

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN ANEMOMETER UNTUK MENGUKUR
KECEPATAN UDARA

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

FAKHRUR RAZI
1607230167



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

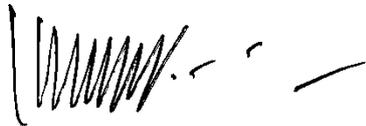
Nama : Fakhrur Razi
NPM : 1607230167
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Rancang bangun anemometer untuk mengukur kecepatan udara
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 21 Juli 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji



Rahmatullah S.T., M.Sc., IPM., ASEAN Eng

Dosen Penguji -



Sudirman Lubis S.T., M.T

Dosen Penguji



Khairul Umurani, S.T., M.T

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Candra A. Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Fakhrur Razi
Tempat /Tanggal Lahir : Sigli, 3 Oktober 1997
NPM : 1607230167
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Rancang Bangun Anemometer Untuk Mengukur Kecepatan Udara”,

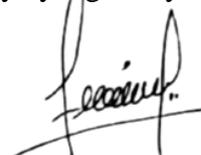
Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 21 Juli 2021

Saya yang menyatakan,


Fakhrur Razi

ABSTRAK

Angin sangatlah penting perannya dalam kehidupan manusia sehari-hari, akan tetapi angin juga dapat bersifat *destructive* apabila kecepatan angin telah melampaui batas ambang yang telah ditentukan. Kerusakan yang diakibatkan oleh kecepatan angin juga dapat merugikan manusia. Untuk itu untuk mengetahui kecepatan angin di perlukan sebuah perangkat alat yang bernama anemometer. Anemometer adalah alat ukur kecepatan angin. Umumnya anemometer bersifat portable dan kecil, sehingga memudahkan manusia dalam melakukan pengukuran kecepatan angin pada saat digunakan. Pada penelitian ini akan merancang bangun anemometer untuk mengukur kecepatan udara. Dan untuk rumusan masalah adalah bagaimana mengukur kecepatan udara dengan alat rancang bangun anemometer, dan membandingkan hasil ukuran kecepatan udara dari anemometer digital dengan alat rancang bangun anemometer. Untuk pembuatan rancang bangun anemometer ini sendiri menggunakan flow meter sensor yang berbasis arduino untuk mengukur kecepatan udara yang akan ditampilkan pada lcd display. Dan untuk pengujian alat ini menggunakan kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, 3,5 m/s. Dari hasil pengujian mendapatkan hasil pengukuran 2,1 m/s, 2,3 m/s, 2,5 m/s, 2,6 m/s, 2,7 m/s. Dengan rata-rata penyimpangan pengukuran sebesar 0,18 %.

Kata kunci: Angin, Anemometer, Flow meter, Arduino

ABSTRACT

Wind is very important role in daily life, but wind can also be destructive, the wind speed has exceeded the predetermined threshold. The damage caused by wind speed can also be detrimental to humans. For this reason, to see the wind speed in a device called anemometer. Anemometer is a measuring tool for wind speed. Anemometer is portable and small, making it easier for humans to measure wind speed during use. In this research, the anemometer is designed to measure air velocity. And for the formulation of the problem is how to measure air velocity with an anemometer design tool, and compare the results of measuring air velocity from a digital anemometer with an anemometer design tool. For the manufacture of this anemometer design itself uses a flow meter sensor based on Arduino to measure the speed of the air that will be dim on the LCD display. And for the tester this tool uses a speed of 2.5 m / s, 2.8 m / s, 3.1 m / s, 3.4 m / s, 3.5 m / s. From the test results, the measurement results are 2.1 m / s, 2.3 m / s, 2.5 m / s, 2.6 m / s, 2.7 m / s. With an average measurement deviation of 0.18%.

Keywords: Wind, Anemometer, Flow meter, Arduino

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Anemometer Untuk Mengukur Kecepatan Udara” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Ummurani S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing sekaligus Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Ade Faisal S.T.,Phd selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Chandra A. Siregar S.T.,M.T selaku Ketua Program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah S.T.,M.Sc.,IPM,,ASEAN Eng. selaku Dosen Pembanding I dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak Sudirman Lubis S.T.,M.T. selaku Dosen Pembanding II dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Seluruh Bapak/ Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Orang tua penulis: Rusli Usman dan Siti Aisyah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

10. Sahabat-sahabat penulis: Dedek Irwansyah, Riza Fauzi Pratama, M.Algi Fari, Rahmad Husein, Jodi Kurniawan, Jody Rorian Akbar, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia teknik Mesin.

Medan, 21 Juli 2021



Fakhrrur Razi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Anemometer	5
2.2.1. Jenis jenis Anemometer	6
2.3. Flow Meter	9
2.3.1. Fungsi Flow Meter	10
2.3.2. Cara Kerja Flow Meter	12
2.3.3. Perbedaan cara kerja flow meter menurut jenisnya	12
2.3.4. Jenis Jenis Flow Meter	13
2.4. Arduino	16
2.4.1. Jenis Jenis Arduino	17
2.5. Arduino Software IDE	20
2.5.1. Fungsi Simbol pada Software Arduino IDE	21
2.6. Kabel Jumper Arduino	22
2.6.1. Jenis Jenis Kabel Jumper Arduino	23
2.7. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	23
2.7.1. Struktur Dasar LCD	24
2.7.2. Prinsip Kerja LCD	25
2.7.3. Jenis Jenis LCD	25
BAB 3 METODOLOGI	
3.1 Tempat dan Waktu	28
3.1.1 Tempat Penelitian	28
3.1.2 Waktu Penelitian	28
3.2 Bahan dan Alat	29
3.2.1 Bahan Penelitian	29
3.2.2 Alat Penelitian	32
3.3 Bagan Alir Penelitian	36

3.4	Rancangan Alat Penelitian	37
3.5	Prosedur Penelitian	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Perhitungan data hasil percobaan	39
4.2.	Analisa Data	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	45
5.2.	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Spesifikasi arduino <i>Uno</i>	17
Tabel 2.2 Spesifikasi Spesifikasi arduino <i>Due</i>	18
Tabel 2.3 Spesifikasi Spesifikasi arduino <i>Nano</i>	19
Tabel 2.4 Spesifikasi Spesifikasi arduino <i>Mini</i>	20
Tabel 3.1 Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	28
Tabel 4.1 Apendix A-5 properties air atmospheric pressure	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Garis isobar yang melingkupi suatu daerah	4
Gambar 2.2	Anemometer Robinsons	6
Gambar 2.3	Anemometer Cup	7
Gambar 2.4	Anemometer Windmill	7
Gambar 2.5	Anemometer Ultrasonic	8
Gambar 2.6	Anemometer Laser Doppler	8
Gambar 2.7	Anemometer Hot Wire	9
Gambar 2.8	Ultrasonic Flow meter	14
Gambar 2.9	<i>Coriolis mass</i> flow meter	14
Gambar 2.10	<i>Turbine</i> Flow meter	15
Gambar 2.11	<i>Electromagnetic</i> Flow meter	15
Gambar 2.12	<i>Orifice</i> flow meter	16
Gambar 2.13	Arduino <i>Uno</i>	17
Gambar 2.14	Arduino <i>Due</i>	18
Gambar 2.15	Arduino <i>Nano</i>	19
Gambar 2.16	Arduino <i>Mini</i>	19
Gambar 2.17	Software Arduino IDE	21
Gambar 2.18	Kabel <i>Jumper Arduino</i>	22
Gambar 2.19	Struktur Dasar LCD	24
Gambar 2.20	TFT LCD	26
Gambar 2.21	IPS LCD	26
Gambar 2.22	OLED	27
Gambar 3.1	Triplek melamin	29
Gambar 3.2	Besi siku berlubang	29
Gambar 3.3	Gergaji Besi	30
Gambar 3.4	Sarung tangan	30
Gambar 3.5	Rol Meter	30
Gambar 3.6	Baut dan Mur	31
Gambar 3.7	lem kayu	31
Gambar 3.8	Solder	31
Gambar 3.9	Alat penelitian pada saluran segiempat	32
Gambar 3.10	<i>Fan</i> Hisap	32
Gambar 3.11	<i>Speed controler</i>	33
Gambar 3.12	Arduino <i>Nano</i>	33
Gambar 3.13	Arduino <i>Software</i>	33
Gambar 3.14	<i>Water</i> Flow Meter	34
Gambar 3.15	LCD	34
Gambar 3.16	Anemometer Digital	34
Gambar 3.17	Pelurus Aliran Udara	35
Gambar 3.18	Kabel <i>Jumper Arduino</i>	35
Gambar 3.19	Laptop	35
Gambar 3.20	Diagram Bagan Alir Metodologi	36
Gambar 3.21	Skema Saluran Segiempat	37
Gambar 3.22	Rangkaian Rancang Bangun Anemometer	37
Gambar 3.23	Rancang Bangun Alat Anemometer	37

Gambar 4.1 Grafik Kecepatan Pada Rancang Bangun Anemometer	42
Gambar 4.2 Grafik Penyimpangan Pada Rancang Bangun Anemometer	42
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Kecepatan Rancang Bangun Anemometer Pada Daya	43
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Kecepatan Rancang Bangun Anemometer Pada Arus	44

DAFTAR NOTASI

K	= keliling lingkaran	(cm,m)
r	= jari-jari lingkaran	(cm,m)
π	= 3,14 atau $\frac{22}{7}$	
v	= kecepatan	(km/jam,m/s)
s	= jarak yang ditempuh	(km,m)
t	= waktu	(s)
A	= Luas permukaan pipa	(cm,m)
w	= lebar	(cm,m)
h	= tinggi	(cm,m)
Q	= flow	(m ³ /s)

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Angin adalah aliran udara dalam jumlah besar yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke tempat tekanan udara rendah. Secara umum, pengertian angin adalah udara yang bergerak.

Angin sangatlah penting perannya dalam kehidupan manusia sehari-hari, akan tetapi angin juga dapat bersifat *destructive* apabila kecepatan angin telah melampaui batas ambang yang telah ditentukan. Kerusakan yang diakibatkan oleh kecepatan angin juga dapat merugikan manusia. Misalkan dapat merobohkan pohon, tiang listrik, merusakkan atap rumah dan lain-lain. Untuk itu untuk mengetahui kecepatan angin di perlukan sebuah perangkat alat yang bernama anemometer.

Kata anemometer berasal dari bahasa Yunani yaitu *anemos* yang berarti angin dan *metritis* yang berarti pengukuran. Anemometer ini diperkenalkan pertama kali oleh Leon Battista Alberti dari Italia pada tahun 1450. Saat itu anemometer yang dibuat oleh Alberti berupa piringan yang terdapat tulisan arah mata angin sebagai tanda dari mana angin tersebut berhembus. Sedangkan arah dari piringan menandakan kecepatan angin.

Anemometer adalah alat ukur kecepatan aliran angin pada suatu wilayah. Umumnya anemometer bersifat portable dan kecil, sehingga memudahkan manusia dalam melakukan pengukuran pada suatu wilayah pada saat digunakan. Untuk dapat mengetahui kondisi kecepatan angin pada suatu wilayah di waktu tertentu dibutuhkan sebuah perangkat alat ukur angin yang dapat melakukan pencatatan nilai kecepatan angin secara berkala dari waktu ke waktu, sehingga bencana yang diakibat oleh angin dapat dideteksi dan diprediksi sejak dini sehingga dapat meminimalkan kerusakan yang terjadi akibat kecepatan angin.

