48	2.99	4.31	0.2	0.29
49	2.99	4.31	0.2	0.29
50	2.93	4.39	0.2	0.3
51	2.93	4.39	0.2	0.3
52	2.93	4.39	0.2	0.3
53	3.02	4.41	0.2	0.3
54	3.02	4.41	0.2	0.3
55	3.03	4.37	0.2	0.3
56	3.03	4.37	0.2	0.3
57	3.03	4.37	0.2	0.3
58	2.96	4.43	0.2	0.3
59	2.96	4.43	0.2	0.3
60	2.97	4.44	0.2	0.3
Rata-rata	3	4.39	0.2	0.3

Tabel D.6 Putaran Fan 55 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	3.4	5.39	0.23	0.36
2	3.4	5.39	0.23	0.36
3	3.4	5.39	0.23	0.36
4	3.51	5.32	0.24	0.36
5	3.51	5.32	0.24	0.36
6	3.51	5.32	0.24	0.36
7	3.42	5.39	0.23	0.36
8	3.42	5.39	0.23	0.36
9	3.48	5.45	0.24	0.37
10	3.48	5.45	0.24	0.37
11	3.48	5.45	0.24	0.37
12	3.53	5.38	0.24	0.36
13	3.53	5.38	0.24	0.36
14	3.43	5.38	0.23	0.36
15	3.43	5.38	0.23	0.36
16	3.47	5.34	0.23	0.36
17	3.47	5.34	0.23	0.36
18	3.47	5.34	0.23	0.36
19	3.49	5.31	0.24	0.36
20	3.49	5.31	0.24	0.36
21	3.43	5.32	0.23	0.36
22	3.43	5.32	0.23	0.36
23	3.43	5.32	0.23	0.36
24	3.51	5.4	0.24	0.36
25	3.51	5.4	0.24	0.36
26	3.38	5.37	0.23	0.36
27	3.38	5.37	0.23	0.36
28	3.38	5.37	0.23	0.36
29	3.53	5.42	0.24	0.37
30	3.53	5.42	0.24	0.37

Tabel D.6 lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	3.45	5.44	0.23	0.37
32	3.45	5.44	0.23	0.37
33	3.45	5.44	0.23	0.37
34	3.45	5.31	0.23	0.36
35	3.45	5.31	0.23	0.36
36	3.36	5.4	0.23	0.37
37	3.36	5.4	0.23	0.37
38	3.36	5.4	0.23	0.37
39	3.41	5.3	0.23	0.36
40	3.41	5.3	0.23	0.36
41	3.45	5.39	0.23	0.36
42	3.45	5.39	0.23	0.36
43	3.45	5.39	0.23	0.36
44	3.46	5.35	0.23	0.36
45	3.46	5.35	0.23	0.36
46	3.43	5.35	0.23	0.36
47	3.43	5.35	0.23	0.36
48	3.43	5.35	0.23	0.36
49	3.47	5.24	0.23	0.35
50	3.47	5.24	0.23	0.35
51	3.46	5.35	0.23	0.36
52	3.46	5.35	0.23	0.36
53	3.43	5.45	0.23	0.37
54	3.43	5.45	0.23	0.37
55	3.43	5.45	0.23	0.37
56	3.4	5.26	0.23	0.36
57	3.4	5.26	0.23	0.36
58	3.43	5.37	0.23	0.36
59	3.43	5.37	0.23	0.36
60	3.43	5.37	0.23	0.36
Rata-rata	3.45	5.37	0.23	0.36

Tabel D.7. Putaran Fan 60 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	3.75	5.24	0.25	0.35
2	3.75	5.24	0.25	0.35
3	3.75	5.24	0.25	0.35
4	3.75	5.29	0.25	0.36
5	3.75	5.29	0.25	0.36
6	3.74	5.32	0.25	0.36
7	3.74	5.32	0.25	0.36
8	3.74	5.32	0.25	0.36
9	3.65	5.37	0.25	0.36
10	3.65	5.37	0.25	0.36
11	3.68	5.32	0.25	0.36
12	3.68	5.32	0.25	0.36
13	3.68	5.32	0.25	0.36
14	3.65	5.19	0.25	0.35
15	3.65	5.19	0.25	0.35
16	3.72	5.18	0.25	0.35
17	3.72	5.18	0.25	0.35
18	3.72	5.37	0.25	0.36
19	3.72	5.37	0.25	0.36
20	3.72	5.37	0.25	0.36
21	3.62	5.34	0.24	0.36
22	3.62	5.34	0.24	0.36
23	3.7	5.29	0.25	0.36
24	3.7	5.29	0.25	0.36
25	3.7	5.29	0.25	0.36
26	3.68	5.5	0.25	0.37
27	3.68	5.5	0.25	0.37
28	3.73	5.26	0.25	0.36
29	3.73	5.26	0.25	0.36
30	3.73	5.26	0.25	0.36

Tabel D.7. Lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	3.8	5.33	0.26	0.36
32	3.8	5.33	0.26	0.36
33	3.74	5.24	0.25	0.35
34	3.74	5.24	0.25	0.35
35	3.74	5.24	0.25	0.35
36	3.8	5.22	0.26	0.35
37	3.8	5.22	0.26	0.35
38	3.8	5.36	0.26	0.36
39	3.8	5.36	0.26	0.36
40	3.8	5.36	0.26	0.36
41	3.65	5.4	0.25	0.37
42	3.65	5.4	0.25	0.37
43	3.68	5.39	0.25	0.36
44	3.68	5.39	0.25	0.36
45	3.68	5.39	0.25	0.36
46	3.79	5.31	0.26	0.36
47	3.79	5.31	0.26	0.36
48	3.72	5.3	0.25	0.36
49	3.72	5.3	0.25	0.36
50	3.72	5.3	0.25	0.36
51	3.8	5.27	0.26	0.36
52	3.8	5.27	0.26	0.36
53	3.8	5.27	0.26	0.36
54	3.8	5.27	0.26	0.36
55	3.75	5.45	0.25	0.37
56	3.75	5.45	0.25	0.37
57	3.75	5.45	0.25	0.37
58	3.7	5.35	0.25	0.36
59	3.7	5.35	0.25	0.36
60	3.7	5.34	0.25	0.36
Rata-rata	3.73	5.32	0.25	0.36

Tabel D.8. Putaran Fan 65 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	3.83	5.48	0.26	0.37
2	3.91	5.44	0.26	0.37
3	3.91	5.44	0.26	0.37
4	3.73	5.38	0.25	0.36
5	3.73	5.38	0.25	0.36
6	3.73	5.38	0.25	0.36
7	3.73	5.38	0.25	0.36
8	3.73	5.38	0.25	0.36
9	3.85	5.48	0.26	0.37
10	3.85	5.48	0.26	0.37
11	3.85	5.44	0.26	0.37
12	3.85	5.44	0.26	0.37
13	3.85	5.44	0.26	0.37
14	3.83	5.42	0.26	0.37
15	3.83	5.42	0.26	0.37
16	3.79	5.46	0.26	0.37
17	3.79	5.46	0.26	0.37
18	3.79	5.46	0.26	0.37
19	3.9	5.39	0.26	0.36
20	3.9	5.39	0.26	0.36
21	3.79	5.46	0.26	0.37
22	3.79	5.46	0.26	0.37
23	3.79	5.46	0.26	0.37
24	3.91	5.42	0.26	0.37
25	3.91	5.42	0.26	0.37
26	3.8	5.47	0.26	0.37
27	3.8	5.47	0.26	0.37
28	3.8	5.47	0.26	0.37
29	3.74	5.43	0.25	0.37
30	3.74	5.43	0.25	0.37

Tabel D.8. lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	3.83	5.41	0.26	0.37
32	3.83	5.41	0.26	0.37
33	3.83	5.41	0.26	0.37
34	3.9	5.44	0.26	0.37
35	3.9	5.44	0.26	0.37
36	3.91	5.69	0.26	0.38
37	3.91	5.69	0.26	0.38
38	3.91	5.69	0.26	0.38
39	3.87	5.5	0.26	0.37
40	3.87	5.5	0.26	0.37
41	3.98	5.44	0.27	0.37
42	3.98	5.44	0.27	0.37
43	3.98	5.44	0.27	0.37
44	3.98	5.44	0.27	0.37
45	3.98	5.44	0.27	0.37
46	3.86	5.46	0.26	0.37
47	3.86	5.46	0.26	0.37
48	3.86	5.5	0.26	0.37
49	3.86	5.5	0.26	0.37
50	3.86	5.5	0.26	0.37
51	3.94	5.48	0.27	0.37
52	3.94	5.48	0.27	0.37
53	3.89	5.48	0.26	0.37
54	3.89	5.48	0.26	0.37
55	3.89	5.48	0.26	0.37
56	3.85	5.49	0.26	0.37
57	3.85	5.49	0.26	0.37
58	3.85	5.49	0.26	0.37
59	3.89	5.48	0.26	0.37
60	3.85	5.49	0.26	0.37
Rata-rata	3.85	5.46	0.26	0.37