Pada alat rancang bangun anemometer untuk mengukur kecepatan udara. Dimana pada alat ini menggunakan media saluran udara segiempat sebagai wadah tempat mengalir udara dengan dimensi 2000 mm x 150 mm x 75 mm. Dan menggunakan blower sentrifugal sebagai udara buatan dengan spesifikasi 370 watt

pada 3000 rpm. Dan menggunakan water flow meter sensor sebagai alat ukur kecepatan udara. Dan selanjutnya menggunakan arduino nano sebagai pengolah data dan akan ditampilkan pada LCD oled 0.96 inch dengan kerapatan pixel 128 x 64 sebagai hasil dari pengukuran kecepatan udara.

Pada penelitian ini akan merancang bangun anemometer untuk mengukur kecepatan udara, dan bagaimana mengukur kecepatan udara dengan alat rancang bangun anemometer, dan membandingkan hasil ukuran kecepatan udara dari anemometer digital dengan alat rancang bangun anemometer. Pada saat pengujian akan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UMSU dengan lima kali pengujian dan dengan tekanan udara yang berbeda-beda.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang bangun alat anemometer untuk mengukur kecepatan udara.
2. Bagaimana cara mengukur kecepatan udara dengan alat rancang bangun anemometer.
3. Bagaimana hasil perbandingan antara anemometer digital dan anemometer yang dirancang.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Pengukuran kecepatan udara dilakukan dengan menggunakan skala lab.
2. Alat yang digunakan berupa protipe untuk penelitian.
3. Hasil pengukuran akan dibandingkan dengan anemometer digital.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah :

1. Merancang bangun alat anemometer untuk mengukur kecepatan udara.
2. Untuk mengetahui pengukuran kecepatan udara secara otomatis.
3. Untuk membandingkan hasil pengukuran anemometer digital dengan anemometer yang di rancang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian tugas akhir ini adalah :

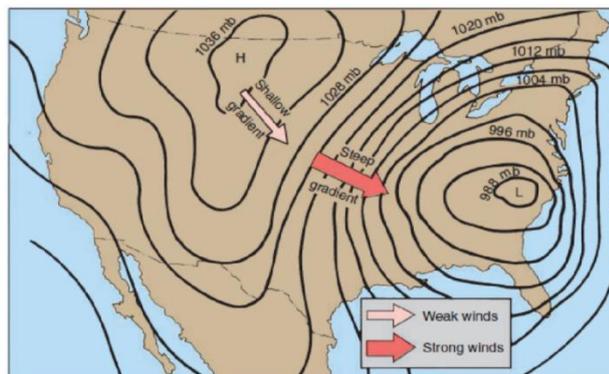
1. Merancang alat anemometer sederhana dengan biaya yang lebih murah.
2. Dengan alat anemometer ini dapat memprediksi kecepatan udara secara otomatis.
3. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi para peneliti lain yang ingin mendalami tentang rancang bangun alat anemometer untuk mengukur kecepatan udara.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Angin adalah aliran udara dalam jumlah besar yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke tempat tekanan udara rendah. Secara umum, pengertian angin adalah udara yang bergerak. Ada tiga hal yang penting menyangkut sifat angin yaitu : kekuatan angin, arah angin, dan kecepatan angin.

Kecepatan angin yang bervariasi disebabkan karena adanya faktor gradien tekanan udara di antara dua tempat. Gradien tekanan udara ini dihitung berdasarkan jarak antar dua pusat tekanan udara yang berbeda dan dipisahkan oleh garis-garis isobar. Semakin besar nilai gradien tekanan udara, maka kecepatan angin semakin besar. Sebaliknya jika nilai gradien tekanan udara kecil, maka kecepatan angin mengecil. (Priyambodo, 2018)



Gambar 2.1 Garis isobar yang melingkupi suatu daerah
(www.cengage.com, 118)

Gambar 1 menunjukkan garis-garis isobar yang melingkupi suatu wilayah. Setiap satu garis isobar menghubungkan daerah-daerah yang memiliki tekanan udara yang sama besar. Jika pada suatu daerah terdapat garis-garis isobar dengan jarak yang berdekatan, maka pada wilayah tersebut terjadi hembusan angin yang kuat (*strong winds*). Sedangkan saat jarak antar garis isobar saling berjauhan, maka terjadi hembusan angin yang lemah (*weak winds*).

Pada umumnya arah hembusan angin sesuai dengan arah aliran udara. Selain itu, arah angin juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketinggian suatu benda yang menghalangi pergerakan angin dan efek *coriolis*. Efek *coriolis* adalah

peristiwa pembelokan arah angin yang terjadi di daerah khatulistiwa akibat rotasi bumi.

Adapun rumus untuk menghitung kecepatan angin yaitu menggunakan rumus keliling lingkaran dan kecepatan. Berikut adalah rumus untuk menghitung keliling lingkaran yaitu :

$$K = 2.\pi.r \quad (2.1)$$

Sedangkan rumus untuk menghitung kecepatan angin yaitu :

$$v = \frac{s}{t} \quad (2.2)$$

Menurut jenis alirannya, pergerakan fluida dalam bentuk gas (angin) ini dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Fluida dengan Aliran Laminer

Aliran laminer merupakan aliran fluida dengan pola lintasan sejajar satu sama lain. Aliran ini sering juga disebut sebagai aliran *streamline* karena lintasan yang dilalui oleh fluida berhimpit dengan garis-garis khayal lintasan partikel fluida. Kelajuan setiap partikel fluida pada aliran laminer bernilai sama besar pada semua titik. Aliran laminer terjadi saat fluida dialirkan melalui sebuah pipa yang berdiameter sangat kecil (kapiler) dan berdinding tipis dengan kelajuan aliran fluida yang lambat. Contoh fluida dengan aliran laminer adalah peristiwa mengalirnya darah pada pembuluh darah dan asap rokok yang mengalir ke atas dan membentuk pola-pola lintasan garis lurus.

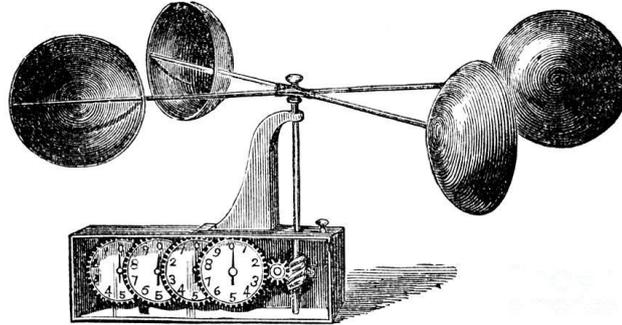
2. Fluida dengan Aliran Turbulen

Aliran turbulen merupakan fluida yang mengalir dengan arah aliran acak dan tidak dapat diprediksi serta kelajuannya berubah-ubah. Hampir semua jenis aliran fluida yang ada di dunia ini merupakan aliran turbulen.

2.2 Anemometer

Kata anemometer berasal dari bahasa Yunani yaitu *anemos* yang berarti angin dan *metritis* yang berarti pengukuran. Anemometer ini diperkenalkan pertama kali oleh Leon Battista Alberti dari Italia pada tahun 1450. Saat itu anemometer yang dibuat oleh Alberti berupa piringan yang terdapat tulisan arah

mata angin sebagai tanda dari mana angin tersebut berhembus. Sedangkan arah dari piringan menandakan kecepatan angin.



Gambar 2.2 Anemometer Robinsons Dr. John Thomas Romney Robinson
Anemometer tahun 1846

Sekitar tahun 1664, seorang ilmuwan dari Inggris yang bernama Robert Hooke menciptakan alat serupa namun dengan melakukan perubahan sehingga menciptakan anemometer terbaru. Di tahun 1708, seorang filsuf dari Jerman Christian Wolff atau lebih dikenal dengan nama Wolfius melakukan perubahan kembali anemometer yang sudah ada sehingga dapat mengukur kecepatan angin yang kencang. Anemometer terus mengalami perubahan, hingga pada tahun 1846 seorang penemu dari Irlandia, Dr. John Thomas Romney Robinson dari Armagh Observatory menemukan sebuah *cup* setengah bola yang dipasang pada anemometer yang kita kenal hingga saat ini. Design yang lebih sederhana serta cukup akurat saat dibaca menjadi kelebihan dari anemometer ini. Abad ke 20 atau pada tahun 1935, anemometer yang dirancang M. J. Brevoort dan U.T. Joyner menjadi lebih akurat saat mencatat kecepatan angin yang berhembus serta mengurangi presentase eror yang terjadi.

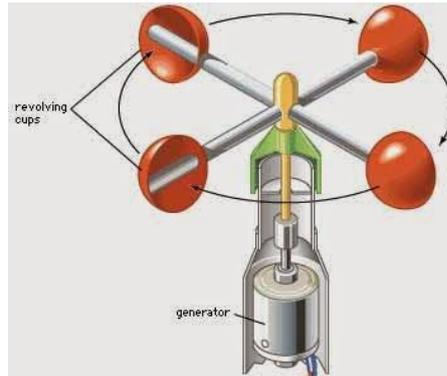
Pada masa sekarang anemometer juga digunakan pada bidang *Geofisika* atau stasiun perkiraan cuaca. Oleh karena itu Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) biasa memakai alat ini untuk mengukur kecepatan angin dan mengetahui perkiraan cuaca pada suatu wilayah di Indonesia.(Astuti, 2015)

2.2.1 Jenis jenis Anemometer

Selain fungsinya untuk mengukur kecepatan angin, ternyata anemometer juga memiliki berbagai macam jenis jenisnya, diantaranya adalah :

1. Anemometer *Cup*

Anemometer *cup* atau juga disebut anemometer putar adalah jenis anemometer tertua yang pernah ada, *cup* ditempatkan pada sumbu *vertical*, pada saat angin meniupnya akan menyebabkan *cup* tersebut berputar. Semakin cepat *cup* berputar maka semakin kencang angin yang mengenainya, dan anemometer *cup* ini biasanya memiliki pembaca digital. (Mahar, Al Tahtawi and Sudrajat, 2018)



Gambar 2.3 Anemometer *Cup*

([www://abi-blog.com/macam-jenis-anemometer/](http://www.abi-blog.com/macam-jenis-anemometer/))

2. Anemometer *Windmill*

Anemometer ini berbentuk seperti kincir angin atau baling-baling berbentuk panjang vertikal yang berguna untuk mengukur kecepatan angin dan pada bagian ekor memiliki sirip untuk mengukur arah angin. Pada saat waktu tertiuap angin maka akan menggerakkan baling-baling dan membuatnya berputar mengikuti arah angin.



Gambar 2.4 Anemometer *Windmill*

(www.abi-blog.com/macam-jenis-anemometer/)

3. Anemometer *Ultrasonic*

Anemometer ini menggunakan gelombang suara *ultrasonic* untuk mengukur kecepatan angin, yang mana gelombang suara *ultrasonic* melewati sensor disisi berlawanan, pada saat angin bergerak maka sensor akan terganggu dan membaca kecepatan angin tersebut dengan sangat akurat.



Gambar 2.5 Anemometer *Ultrasonic*

(www.abi-blog.com/macam-jenis-anemometer/)

4. Anemometer *Laser Doppler*

Anemometer jenis ini memakai sinar cahaya berasal dari *laser* yang terbagi menjadi dua balok. Anemometer ini dipakai untuk menghitung kecepatan partikel udara yang berada di sekitar anemometer.



Gambar 2.6 Anemometer *Laser Doppler*

(www.abi-blog.com/macam-jenis-anemometer/)

5. Anemometer *Hot Wire*

Anemometer ini memakai kawat panas halus yang dipanaskan. Udara akan mengalir melewati kawat yang mempunyai efek pendingin terhadap kawat.

Anemometer hot wire ini memiliki frekuensi respon yang amat tinggi serta resolusi spasial yang baik jika dibandingkan dengan metode pengukuran yang lainnya.



Gambar 2.7 Anemometer *Hot Wire*

(www.abi-blog.com/macam-jenis-anemometer/)

2.3 Flow meter

Flow meter sendiri mulai berkembang pada tahun 1700-an, lebih tepatnya pada tahun 1738 Swiss Daniel menerapkan tekanan diferensial untuk menilai aliran air. Kemudian pada tahun 1791, peneliti Italia G. B. Venturi melakukan studi pada tabung Venturi untuk mengukur aliran. Hasilnya dipublikasikan akhir tahun itu. Kemudian pada tahun 1886, Hershel di Amerika Serikat merancang perangkat Venturi untuk secara efektif mengukur aliran air di saluran terbuka. Parshall kemudian mengubah flume Venturi menjadi flume Parshall pada tahun 1922. Dari tahun 1911 hingga 1912, American Hungarian Tollbar menyusun teori baru yang disebut vortex Tollbar. Pada 1930-an, Flow Meter ultrasonik sedang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran udara cair, tetapi mereka tidak mencapai hasil yang baik. Pada tahun 1955 Maxon menciptakan metode bersepeda suara untuk secara akurat mengukur aliran dalam bahan bakar penerbangan. Karena keterbatasan teknologi dan ekonomi hingga tahun 1950-an, hanya flow meter pelat Orifice yang digunakan di semua industri, termasuk aliran putar dan tabung pilot. Tahun 1960-an tercipta instrumen yang condong ke arah miniaturisasi dan presisi. Ketika tahun 1990-an muncul, permintaan untuk flow meter meningkat. Diperkirakan pada tahun 1989 saja, 15 juta flow meter dipasang. Flow meter *ultrasonik* khususnya melihat perkembangan lanjutan. (Yogo;Rendy, 2018)

Saat ini, ada lebih dari seratus jenis flow meter yang digunakan di dunia. Di Amerika Serikat sendiri, ada lebih dari 200 perusahaan yang memproduksi pengukur aliran. Beberapa di antaranya adalah:

1. *Differential pressure* flow meters
2. *Turbine* flow meters
3. *Ultrasonic* flow meters
4. *Rotary* flow meters
5. *Vortex* flow meter
6. *Positive displacement* flow meter
7. *Thermal* flow meter
8. *Coriolis mass* flow meter

2.3.1 Fungsi flow meter

Flow meter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur laju aliran material yang berupa cairan atau udara yang bergerak mengalir dalam suatu pipa atau saluran. Fungsi flow meter sangatlah penting dan krusial karena dapat menjadi parameter atau tolak ukur untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada suatu kondisi. Fungsi flow meter bisa menjadi berbeda-beda tergantung dari jenis dan pengaplikasian alat, dan tujuannya.

Berikut ini beberapa fungsi flow meter, di antaranya:

1. Mengetahui parameter ukuran untuk mengontrol rangkaian elektronik

Flow meter juga bisa digunakan sebagai alat pengukur aliran listrik. Di mana parameter berupa kecepatan aliran atau flow rate ini akan ditunjukkan dalam data berupa angka. Kemudian data tersebut akan digunakan untuk mengatur bagaimana menghasilkan aliran listrik dan sinyal sebagai input untuk mengontrol rangkaian elektronik lainnya.

2. Mengetahui besaran ukuran aliran pada beberapa material

Flow meter bisa digunakan untuk mengukur berbagai jenis aliran yang sering kita butuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Mulai dari air, gas, solar, bensin, dan lainnya. Adanya alat flow meter ini akan sangat membantu setiap penggunanya untuk menentukan besaran dan panjangnya saluran yang diperlukan. Sehingga bisa

mengukur dengan tepat kebutuhan aliran melalui data besaran ukuran yang diperoleh.

3. Menentukan efektivitas dan efisiensi suatu proses

Hasil pengukuran yang dihasilkan melalui alat ukur flow meter bisa digunakan sebagai dasar untuk melakukan *adjustment* atau penyesuaian terhadap besar kecilnya suatu aliran. Dengan adanya penyesuaian ini maka efisiensi dari suatu proses dan kebutuhan pada industri, bangunan, maupun alat-alat rumah tangga bisa tercapai.

Misalnya pada proses pembangunan industri manufaktur tentu sangat penting untuk memperhatikan kebutuhan air, tekanan udara, dan *steam*. Kebutuhan tersebut harus diatur besar kecilnya karena setiap komponen yang berhubungan dengan material tersebut akan mengacu pada kebutuhan lini produksi dan konsumsi mesin produksi.

4. Menghitung dan mengukur penghematan biaya produksi

Dalam suatu proses produksi tentu memiliki *budget* atau anggaran biaya untuk menunjang proses tersebut agar berjalan sebagaimana mestinya. Penghitungan biaya produksi yang berhubungan dengan konsumsi udara, air, *steam* sangat penting untuk dilakukan.

Tujuannya adalah untuk menentukan berapa banyak biaya produksi yang diperlukan, apa saja yang bisa dipangkas, dan biaya apa saja yang tetap harus dikeluarkan. Anda bisa menghitung besaran biaya produksi yang diperlukan dengan mengetahui terlebih dahulu besaran ukuran aliran melalui flow meter.

5. Mengantisipasi kerusakan mesin

Kapasitas dan performa *compressor*, *cooling system*, pompa, pipa, dan komponen-komponen yang berhubungan dengan aliran bisa diukur menggunakan flow meter. Potensi kerusakan mesin pun bisa diketahui sedari dini dengan adanya pengukuran sehingga kerusakan mesin bisa diminimalisir.

Untuk mengantisipasi kerusakan yang lebih parah Anda bisa mengantisipasinya dengan melakukan perawatan berkala berdasarkan hasil analisa flow meter. Mesin-mesin yang digunakan pun bisa menjadi lebih awet dan fungsi mesin tersebut tetap bisa berjalan sebagaimana mestinya.

2.3.2 Cara Kerja Flow Meter

Cara kerja flow meter berbeda-beda sesuai dengan jenis flow meter yang digunakan, tetapi pada dasarnya memiliki cara kerja yang sama berdasarkan teori matematika atau fisika dengan rumusan-rumusan tertentu. Variabel variabel yang digunakan untuk menghitung aspek besaran ukuran didapatkan berdasarkan sensor yang mengacu pada hukum dan teori teori penemuan para ahli.

Berikut perbedaan berdasarkan beberapa faktor seperti berikut:

- a. Kecepatan aliran
- b. Perbedaan tekanan (*pressure*)
- c. Perubahan temperatur (suhu)
- d. Volume ruangan
- e. Torsi yang diakibatkan oleh getaran atau lainnya

Adapun definisi rumus untuk mencari flow meter adalah dengan flow rate, dimana definisi flow rate sendiri adalah ukuran volume cairan yang bergerak dalam jumlah waktu tertentu. Flow rate tergantung pada luas pipa atau saluran yang dilalui cairan, dan kecepatan cairan. Jika cairan mengalir melalui pipa, maka luasnya adalah :

$$A = \pi.r^2 \quad (2.3)$$

Jika cairan mengalir melalui saluran persegi panjang, maka luasnya adalah :

$$A = w.h \quad (2.4)$$

Flow rate bisa diukur dalam meter kubik per detik m^3/s , atau dalam liter per detik (L/s). Liter lebih umum untuk pengukuran volume cairan, dan $1 m^3/s = 1000 L / s$.

Sehingga rumus flow rate dapat dihitung dengan cara :

$$Q = A.v \quad (2.5)$$

2.3.3 Perbedaan cara kerja flow meter menurut jenisnya

Perbedaan mendasar mengenai cara kerja flow meter bisa dilihat pada beberapa contoh berikut:

- a. *Magnetic* flow meter menggunakan hukum faraday karena jenis flow meter ini hanya bisa dioperasikan pada cairan yang mempunyai konduktivitas tertentu.
- b. *Coriolis mass* flow meter menggunakan perhitungan coriolis.
- c. *Ultrasonic* flow meter menggunakan kecepatan suara pada tingkatan ultra yang disebut dengan ultrasound yang mampu menghitung *velocity* dari aliran fluida.

Selain memperhatikan cara kerjanya, sangat penting untuk mengetahui sistem pemasangan flow meter. Anda bisa memilih cara *inline*, *insert-in*, atau *clamp-on*. Cara *inline* dilakukan dengan memotong saluran pipa, *insert-in* dengan melubangi saluran pipa, dan *clamp-on* dengan menempelkan flow meter pada sisi luar pipa.

2.3.4 Jenis jenis flow meter

Berdasarkan fungsi dan cara kerjanya, *flow meter* dibedakan ke dalam beberapa jenis sebagai berikut:

1. *Ultrasonic* Flow meter

Ultrasonic flow meter merupakan alat meter dengan cara kerja tidak mengukur secara langsung (*inferensial*) karena sensor tidak langsung mengukur kecepatan aliran fluida dalam pipa, yang diukur adalah selisih waktu, dengan mengukur waktu transit pulsa suara pada frekuensi yang tinggi (*high-frequency sound pulses*) yang melintasi pada pipa beraliran fluida. Waktu transit adalah waktu yang diperlukan pulsa suara yang melintasi pipa dalam dua arah, yaitu searah dan berlawanan arah dengan arah aliran. Selisih waktu antara keduanya tersebut sebanding dengan rata-rata kecepatan alir cairan. Karena pengukuran aliran berdasarkan waktu transit, maka metode ini disebut juga dengan ultrasonic transit time flow meter.(Setyawan, 2016)



Gambar 2.8 Ultrasonic Flow meter

(<http://medium.com/jenis-fungsi-flow-meter/>)

2. *Coriolis mass flow meter*

Coriolis mass flow meter adalah flow meter yang secara langsung mengukur massa suatu fluida baik liquid maupun gas. Sehingga Mass flow meter coriolis ini tidak terpengaruh pada perubahan temperature, pressure, viscosity maupun density. Dasar kerja dari coriolis flow meter adalah adanya gaya coriolis yang dihasilkan karena adanya suatu aliran dalam tabung yang berotasi yang menghasilkan vibrasi. Gaya yang dihasilkan karena getaran ini akan ditangkap oleh suatu sensor yang akan di konfigurasi lewat coriolis transmitter sehingga menghasilkan aliran linier. Flow meter coriolis mempunyai akurasi yang sangat tinggi hingga 0.1% dan mampu di operasikan pada temperature tinggi serta pada pressure tinggi.



Gambar 2.9 *Coriolis mass flow meter*

(<http://medium.com/jenis-fungsi-flow-meter/>)

3. *Turbine Flow meter*

Turbine Flow meter pada dasarnya menggunakan prinsip dari woltmann rotating vane meter, dimana didalam Flow meter terdapat vane atau turbine atau

impeller yang akan berputar saat fluid mengalir kedalam flow meter sehingga cukup tepat digunakan untuk mengukur fluid yang flow nya rendah namun punya pressure yang sangat tinggi.