Tabel D.9. Putaran Fan 70 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	3.97	5.68	0.27	0.38
2	3.98	5.67	0.27	0.38
3	3.98	5.67	0.27	0.38
4	3.98	5.67	0.27	0.38
5	4.02	5.61	0.27	0.38
6	4.02	5.61	0.27	0.38
7	3.97	5.66	0.27	0.38
8	3.97	5.66	0.27	0.38
9	3.97	5.66	0.27	0.38
10	3.86	5.53	0.26	0.37
11	3.86	5.53	0.26	0.37
12	4.07	5.53	0.28	0.37
13	4.07	5.53	0.28	0.37
14	3.89	5.69	0.26	0.38
15	3.89	5.69	0.26	0.38
16	3.89	5.69	0.26	0.38
17	4.1	5.7	0.28	0.39
18	4.1	5.7	0.28	0.39
19	3.92	5.61	0.27	0.38
20	3.92	5.61	0.27	0.38
21	3.92	5.61	0.27	0.38
22	3.95	5.69	0.27	0.38
23	3.95	5.69	0.27	0.38
24	3.9	5.7	0.26	0.39
25	3.9	5.7	0.26	0.39
26	3.9	5.7	0.26	0.39
27	3.91	5.67	0.26	0.38
28	3.91	5.67	0.26	0.38
29	3.91	5.64	0.26	0.38
30	3.91	5.64	0.26	0.38

Tabel D.9. Lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	3.91	5.64	0.26	0.38
32	4.01	5.53	0.27	0.37
33	4.01	5.53	0.27	0.37
34	3.86	5.69	0.26	0.38
35	3.86	5.69	0.26	0.38
36	3.86	5.69	0.26	0.38
37	3.95	5.62	0.27	0.38
38	3.95	5.62	0.27	0.38
39	3.91	5.57	0.26	0.38
40	3.91	5.57	0.26	0.38
41	3.91	5.57	0.26	0.38
42	3.92	5.69	0.27	0.38
43	3.92	5.69	0.27	0.38
44	3.92	5.69	0.27	0.38
45	3.9	5.7	0.26	0.39
46	3.9	5.7	0.26	0.39
47	3.89	5.66	0.26	0.38
48	3.89	5.66	0.26	0.38
49	3.89	5.66	0.26	0.38
50	3.98	5.62	0.27	0.38
51	3.98	5.62	0.27	0.38
52	3.95	5.71	0.27	0.39
53	3.95	5.71	0.27	0.39
54	3.81	5.69	0.26	0.38
55	3.81	5.69	0.26	0.38
56	3.81	5.69	0.26	0.38
57	3.83	5.64	0.26	0.38
58	3.83	5.64	0.26	0.38
59	3.94	5.62	0.27	0.38
60	3.86	5.68	0.26	0.38
Rata-rata	3.93	5.65	0.27	0.38

Tabel D.10. Putaran Fan 75 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	3.91	5.7	0.26	0.39
2	3.91	5.7	0.26	0.39
3	3.91	5.7	0.26	0.39
4	4.05	5.73	0.27	0.39
5	4.05	5.73	0.27	0.39
6	3.98	5.64	0.27	0.38
7	3.98	5.64	0.27	0.38
8	3.98	5.64	0.27	0.38
9	4.01	5.66	0.27	0.38
10	4.01	5.66	0.27	0.38
11	4.08	5.7	0.28	0.39
12	4.08	5.7	0.28	0.39
13	4.08	5.7	0.28	0.39
14	3.98	5.67	0.27	0.38
15	3.98	5.67	0.27	0.38
16	3.94	5.68	0.27	0.38
17	3.94	5.68	0.27	0.38
18	3.94	5.68	0.27	0.38
19	3.95	5.66	0.27	0.38
20	3.95	5.66	0.27	0.38
21	3.95	5.66	0.27	0.38
22	4.01	5.73	0.27	0.39
23	4.01	5.73	0.27	0.39
24	3.96	5.69	0.27	0.38
25	3.96	5.69	0.27	0.38
26	3.96	5.69	0.27	0.38
27	3.95	5.65	0.27	0.38
28	3.95	5.65	0.27	0.38
29	3.95	5.68	0.27	0.38
30	3.95	5.68	0.27	0.38

Tabel D.10. Lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	3.95	5.68	0.27	0.38
32	3.9	5.63	0.26	0.38
33	3.9	5.63	0.26	0.38
34	4.05	5.7	0.27	0.39
35	4.05	5.7	0.27	0.39
36	3.98	5.66	0.27	0.38
37	3.98	5.66	0.27	0.38
38	3.98	5.66	0.27	0.38
39	3.95	5.68	0.27	0.38
40	3.95	5.68	0.27	0.38
41	4.02	5.69	0.27	0.38
42	4.02	5.69	0.27	0.38
43	4.02	5.69	0.27	0.38
44	3.97	5.65	0.27	0.38
45	3.97	5.65	0.27	0.38
46	3.98	5.67	0.27	0.38
47	3.98	5.67	0.27	0.38
48	3.98	5.67	0.27	0.38
49	4.02	5.72	0.27	0.39
50	4.02	5.72	0.27	0.39
51	4.1	5.64	0.28	0.38
52	4.1	5.64	0.28	0.38
53	4.1	5.64	0.28	0.38
54	3.94	5.64	0.27	0.38
55	3.94	5.64	0.27	0.38
56	3.98	5.67	0.27	0.38
57	3.98	5.67	0.27	0.38
58	3.98	5.67	0.27	0.38
59	3.96	5.68	0.27	0.38
60	3.96	5.68	0.27	0.38
Rata-rata	3.98	5.68	0.27	0.38

Tabel D.11 Putaran Fan 80 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	4.02	5.64	0.27	0.38
2	4.02	5.64	0.27	0.38
3	4	5.65	0.27	0.38
4	4	5.65	0.27	0.38
5	4	5.65	0.27	0.38
6	3.92	5.71	0.27	0.39
7	3.92	5.71	0.27	0.39
8	3.87	5.71	0.26	0.39
9	3.87	5.71	0.26	0.39
10	3.87	5.71	0.26	0.39
11	3.92	5.71	0.27	0.39
12	3.92	5.71	0.27	0.39
13	4	5.68	0.27	0.38
14	4	5.68	0.27	0.38
15	4	5.68	0.27	0.38
16	4.01	5.72	0.27	0.39
17	4.01	5.72	0.27	0.39
18	3.98	5.72	0.27	0.39
19	3.98	5.64	0.27	0.38
20	3.98	5.64	0.27	0.38
21	3.89	5.71	0.26	0.39
22	3.89	5.71	0.26	0.39
23	4	5.64	0.27	0.38
24	4	5.64	0.27	0.38
25	4	5.64	0.27	0.38
26	4	5.59	0.27	0.38
27	4	5.59	0.27	0.38
28	4	5.59	0.27	0.38
29	3.94	5.67	0.27	0.38
30	3.94	5.67	0.27	0.38

Tabel D.11 Lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	4.03	5.63	0.27	0.38
32	4.03	5.63	0.27	0.38
33	4	5.71	0.27	0.39
34	4	5.71	0.27	0.39
35	4	5.71	0.27	0.39
36	4	5.64	0.27	0.38
37	4	5.72	0.27	0.39
38	3.9	5.72	0.26	0.39
39	3.9	5.64	0.26	0.38
40	3.9	5.64	0.26	0.38
41	3.94	5.66	0.27	0.38
42	3.94	5.66	0.27	0.38
43	4.05	5.69	0.27	0.38
44	4.05	5.69	0.27	0.38
45	4.05	5.69	0.27	0.38
46	4.05	5.71	0.27	0.39
47	4.05	5.71	0.27	0.39
48	4.02	5.67	0.27	0.38
49	4.02	5.67	0.27	0.38
50	4.02	5.67	0.27	0.38
51	3.97	5.72	0.27	0.39
52	3.97	5.72	0.27	0.39
53	4.03	5.72	0.27	0.39
54	4.03	5.72	0.27	0.39
55	4.03	5.72	0.27	0.39
56	3.9	5.72	0.26	0.39
57	3.9	5.72	0.26	0.39
58	3.96	5.64	0.27	0.38
59	3.9	5.64	0.26	0.38
60	3.94	5.66	0.27	0.38
Rata-rata	3.98	5.68	0.27	0.38