Gambar 2.10 *Turbine* Flow meter

(<http://medium.com/jenis-fungsi-flow-meter/>)

4. *Magnetic* Flow Meters

Pada prinsipnya *magnetic* flow meters menggunakan Hukum Faraday tentang *induksi elektromagnetik*. Ketika medium konduktif melewati medan magnet, maka akan menghasilkan tegangan, tegangan ini berbanding lurus dengan kecepatan medium konduktif, kerapatan medan magnet, dan panjang konduktor. Dalam Hukum Faraday, ketiga nilai tersebut dikalikan bersama-sama, bersama dengan konstan, untuk menghasilkan besarnya tegangan. karena itu cairan yang diukur oleh flow meter *electromagnetic* harus bersifat sebagai *conductor electric*.

Electromagnetic flow meter merupakan jenis flow meter yang mempunyai populasi tertinggi untuk flow meter yang digunakan mengukur aliran fluid baik berupa air atau cairan lainnya baik aliran yang *corosive*, kotor dan lumpur.



Gambar 2.11 *Electromagnetic* Flow meter

(<http://medium.com/jenis-fungsi-flow-meter/>)

5. *Orifice* flow meter

Flow meter jenis ini pada prinsip kerjanya menggunakan pressure difference dan bisa digunakan untuk high temperature maupun high pressure. *Orifice* flow meter disamping bisa digunakan untuk mengukur aliran liquid, gas juga bisa untuk diaplikasikan pada aliran Steam. Flow meter yang dibuat dari bahan UPVC, PE dan PP atau PTFE sangat cocok sekali untuk aplikasi aliran chemical yang corosive. Pada Type *Orifice* flow meter ini ada juga yang diaplikasikan untuk cairan matrial yang berat / kental seperti cairan slude pada proses WWT atau mengukur gas yang mempunyai humadity yang tinggi.



Gambar 2.12 *Orifice* flow meter

(<http://medium.com/jenis-fungsi-flow-meter/>)

2.4 Arduino

Dilihat dari sejarahnya, Arduino semula hanyalah karya Thesis seorang mahasiswa kebangsaan Kolombia bernama Hernando Barragan dari universitas Ivrea di Italia. Judul thesis tersebut adalah *Arduino La rivoluzione dell open hardware (Arduino Revolusi Open Hardware)*. Pada tahun 2005, Thesis Tersebut dikembangkan Oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dan diberi nama *Arduino* yang dalam bahasa italia berarti teman yang berani.

Pada awalnya tujuan dikembangkannya arduino oleh mereka adalah membuat sebuah perangkat mikrokontroller yang murah, fleksibel, dan mudah dipelajari siapa saja bahkan orang yang awam sekalipun. Fungsi dari Arduino adalah *Mikrokontroller single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, mempunyai fleksibilitas yang tinggi baik dari segi software maupun

hardware untuk memudahkan rancang bangun elektronik dalam berbagai bidang yang di buat.(Situmorang, 2019)

2.4.1 Jenis jenis Arduino

Arduino sendiri terdiri dari berbagai macam jenis-jenisnya, diantaranya adalah :

1. Arduino *Uno*

Arduino *Uno* Versi yang terakhir adalah Arduino *Uno* R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai Microcontrollernya, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB type A to To type B.(Lubis , Hasibuan, 2020)

Berikut adalah tabel spesifikasi arduino *Uno* :



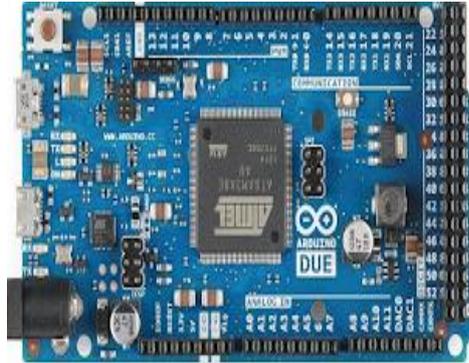
Gambar 2.13 Arduino *Uno* (<http://www.arduino.cc>)

Tabel 2.1 Spesifikasi arduino *Uno* (<http://www.arduino.cc>)

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory 32 KB	(ATmega328P)
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

2. Arduino Due

Berbeda dengan Arduino *Uno*, Arduino *Due* tidak menggunakan ATMEGA, melainkan dengan chip yang lebih tinggi ARM Cortex CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin input analog. Untuk pemrogramannya menggunakan Micro USB, terdapat pada beberapa SmartPhone. Berikut adalah tabel spesifikasi arduino *Due* :



Gambar 2.14 Arduino Due (<http://www.arduino.cc>)

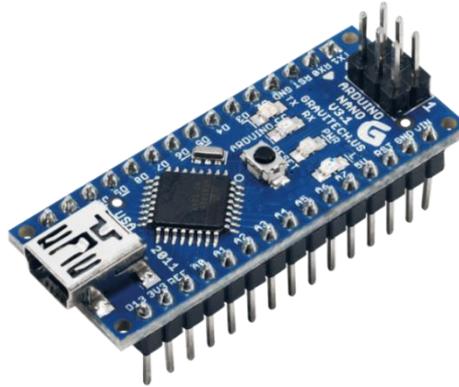
Tabel 2.2 Spesifikasi arduino Due (<http://www.arduino.cc>)

Microcontroller	AT91SAM3X8E
Operating Voltage	3.3V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-16V
Digital I/O Pins	54 (of which 12 provide PWM output)
Analog Input Pins	12
Analog Output Pins	2 (DAC)
Total DC Output Current on all I/O lines	130 mA
DC Current for 3.3V Pin	800 mA
DC Current for 5V Pin	800 mA
Flash Memory	512 KB all available for the user applications
SRAM	96 KB (two banks: 64KB and 32KB)
Clock Speed	84 MHz
Length	101.52 mm
Width	53.3 mm
Weight	36 g

3. Arduino Nano

Arduino *Nano* adalah Versi mini dari Arduino *uno*. Karena bentuknya yang ringkas maka konsekuensinya adalah membuang beberapa komponen penting diantaranya jack DC dan Socket USB tipe B diganti dengan MikroUSB. Dan pada

penelitian ini saya menggunakan tipe arduino ini. Berikut adalah tabel spesifikasi arduino *nano* :



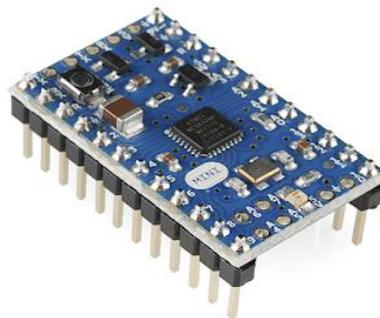
Gambar 2.15 Arduino *Nano* (<http://www.arduino.cc>)

Tabel 2.3 Spesifikasi arduino *nano* (<http://www.arduino.cc>)

Mikrokontroler	Atmega 328
Tegangan Operasi	5 V
Input Voltage (Disarankan)	7-12 V
Input Voltage (Limit)	6-20 V
Pin Digital I/O	14 (6 pin sebagai output PWM)
Pin Output Analog	8
Arus DC per pin I/O	40 mA
Flash Memory	32 KB
Sram	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz
Ukuran (Dimensi)	1,85 cm x 4,3 cm

4. Arduino *Mini*

Arduino *mini* merupakan versi yang lebih sederhana dari arduino *nano*. Pada *board* arduino *mini* tidak tersedia lagi mikroUSB untuk mendownload program, artinya kita harus menggunakan Downloader Eksternal. Berikut adalah tabel spesifikasi arduino *Mini* :



Gambar 2.16 Arduino *Mini* (<http://www.arduino.cc>)

Tabel 2.4 Spesifikasi arduino *Mini* (<http://www.arduino.cc>)

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage	7-9 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8 (of which 4 are broken out onto pins)
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	32 KB (of which 2 KB used by bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz
Length	30 mm
Width	18 mm

2.5 Arduino Software IDE

IDE (*Integrated Development Environment*), atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena perangkat lunak inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa pemrograman. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler.

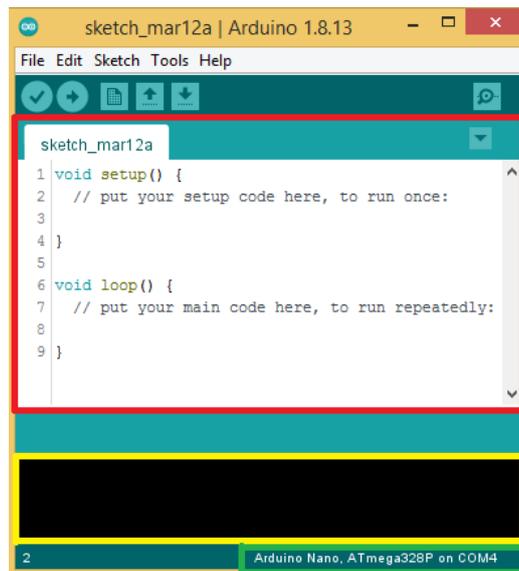
Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman *JAVA*. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C / C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE dikembangkan dari software processing yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan arduino.

Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai sketch. Sketsa yang ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi .ino. Editor teks pada arduino software memiliki fitur seperti

cutting, paste dan seraching, replacing sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program. Untuk lebih lanjut bisa dilihat pada gambar 2.17 a.

Pada software arduino IDE, terdapat semacam kotak pesan berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti error, compile, dan upload program. Untuk lebih lanjut bisa dilihat pada gambar 2.17 b.

Di bagian bawah kanan Software Arduino IDE, menunjukkan papan yang terkonfigurasi beserta COM Port yang digunakan. Untuk lebih lanjut bisa dilihat pada gambar 2.17 c.



Gambar 2.17 Software Arduino IDE a. Bergaris merah (sketch) b. Bergaris kuning (kotak pesan) c. Bergaris hijau (terkonfigurasi COM Port)

2.5.1 Fungsi Simbol pada Software Arduino IDE

Adapun fungsi-fungsi simbol dasar pada software arduino IDE adalah sebagai berikut :



Memeriksa

Berfungsi untuk melakukan pemeriksaan kode yang kamu buat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum



Unggah

Berfungsi untuk melakukan program kompilasi atau kode yang kamu buat menjadi bahasa yang dapat diimplementasikan oleh mesih alias si Arduino.



Folder Baru

berfungsi untuk membuat *Sketch* baru



Buka

Berfungsi untuk membuka *sketsa* yang pernah kamu buat dan buka kembali untuk dilakukan pengeditan atau hanya mengunggah ulang ke Arduino.



Menyimpan

Berfungsi untuk menyimpan *Sketsa* yang telah kamu buat.



Monitor Serial

Berfungsi untuk membuka serial monitor. Serial monitor disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan sketsa pada port serialnya. Monitor serial ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan error.

2.6 Kabel *Jumper* Arduino

Kabel *jumper* adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel *jumper* digunakan pada *breadboard* atau alat *prototyping* lainnya agar lebih mudah untuk merakit rangkaian. Konektor yang ada pada ujung kabel terdiri atas dua jenis yaitu :

1. konektor jantan (*Male Connector*) fungsinya untuk menusuk.
2. konektor betina (*Female Connector*) fungsinya untuk ditusuk.

(Razor, 2021)



Gambar 2.18 Kabel *Jumper* Arduino
(www.aldyrazor/kabel-jumper-arduino)

2.6.1 Jenis jenis Kabel *Jumper* Arduino

Kabel *Jumper Arduino* sendiri terdiri dari berbagai macam jenis-jenisnya, diantaranya adalah :

1. Kabel *Jumper Male To Male*

Jenis yang pertama adalah *male to male*. Penggunaan kabel jumper jenis ini sangat cocok untuk sobat yang mau membuat rangkaian elektronik di *breadboard*.

2. Kabel *Jumper Male To Female*

Kabel jumper yang satu ini memiliki ujung konektor yang berbeda pada tiap ujungnya, yaitu *male* dan *female*. Biasanya kabel ini digunakan untuk menghubungkan komponen elektronika selain arduino ke *breadboard* maupun ke arduino itu sendiri.

3. Kabel *Jumper Female To Female*

Kabel ini sangat cocok untuk menghubungkan antar komponen yang memiliki *header male*. contohnya seperti sensor ultrasonik *HC-SR04*, sensor suhu *DHT*, dan masih banyak lagi.

2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pengertian LCD (*Liquid Crystal Display*) dan Prinsip Kerjanya LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi *Liquid Crystal Display* (LCD) atau Penampil Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar Laptop, layar Ponsel, layar Kalkulator, layar Jam Digital, layar Multimeter, layar Anemometer, dan sebagainya.

Teknologi Display LCD ini memungkinkan produk-produk elektronik dibuat menjadi jauh lebih tipis jika dibanding dengan teknologi Tabung Sinar Katoda (*Cathode Ray Tube* atau CRT). Jika dibandingkan dengan teknologi CRT, LCD juga jauh lebih hemat dalam mengkonsumsi daya karena LCD bekerja berdasarkan prinsip pemblokiran cahaya sedangkan CRT berdasarkan prinsip pemancaran cahaya. Namun LCD membutuhkan lampu backlight (cahaya latar belakang) sebagai cahaya pendukung karena LCD sendiri tidak memancarkan cahaya. Beberapa jenis backlight yang umum digunakan untuk LCD diantaranya adalah

backlight CCFL (*Cold cathode fluorescent lamps*) dan backlight LED (*Light-emitting diodes*). (Rensy, 2020)

2.7.1 Struktur Dasar LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD atau *Liquid Crystal Display* pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *Backlight* (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (Kristal Cair). Seperti yang disebutkan sebelumnya, LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan Backlight atau Cahaya latar belakang untuk sumber cahayanya. Cahaya Backlight tersebut pada umumnya adalah berwarna putih. Sedangkan Kristal Cair (*Liquid Crystal*) sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif.

Bagian-bagian LCD atau *Liquid Crystal Display* diantaranya adalah :

1. Lapisan Terpolarisasi 1 (*Polarizing Film 1*)
2. Elektroda Positif (*Positive Electrode*)
3. Lapisan Kristal Cair (*Liquid Cristal Layer*)
4. Elektroda Negatif (*Negative Electrode*)
5. Lapisan Terpolarisasi 2 (*Polarizing film 2*)
6. Backlight atau Cermin (*Backlight or Mirror*)

Berikut dibawah ini adalah gambar struktur dasar sebuah LCD :



Gambar 2.19 Struktur Dasar LCD

(<http://immupengetahuan.co.id/macam-jenis-lcd/>)

2.7.2 Prinsip Kerja LCD (*Liquid Crystal Display*)

Sekedar mengingatkan pelajaran fisika kita mengenai cahaya putih, cahaya putih adalah cahaya terdiri dari ratusan cahaya warna yang berbeda. Ratusan warna cahaya tersebut akan terlihat apabila cahaya putih mengalami refleksi atau perubahan arah sinar. Artinya, jika beda sudut refleksi maka berbeda pula warna cahaya yang dihasilkan.

Backlight LCD yang berwarna putih akan memberikan pencahayaan pada Kristal Cair atau Liquid Crystal. Kristal cair tersebut akan menyaring backlight yang diterimanya dan merefleksikannya sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga menghasilkan warna yang dibutuhkan. Sudut Kristal Cair akan berubah apabila diberikan tegangan dengan nilai tertentu. Karena dengan perubahan sudut dan penyaringan cahaya backlight pada kristal cair tersebut, cahaya backlight yang sebelumnya adalah berwarna putih dapat berubah menjadi berbagai warna.

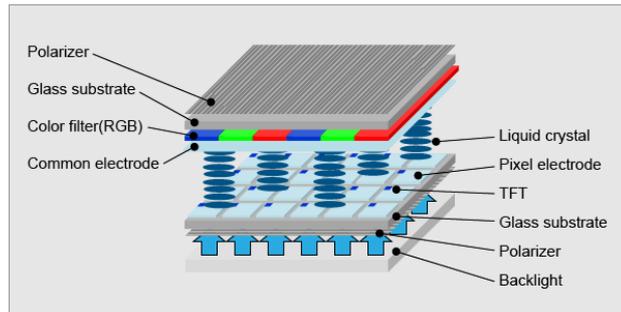
Jika ingin menghasilkan warna putih, maka kristal cair akan dibuka selebar-lebarnya sehingga cahaya backlight yang berwarna putih dapat ditampilkan sepenuhnya. Sebaliknya, apabila ingin menampilkan warna hitam, maka kristal cair harus ditutup serapat-rapatnya sehingga tidak adalah cahaya backlight yang dapat menembus. Dan apabila menginginkan warna lainnya, maka diperlukan pengaturan sudut refleksi kristal cair yang bersangkutan.

2.7.3 Jenis jenis LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) sendiri terdiri dari berbagai macam jenis-jenisnya, diantaranya adalah :

1. TFT LCD (*Thin Film Transistor LCD*)

TFT LCD menggunakan Transistor Film Tipis untuk memproduksi jutaan pixel warna, dalam pengembangannya TFT LCD menghasilkan warna dengan sistem *addressability* dan kontras yang diproyeksikan ke lapisan kristal cair untuk bisa menampilkan warna hingga menjadi gambar. kelebihan TFT dari segi produksi lebih murah, namun dari segi pemakaian kurang ramah konsumsi daya atau electric dan kualitas gambar yang dihasilkan masih belum bagus.

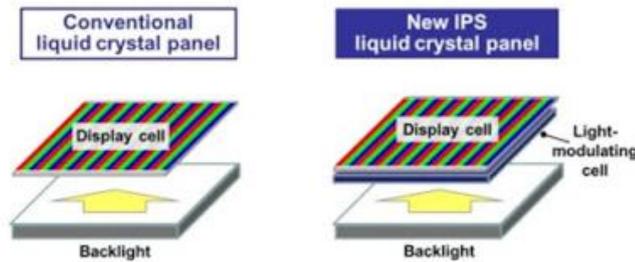


Gambar 2.20 TFT LCD (*Thin Film Transistor LCD*)

([http:// immupengetahuan.co.id/macam-jenis-lcd/](http://immupengetahuan.co.id/macam-jenis-lcd/))

2. IPS LCD (*In Place Switching LCD*)

IPS LCD merupakan pengembangan dari TFT LCD, dimana sistem kerjanya hampir sama dengan TFT namun memiliki *filter* kontrol, dimana cahaya yang lewat LCD dikontrol oleh *filter horizontal* dan *vertikal* yang ada disisi susunan kristal, Sehingga dapat menghasilkan sudut pandang yang lebih luas dan kualitas layar lebih baik dari pada TFT, Bahkan konsumsi daya lebih kecil daripada TFT, namun biaya produksi sedikit lebih mahal dari pada TFT.

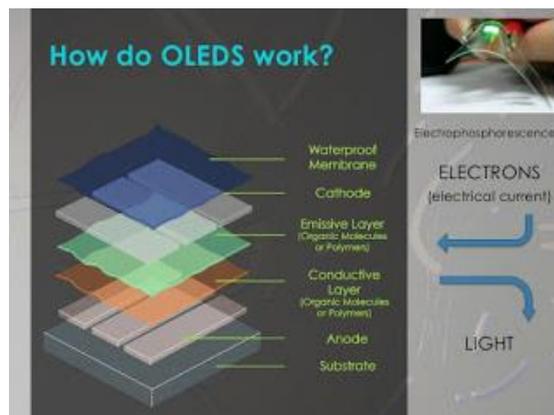


Gambar 2.21 IPS LCD (*In Place Switching LCD*)

(<http://immupengetahuan.co.id/macam-jenis-lcd/>)

3. OLED (*Organic Light Emitting Diode*)

OLED merupakan teknologi yang mutakhir dibandingkan dengan TFT dan IPS LCD, dikarenakan tidak lagi menggunakan teknologi *Liquid Crystal*, namun hanya menggunakan LED *Organic*, atau lebih rincinya lapisannya mengandung oksida timah-indium yang berfungsi sebagai *elektrode positif* atau *anode* dan lapisan *elektrode negatif* atau *katode* terbuat dari campuran logam *magnesium* dan perak.



Gambar 2.22 OLED (*Organic Light Emitting Diode*)

(<http://immupengetahuan.co.id/macam-jenis-lcd/>)

Karna terbuat dari *Organic* LED lah OLED mampu menghasilkan layar yang lebih tipis dari pada teknologi IPS yang cukup tebal, bahkan dari segi warna lebih berwarna dari pada teknologi IPS, karna mampu warna hitam yang 100% hitam dan putih 100% putih, dan respon jika touch screen menggunakan OLED lebih baik dari pada penggunaan LCD baik IPS dan TFT, namun kekurangannya jika terkena cahaya matahari tidak bisa menampilkan warna dengan sempurna.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat dilakukannya penelitian “Rancang Bangun Anemometer Untuk Mengukur Kecepatan Udara” di laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu di mulai tanggal di sah kannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan di kerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai di nyatakan selesai.

Tabel 3.1 jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Studi literatur						
3	Penyediaan alat dan bahan						
4	Penulisan proposal BAB 1 s/d BAB 3						
5	Seminar proposal						
6	Rancang bangun alat anemometer						
7	Menganalisa kecepatan udara, temperatur putaran dan arus listrik						
8	Penulisan laporan akhir						
9	Seminar hasil dan sidang sarjana						

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang di gunakan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Triplek Melamin

Triplek melamin digunakan untuk membuat saluran segiempat dengan ukuran 2000 mm x 150 mm x 75 mm.



Gambar 3.1 Triplek melamin

2. Besi siku berlubang

Besi siku berlubang digunakan untuk rangka saluran segiempat dan komponen lainnya. Besi yang digunakan untuk rangka saluran segiempat yaitu besi siku berlubang 30 x 30 mm, dan tebal 1,2 mm



Gambar 3.2 Besi siku berlubang

3. Gergaji Besi

Gergaji besi digunakan untuk memotong triplek melamin dan besi siku berlubang.



Gambar 3.3 Gergaji Besi

4. Sarung tangan

Sarung tangan berfungsi untuk melindungi tangan pada saat pengerjaan pembuatan alat.



Gambar 3.4 Sarung tangan

5. Rol Meter

Roll meter digunakan untuk mengukur jarak atau panjang.



Gambar 3.5 Rol Meter

6. Baut dan Mur

Baut dan mur digunakan untuk memasang besi-besi rangka panel dan komponen-komponen lainnya.



Gambar 3.6 Baut dan Mur

7. Lem kayu

Lem kayu digunakan untuk merekatkan triplek melamin



Gambar 3.7 lem kayu

8. Solder

Digunakan untuk menyambungkan sebuah rangkaian atau komponen yang terdapat pada arduino nano.



Gambar 3.8 Solder

3.2.2 Alat Penelitian

Adapun Bahan dan alat yang digunakan dalam rancang bangun *anemometer* untuk mengukur kecepatan udara adalah sebagai berikut:

1. Saluran udara segiempat

Saluran udara segiempat dibuat menggunakan triplek berlapis melamin dengan rangka dari kayu, dimana dengan spesifikasi dimensi penampang bagian dalam dari saluran udara segiempat adalah 2000 mm x 150 mm x 75 mm.