Tabel D.12. Putaran Fan 85 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	3.98	5.65	0.27	0.38
2	3.98	5.72	0.27	0.39
3	4.02	5.67	0.27	0.38
4	4.02	5.67	0.27	0.38
5	4.02	5.67	0.27	0.38
6	3.95	5.65	0.27	0.38
7	3.95	5.65	0.27	0.38
8	3.9	5.65	0.26	0.38
9	3.9	5.65	0.26	0.38
10	3.9	5.65	0.26	0.38
11	4	5.66	0.27	0.38
12	4	5.66	0.27	0.38
13	4.06	5.68	0.27	0.38
14	4.06	5.68	0.27	0.38
15	4.06	5.68	0.27	0.38
16	3.98	5.71	0.27	0.39
17	3.98	5.71	0.27	0.39
18	3.98	5.71	0.27	0.39
19	3.9	5.71	0.26	0.39
20	3.9	5.71	0.26	0.39
21	3.92	5.67	0.27	0.38
22	3.92	5.67	0.27	0.38
23	4.02	5.67	0.27	0.38
24	4.02	5.67	0.27	0.38
25	4.02	5.67	0.27	0.38
26	4.06	5.68	0.27	0.38
27	4.06	5.68	0.27	0.38
28	4.14	5.7	0.28	0.39
29	4.14	5.7	0.28	0.39
30	4.14	5.7	0.28	0.39

Tabel D.12. lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	3.98	5.66	0.27	0.38
32	3.98	5.66	0.27	0.38
33	4	5.64	0.27	0.38
34	4	5.64	0.27	0.38
35	4	5.64	0.27	0.38
36	3.97	5.66	0.27	0.38
37	3.97	5.66	0.27	0.38
38	4.11	5.67	0.28	0.38
39	4.11	5.67	0.28	0.38
40	4.11	5.67	0.28	0.38
41	4.05	5.67	0.27	0.38
42	4.05	5.67	0.27	0.38
43	4.05	5.61	0.27	0.38
44	4.05	5.61	0.27	0.38
45	4.05	5.61	0.27	0.38
46	3.94	5.68	0.27	0.38
47	3.94	5.68	0.27	0.38
48	4.02	5.64	0.27	0.38
49	4.02	5.64	0.27	0.38
50	4.02	5.64	0.27	0.38
51	4.05	5.64	0.27	0.38
52	4.05	5.64	0.27	0.38
53	3.97	5.67	0.27	0.38
54	3.97	5.67	0.27	0.38
55	3.97	5.67	0.27	0.38
56	4.02	5.67	0.27	0.38
57	4.02	5.67	0.27	0.38
58	5	5.67	0.27	0.38
59	5	5.67	0.27	0.38
60	4.01	5.64	0.27	0.38
Rata-rata	4.04	5.67	0.27	0.38

Tabel D.13. Putaran Fan 90 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	4.13	5.63	0.28	0.38
2	4.13	5.63	0.28	0.38
3	4.1	5.65	0.28	0.38
4	4.1	5.65	0.28	0.38
5	4.1	5.65	0.28	0.38
6	3.98	5.71	0.27	0.39
7	3.98	5.71	0.27	0.39
8	4.05	5.71	0.27	0.39
9	4.05	5.71	0.27	0.39
10	4.05	5.71	0.27	0.39
11	4.11	5.62	0.28	0.38
12	4.11	5.62	0.28	0.38
13	4.12	5.68	0.28	0.38
14	4.12	5.68	0.28	0.38
15	4.12	5.68	0.28	0.38
16	4.12	5.66	0.28	0.38
17	4.12	5.66	0.28	0.38
18	4.17	5.64	0.28	0.38
19	4.17	5.64	0.28	0.38
20	4.07	5.64	0.28	0.38
21	4.07	5.62	0.28	0.38
22	4.07	5.62	0.28	0.38
23	4.06	5.64	0.27	0.38
24	4.06	5.64	0.27	0.38
25	4.08	5.64	0.28	0.38
26	4.08	5.59	0.28	0.38
27	4.08	5.59	0.28	0.38
28	4.13	5.59	0.28	0.38
29	4.13	5.67	0.28	0.38
30	4.13	5.67	0.28	0.38

Tabel D.13. lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	4.1	5.63	0.28	0.38
32	4.1	5.63	0.28	0.38
33	4.23	5.71	0.29	0.39
34	4.23	5.71	0.29	0.39
35	4.23	5.71	0.29	0.39
36	4.1	5.64	0.28	0.38
37	4.1	5.64	0.28	0.38
38	4	5.64	0.27	0.38
39	4	5.64	0.27	0.38
40	4	5.64	0.27	0.38
41	4.1	5.66	0.28	0.38
42	4.1	5.66	0.28	0.38
43	4.06	5.69	0.27	0.38
44	4.06	5.69	0.27	0.38
45	4.06	5.69	0.27	0.38
46	4.08	5.71	0.28	0.39
47	4.08	5.71	0.28	0.39
48	4.14	5.67	0.28	0.38
49	4.14	5.67	0.28	0.38
50	4.14	5.67	0.28	0.38
51	4.03	5.72	0.27	0.39
52	4.03	5.72	0.27	0.39
53	4.03	5.72	0.27	0.39
54	4.03	5.72	0.27	0.39
55	4.17	5.72	0.28	0.39
56	4.17	5.72	0.28	0.39
57	4.17	5.72	0.28	0.39
58	4.17	5.64	0.28	0.38
59	4.17	5.64	0.28	0.38
60	4.13	5.66	0.28	0.38
Rata-rata	4.1	5.67	0.28	0.38

Tabel D.14. Putaran Fan 95 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	4.05	5.68	0.27	0.38
2	4.11	5.68	0.28	0.38
3	4.11	5.71	0.28	0.39
4	4.11	5.67	0.28	0.38
5	4.1	5.67	0.28	0.38
6	4.1	5.65	0.28	0.38
7	4.05	5.65	0.27	0.38
8	4.05	5.65	0.27	0.38
9	4.05	5.65	0.27	0.38
10	4.12	5.65	0.28	0.38
11	4.12	5.66	0.28	0.38
12	4.11	5.66	0.28	0.38
13	4.11	5.68	0.28	0.38
14	4.01	5.68	0.27	0.38
15	4.01	5.68	0.27	0.38
16	4.01	5.71	0.27	0.39
17	4.07	5.71	0.28	0.39
18	4.07	5.71	0.28	0.39
19	4.08	5.71	0.28	0.39
20	4.08	5.71	0.28	0.39
21	4.08	5.67	0.28	0.38
22	4.11	5.67	0.28	0.38
23	4.11	5.67	0.28	0.38
24	4.14	5.67	0.28	0.38
25	4.14	5.67	0.28	0.38
26	4.14	5.68	0.28	0.38
27	4.24	5.68	0.29	0.38
28	4.24	5.7	0.29	0.39
29	4.03	5.7	0.27	0.39
30	4.03	5.7	0.27	0.39

Tabel D.14 Lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	4.03	5.66	0.27	0.38
32	4.17	5.66	0.28	0.38
33	4.17	5.64	0.28	0.38
34	4.17	5.64	0.28	0.38
35	4.17	5.64	0.28	0.38
36	4.17	5.66	0.28	0.38
37	4.12	5.66	0.28	0.38
38	4.12	5.67	0.28	0.38
39	4.02	5.67	0.27	0.38
40	4.02	5.67	0.27	0.38
41	4.02	5.59	0.27	0.38
42	4.1	5.59	0.28	0.38
43	4.1	5.61	0.28	0.38
44	4.12	5.61	0.28	0.38
45	4.12	5.61	0.28	0.38
46	4.12	5.68	0.28	0.38
47	4.13	5.68	0.28	0.38
48	4.13	5.64	0.28	0.38
49	4.06	5.64	0.27	0.38
50	4.06	5.64	0.27	0.38
51	4.02	5.64	0.27	0.38
52	4.02	5.64	0.27	0.38
53	4.02	5.53	0.27	0.38
54	4.14	5.53	0.28	0.38
55	4.14	5.53	0.28	0.38
56	4.11	5.67	0.28	0.38
57	4.11	5.67	0.28	0.38
58	4.11	5.63	0.28	0.38
59	4.08	5.63	0.28	0.38
60	4.08	5.64	0.28	0.38
Rata-rata	4.1	5.66	0.28	0.38