Gambar 3.9 Alat penelitian pada saluran segiempat

2. *Fan* Hisap

Fan hisap merupakan modifikasi sedemikian rupa dari *blower*, prinsipnya adalah memanfaatkan sisi *suction blower* sehingga udara yang mengalir dalam saluran segi empat adalah udara yang dihisap oleh *blower*.



Gambar 3.10 *Fan* Hisap

3. *Speed controler*

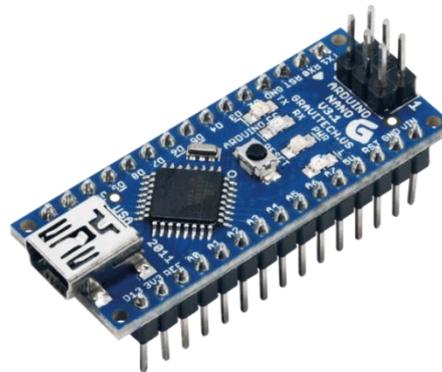
Speed controler digunakan untuk mengatur putaran *fan* hisap agar didapatkan kecepatan aliran udara yang diinginkan.



Gambar 3.11 *Speed controler*

4. *Arduino Nano*

Arduino nano adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.



Gambar 3.12 *Arduino Nano*

5. *Arduino Software IDE*

Arduino software integreted development enviroment adalah sebuah *software* yang digunakan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner, dan menguplod kedalam mikrokontroler.



Gambar 3.13 *Arduino Software*

6. Water Flow Meter

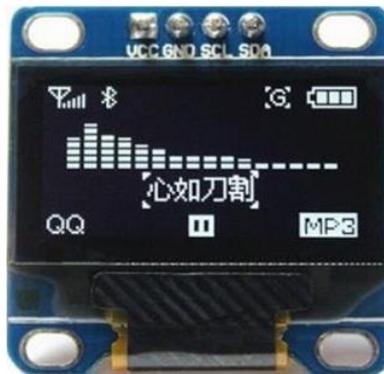
Water flow meter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur laju aliran atau Jumlah suatu fluida yang bergerak mengalir dalam suatu pipa.



Gambar 3.14 Water Flow Meter

7. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD adalah modul display atau gambar untuk menampilkan data hasil pengukuran. Pada sistem ini digunakan LCD Oled 128x64 pixel dengan ukuran 0,96 inch.



Gambar 3.15 LCD (Liquid Crystal Display)

8. Anemometer Digital

Digunakan untuk mengukur kecepatan udara atau angin



Gambar 3.16 Anemometer Digital

9. Pelurus Aliran Udara (*Flow Straightener*)

Terbuat dari sedotan plastik berdiameter 5 mm, panjang 200 mm yang disusun sedemikian sehingga membentuk segiempat dengan dimensi 150 mm x 75 mm x 200 mm, dipasang pada bagian udara masuk ke saluran udara segiempat.



Gambar 3.17 Pelurus Aliran Udara (*Flow Straightener*)

10. Kabel *Jumper* Arduino

Digunakan untuk menyambungkan rangkaian listrik pada arduino *nano*, LCD, dan water flow meter.



Gambar 3.18 Kabel *Jumper* Arduino

11. Laptop

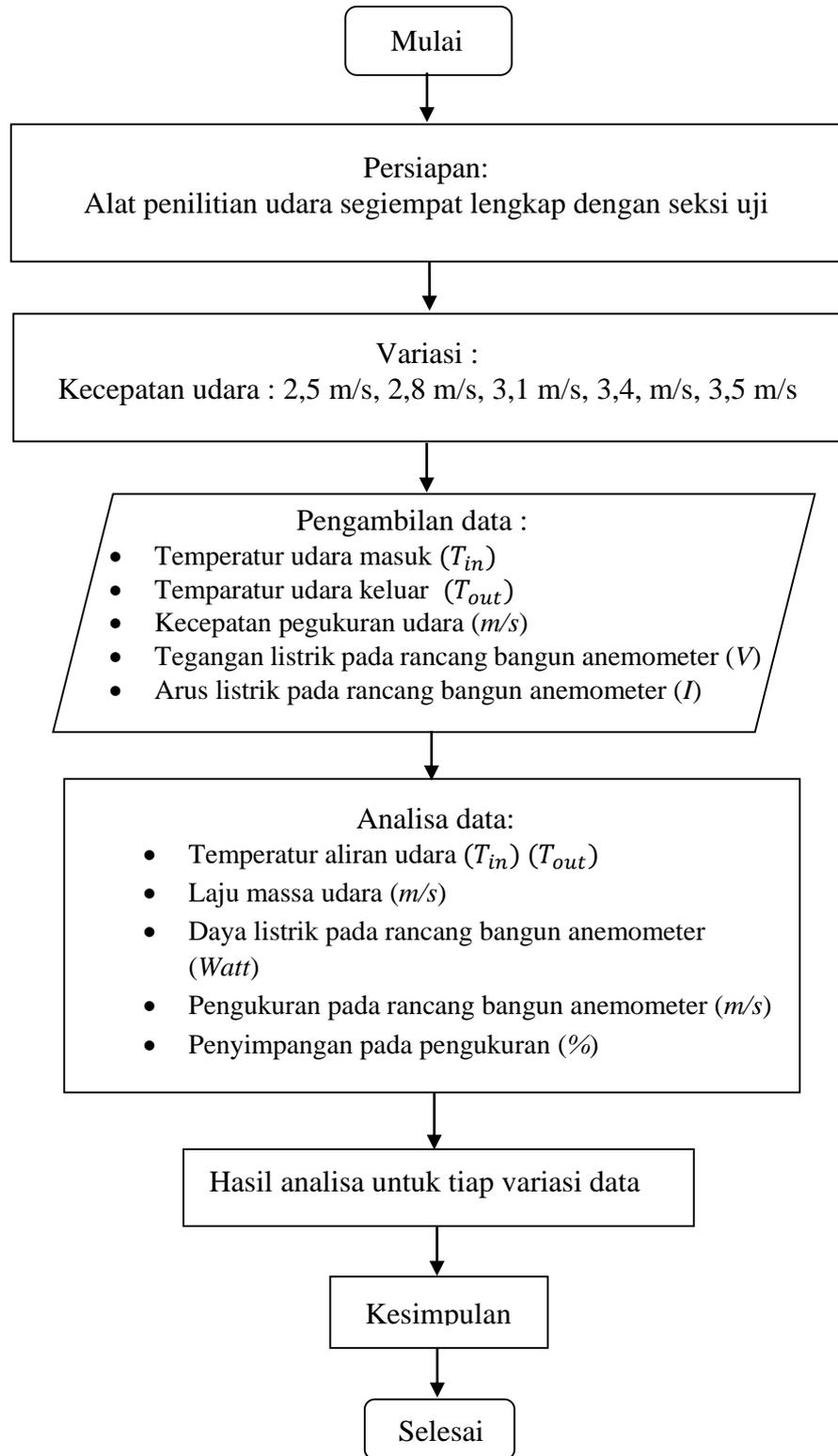
Sebagai media untuk mengaplikasikan software arduino *IDE* dan arduino *nano*.



Gambar 3.19 Laptop

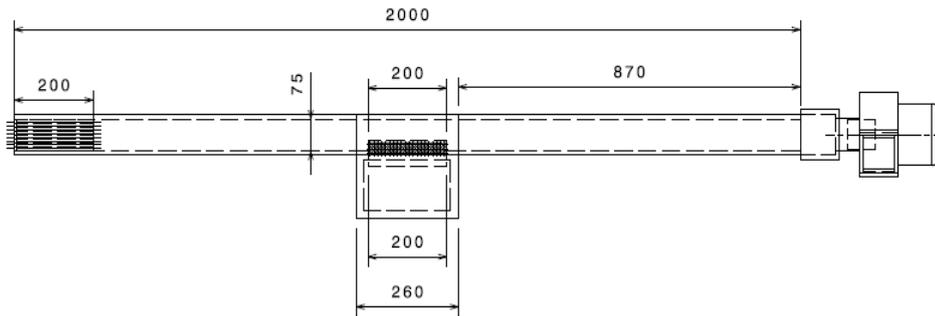
3.3 Bagan Alir Penelitian

Untuk lebih jelasnya, berikut adalah bagan alir tahap prosedur penelitian:

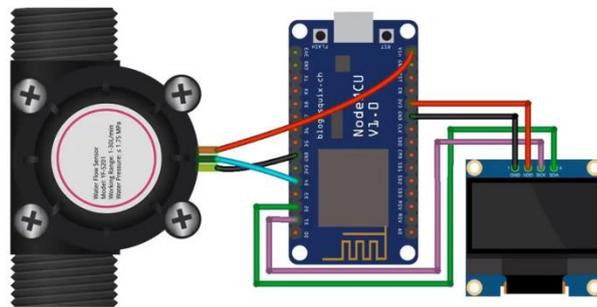


Gambar 3.20 Diagram Bagan Alir Penelitian

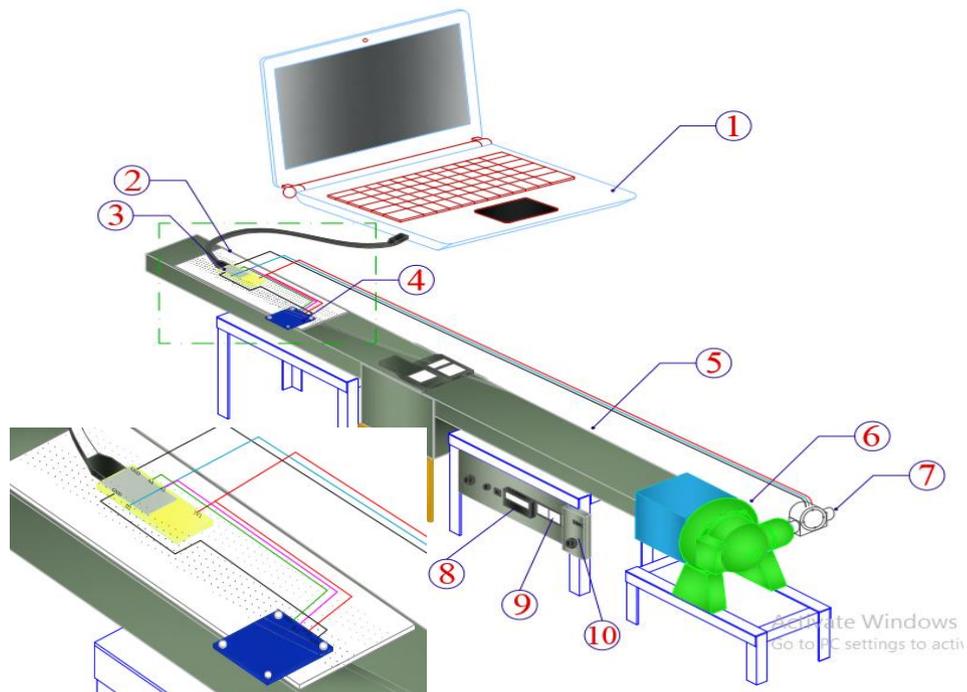
3.4 Rancangan alat penelitian



Gambar 3.21 Skema saluran segiempat



Gambar 3.22 Rangkaian rancang bangun anemometer



Gambar 3.23 Rancang Bangun Anemometer

Bagian-bagian alat penelitian:

1. Laptop
2. *Breadboard Electronic*
3. Arduino nano
4. LCD
5. Saluran segiempat
6. *Fan* hisap
7. *Water flow meter*
8. Voltmeter
9. Ampermeter digital
10. *Speed controller*

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah Prosedur percobaan sebagai berikut:

1. Rangkai komponen arduino *nano* dengan *water flow meter* dan LCD
2. Hubungkan arduino *nano* ke laptop dan buka *software* arduino *IDE*
3. Koneksikan arduino *nano* ke *software* arduino *IDE* dengan Port yang tertera pada *software* arduino *IDE* dan masukkkkan bahasa program *water flow meter* dan LCD
4. Buka aplikasi PLX-DAQ untuk mentranfer data hasil pengukuran dari *software* arduino *IDE* ke microsoft excel
5. Selanjutnya hidupkan *fan* hisap
6. Mengatur kecepatan udara sebesar 1 m/s dengan mengatur putaran *fan hisap* menggunakan speed controler
7. Dekatkan alat anemometer pada pelurus aliran udara (*Flow Straightener*) untuk mengukur udaranya dengan anemometer digital
8. Pasangkan *water flow meter* pada output *fan* hisap untuk mengukur kecepatan udara dengan *water flow meter*
9. Hasil pengukuran akan langsung di tampilkan dalam bentuk excel
10. Matikan semua *fan* hisap dan ulangi langkah pengujian 1-5 untuk variasi kecepatan udara lain 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, 3,5 m/s.
11. Mematikan semua alat setelah selesai mengambil semua data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan data hasil percobaan

Perhitungan untuk spesimen 1 pada kecepatan aliran udara 2,5 m/s data hasil pengujian.