Tabel D.15 Putaran Fan 100 Knop

No.	V	V1	Q	Q1
1	4.07	5.62	0.28	0.38
2	4.05	5.62	0.27	0.38
3	4.05	5.65	0.27	0.38
4	4.05	5.65	0.27	0.38
5	4.05	5.71	0.27	0.39
6	4.05	5.71	0.27	0.39
7	4.16	5.67	0.28	0.39
8	4.16	5.71	0.28	0.39
9	4.1	5.71	0.28	0.39
10	4.1	5.71	0.28	0.39
11	4.1	5.62	0.28	0.38
12	4.27	5.62	0.29	0.38
13	4.27	5.68	0.29	0.38
14	4.08	5.68	0.28	0.38
15	4.08	5.68	0.28	0.38
16	4.08	5.66	0.28	0.38
17	4.17	5.66	0.28	0.38
18	4.17	5.64	0.28	0.38
19	4.14	5.64	0.28	0.38
20	4.14	5.64	0.28	0.38
21	4.14	5.62	0.28	0.38
22	4.1	5.62	0.28	0.38
23	4.1	5.64	0.28	0.38
24	4.1	5.64	0.28	0.38
25	4.1	5.64	0.28	0.38
26	4.1	5.59	0.28	0.38
27	4.14	5.59	0.28	0.38
28	4.14	5.59	0.28	0.38
29	4.13	5.67	0.28	0.38
30	4.13	5.67	0.28	0.38

Tabel D.15 lanjutan

No.	V	V1	Q	Q1
31	4.13	5.63	0.28	0.38
32	4.06	5.63	0.27	0.39
33	4.06	5.71	0.27	0.39
34	4.1	5.71	0.28	0.39
35	4.1	5.71	0.28	0.39
36	4.1	5.64	0.28	0.38
37	4.19	5.64	0.28	0.38
38	4.19	5.64	0.28	0.38
39	4.18	5.64	0.28	0.38
40	4.18	5.64	0.28	0.38
41	4.18	5.66	0.28	0.38
42	4.11	5.66	0.28	0.38
43	4.11	5.69	0.28	0.38
44	4.14	5.69	0.28	0.38
45	4.14	5.69	0.28	0.39
46	4.17	5.71	0.28	0.39
47	4.17	5.71	0.28	0.39
48	4.17	5.67	0.28	0.38
49	4.14	5.67	0.28	0.38
50	4.14	5.67	0.28	0.39
51	4.14	5.72	0.28	0.39
52	4.14	5.72	0.28	0.39
53	4.14	5.72	0.28	0.39
54	4.14	5.72	0.28	0.39
55	4.14	5.72	0.28	0.39
56	4.14	5.72	0.28	0.39
57	4.07	5.72	0.28	0.39
58	4.07	5.66	0.28	0.38
59	4.12	5.69	0.28	0.38
60	4.12	5.69	0.28	0.38
Rata-rata	4.14	5.67	0.28	0.38

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis Aulia Perdana Sari yang dilahirkan di Kota Kediri pada tanggal 14 Agustus 1993 dari ayah bernama Sajuri dan ibu bernama Nanik Rukmawati. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Pada tahun 2006, penulis menyelesaikan pendidikan tingkat dasar di SDN Semampir 1 Kediri. Pada tahun 2009 penulis menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMPN 1 Kediri. Tahun 2012 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 2 Kediri. Dan pada tahun 2015 ini, penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Program Studi DIII-Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN MONITORING DAN AKUSISI DATA LAJU ALIRAN UDARA PADA *DUCTING AIR CONDITIONING LABORATORY* UNIT A575 BERBASIS ARDUINO”**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui email auliaperdanasari@gmail.com.