Panjang saluran (L)	= 2000 mm	= 2 m
Lebar saluran (Wb)	= 150 mm	= 0,15 m
Tinggi saluran (H)	= 75 mm	= 0,075 m
Nilai flow meter	= 2149 l/s	
Tegangan flow	= 3,87 V	
Arus flow	= 0,71 A	

$$T_{in} = 29,5 \text{ }^{\circ}\text{C} = (29,5 + 273) = 302,5 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$T_{out} = 29,8 \text{ }^{\circ}\text{C} = (29,8 + 273) = 302,8 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

Temperature flim

$$\begin{aligned} T_f &= \frac{T_{in} + T_{out}}{2} \\ &= \frac{(302,5 + 302,8)K}{2} \\ &= 302,65K \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Appendix A-5 properties air atmospheric pressure

Fluida property	Temperature Udara (302,6)
$\rho(Kg/m^3)$	1,16807
Cp (J/Kg.K)	1,00587
$\mu(Kg/m.s)$	1,8581
$\kappa(W/m.^{\circ}C)$	0,02644
Pr	0,70743

Luas penampang saluran udara

$$\begin{aligned} A &= H \cdot W_b \\ &= 0,075 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \\ &= 0,01125 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Diameter Hidrolik saluran udara

$$\begin{aligned} Dh &= \frac{4 \cdot A}{P} \\ &= \frac{4 \cdot H \cdot W_b}{2(H + W_b)} \\ &= \frac{4 \times 0,075 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}}{2 \times (0,075 \text{ m} + 0,15 \text{ m})} \\ &= 0,15 \text{ m} \end{aligned}$$

Laju aliran massa udara

$$\begin{aligned} m &= \rho \cdot A \cdot v \\ &= 1,16807 \text{ kg/m}^3 \times 0,001125 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m/s} \\ &= 0,032852 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Daya listrik yang terjadi pada rancang bangun anemometer

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \\ &= 3,87 \text{ V} \times 0,71 \text{ A} \\ &= 2,74 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Pengukuran pada rancang bangun anemometer

$$\begin{aligned}n \text{ flow} &= 2149 \text{ l/s} \\ &= \frac{2149}{1000} \\ &= 2,149 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

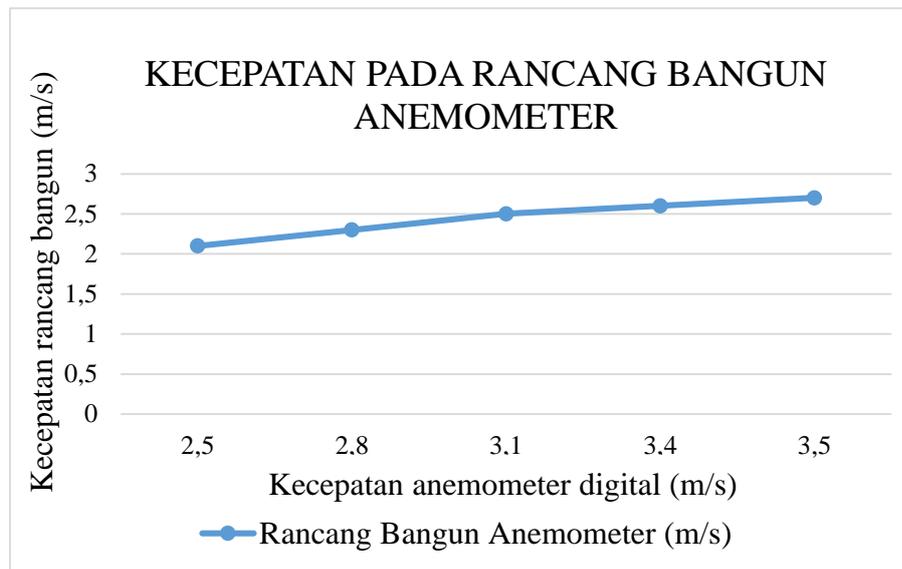
Jadi, 2149 liter sama dengan 2,1 m³/s.

Penyimpangan pada pengukuran

$$\begin{aligned}\Delta &= \left\{ \frac{v - v_{\text{flow}}}{v} \right\} \times 100\% \\ &= \left\{ \frac{(2,5 - 2,149)}{2,5} \right\} \times 100\% \\ &= 0,1404\%\end{aligned}$$

4.2 Analisa data

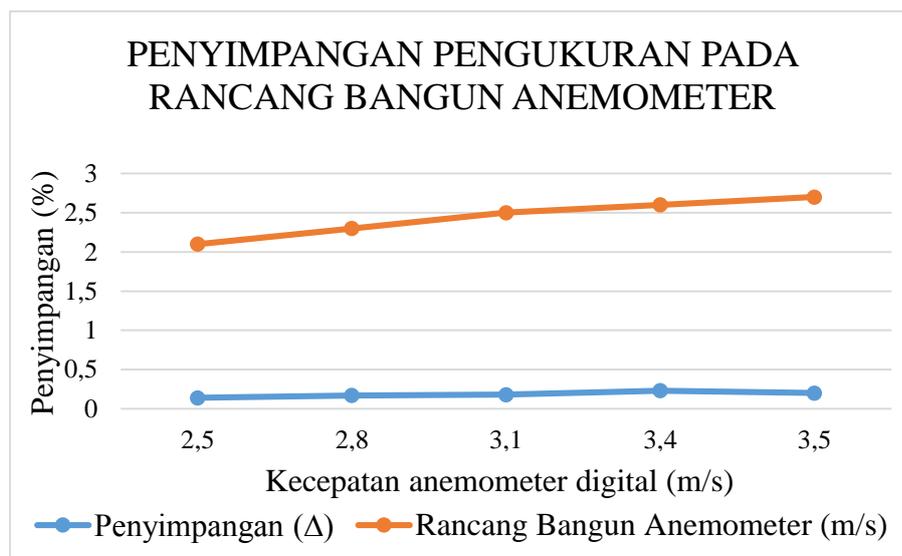
1. Kecepatan Pada Rancang Bangun Anemometer.



Gambar 4.1 Grafik Kecepatan Pada Rancang Bangun Anemometer.

Dari gambar 4.1 grafik kecepatan pada rancang bangun dengan pengujian kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, dan 3,5 m/s menghasilkan pengukuran pada rancang bangun anemometer sebesar 2,1 m/s, 2,3 m/s, 2,5 m/s, 2,6 m/s, dan 2,7 m/s.

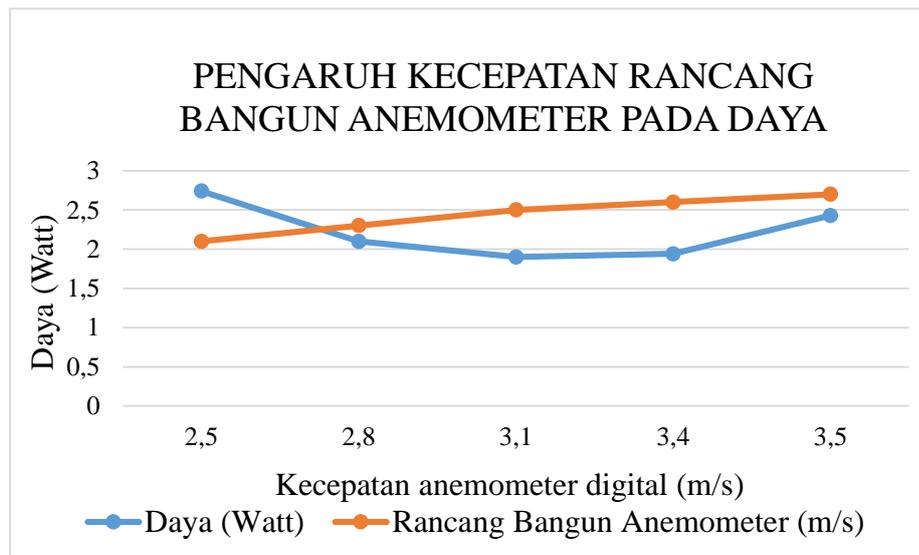
2. Penyimpangan Pengukuran Pada Rancang Bangun Anemometer.



Gambar 4.2 Grafik Penyimpangan Pengukuran Pada Rancang Bangun Anemometer.

Dari gambar 4.2 grafik penyimpangan pengukuran pada rancang bangun anemometer. Bisa kita lihat bahwa dari pengujian kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, dan 3,5 m/s mendapatkan nilai penyimpangan pengukuran sebesar 0,14 %, 0,17 %, 0,18 %, 0,23 %, dan 0,20 %. Dengan nilai rata-rata penyimpangan sebesar 0,18 %.

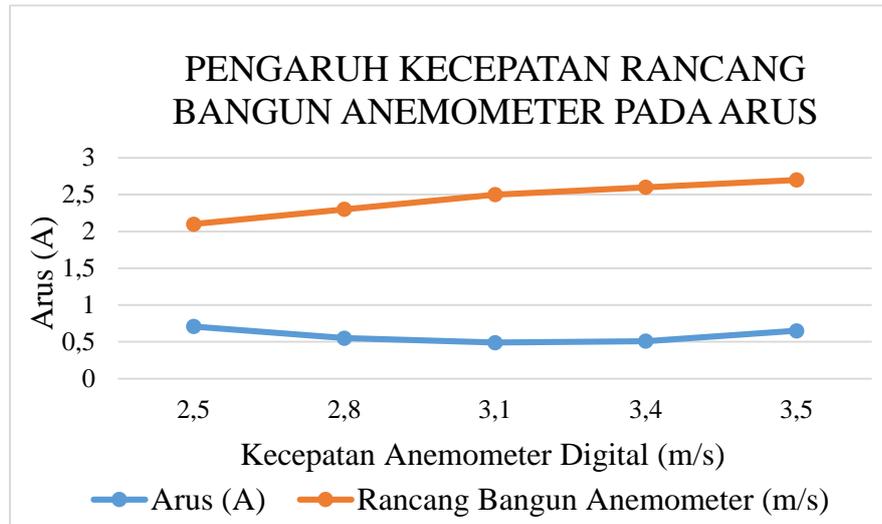
3. Pengaruh Kecepatan Rancang Bangun Anemometer Pada Daya.



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Kecepatan Rancang Bangun Anemometer Pada Daya.

Dari gambar 4.3 grafik pengaruh kecepatan rancang bangun anemometer pada daya. Bisa kita lihat bahwa pada pengujian kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, dan 3,5 m/s menghasilkan daya sebesar 2,74 Watt, 2,10 Watt, 1,90 Watt, 1,94 Watt, dan 2,43 Watt. Dengan nilai rata-rata daya sebesar 2,22 Watt.

4. Pengaruh Kecepatan Rancang Bangun Anemometer Pada Arus.



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Kecepatan Rancang Bangun Anemometer Pada Arus.

Dari gambar 4.4 pengaruh kecepatan rancang bangun anemometer pada arus. Bisa kita lihat bahwa pada pengujian kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, dan 3,5 m/s menghasilkan arus sebesar 0,71 A, 0,55 A, 0,49 A, 0,51 A, dan 0,65 A. Dengan nilai rata-rata arus sebesar 0,58 A.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan diatas adalah sebagai berikut :

1. Rancang bangun anemometer ini adalah alat untuk mengukur kecepatan udara secara otomatis yang berbasis arduino nano dengan biaya ekonomis.
2. Dari hasil pengujian kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, dan 3,5 m/s. Mendapatkan hasil pengukuran pada rancang bangun anemometer sebesar 2,1 m/s, 2,3 m/s, 2,5 m/s, 2,6 m/s, dan 2,7 m/s.
3. Penyimpangan pengukuran pada rancang bangun anemometer dengan pengujian kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, dan 3,5 m/s mendapatkan hasil penyimpangan sebesar 0,14%, 0,17 %, 0,18 %, 0,23 %, dan 0,20 %. Dengan nilai rata-rata penyimpangan sebesar 0,18 %.
4. Pengaruh kecepatan rancang bangun anemometer pada daya dengan pengujian kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, dan 3,5 m/s pada rancang bangun anemometer ini mengkonsumsi daya listrik sebesar 2,74 Watt, 2,10 Watt, 1,90 Watt, 1,94 Watt, dan 2,43 Watt. Dengan nilai rata-rata daya 2,22 Watt.
5. Pengaruh kecepatan rancang bangun anemometer pada arus dengan pengujian kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, dan 3,5 m/s pada rancang bangun anemometer ini mengalirkan arus listrik sebesar 0,71 A, 0,55 A, 0,49 A, 0,51 A, dan 0,65 A. Dengan nilai rata-rata arus 0,58 A.

5.2 Saran

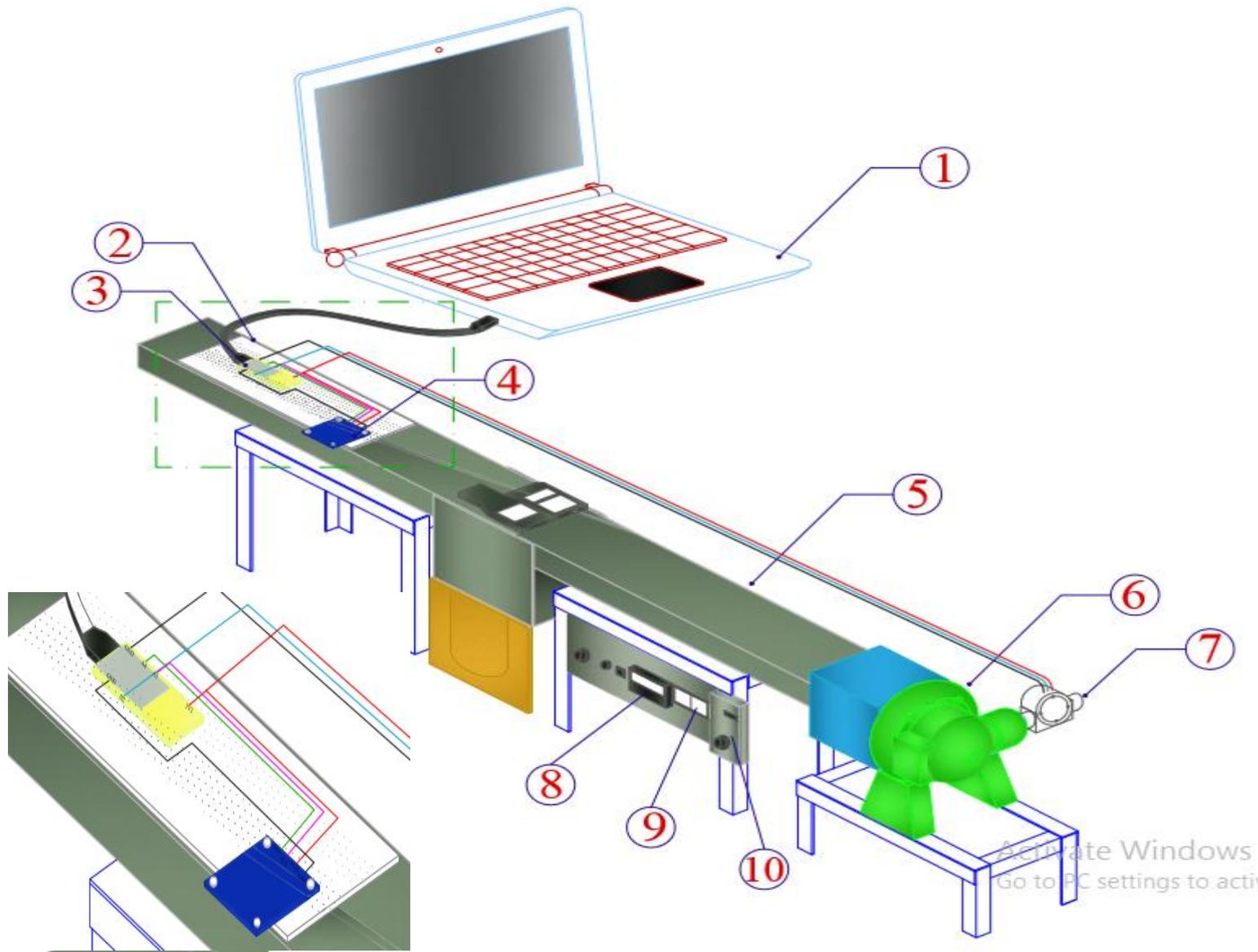
Alat rancang bangun anemometer untuk mengukur kecepatan udara ini masih memiliki beberapa kekurangan, untuk itu penulis ingin memberikan saran sebagai berikut :

1. Rancang bangun anemometer ini masih memiliki kekurangan pada kepraktisan, dimana dalam melakukan pengukuran kecepatan udara harus menggunakan bantuan media saluran dimana berbeda dengan anemometer digital.
2. Pada rancang bangun anemometer ini memiliki komponen yang lebih rumit sehingga tidak mudah di bawa seperti halnya anemometer digital.
3. Memiliki bobot yang lebih berat di bandingkan dengan anemometer digital.
4. Semoga menjadi referensi bagi para peneliti lain yang ingin mendalami tentang rancang bangun alat anemometer untuk mengukur kecepatan udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, T. (2015) *Buku Pedoman Umum Pelajar GEOGRAFI Rangkuman Inti Sari Geografi Lengkap SMA Kelas 1, 2, 3, Pendoman Umum GEOGRAFI*. Available.
- Umurani .K, Rahmatullah, F. A. R. (2019) 'Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU', *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi* <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>, 2(2), pp. 131–139.
- Lubis .S, Hasibuan . S. E. (2020) 'Perancangan Traffic Spikes Otomotif Type Surfaced Mounted Berbasis Microcontroller Arduino Uno Dan Sensor ID Card', *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal, Vol 2 (1)*, 2-32.
- Mahar, M. L., Al Tahtawi, A. R. and Sudrajat, S. (2018) 'Perancangan dan Realisasi Anemometer Digital untuk Aplikasi Sistem Peringatan Dini', *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 2(2), p. 91. doi: 10.31544/jtera.v2.i2.2017.91-96.
- Priyambodo, B. (2018) 'RANCANG BANGUN ALAT UKUR KELAJUAN DAN ARAH (KECEPATAN) ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO', *SKRIPSI*, pp. 7–9. Available at: [http://eprints.uny.ac.id/55220/1/RANCANG BANGUN ALAT UKUR KELAJUAN DAN ARAH ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO.pdf](http://eprints.uny.ac.id/55220/1/RANCANG_BANGUN_ALAT_UKUR_KELAJUAN_DAN_ARAH_ANGIN_BERBASIS_MIKROKONTROLER_ARDUINO_UNO.pdf).
- Razor, A. (2021) *Pengertian, Fungsi Dan Jenis Kabel Jumper Arduino, Teknologi*. Available at: <https://www.aldyrazor.com>.
- Rensy (2020) *Macam Macam Lcd Beserta Fungsinya dan Kapasitasnya, Teknologi*. Available at: <https://www.ilmupengetahuan.co.id>.
- Setyawan, N. (2016) 'Rancang Bangun Alat Ukur Volume Fluida Otomatis Menggunakan Flowmeter Berbasis Arduino Mega'.
- Situmorang, V. (2019) 'Sistem Monitoring Debit Air Menggunakan Sensor Flowmeter Berbasis Arduino Uno', pp. 17–20.
- Yogo;Rendy (2018) *Sejarah Flow Meter, Flow Meter*. Available at: <https://www.ilmupengetahuan.co.id>.

LAMPIRAN



Keterangan :

1. Laptop
2. *Breadboard Electronic*
3. Arduino nano
4. LCD
5. Saluran segiempat
6. *Fan hisap*
7. *Water flow meter*
8. Voltmeter
9. Ampermeter digital
10. *Speed controller*

Gambar Rancang Bangun Anemometer

Bahasa Pemrograman Yang Digunakan Pada Rancang Bangun Anemometer

```
#include<Wire.h>
#include<Adafruit_GFX.h>
#include<Adafruit_SSD1306.h>

const int lebar=128;
const int tinggi=64;
const int reset=4;

Adafruit_SSD1306 oled(lebar,tinggi,&Wire,reset);

volatile int flow_frequency; // Measures flow sensor pulses
unsigned int l_hour; // Calculated litres/hour
unsigned char flowsensor = 2; // Sensor Input
unsigned long currentTime;
unsigned long cloopTime;

void flow () // Interrupt function
{
  flow_frequency++;
}

//#include <Wire.h>
float Volt1;
float Volt;

void setup()

{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("CLEARDATA");
```

```

Serial.println("LABEL, Waktu, Flow, Tegangan, Arus");
pinMode(flowsensor, INPUT);
digitalWrite(flowsensor, HIGH); // Optional Internal Pull-Up
Serial.begin(9600);
attachInterrupt(0, flow, RISING); // Setup Interrupt
sei(); // Enable interrupts
currentTime = millis();
cloopTime = currentTime;
oled.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC,0x3c);
oled.clearDisplay();
delay(1000);

}
void loop ()
{
  Serial.print("DATA,TIME");
  float Volt1=analogRead(0);
  float Volt=((Volt1*0.00489)*5);
float  average = average + (0.0264*analogRead(1) - 13.51);
  // delay(100);
  // }

  currentTime = millis();
  // Every second, calculate and print litres/hour
  if(currentTime >= (cloopTime + 1000))
  {
    cloopTime = currentTime; // Updates cloopTime
    // Pulse frequency (Hz) = 7.5Q, Q is flow rate in L/min.
    l_hour = (flow_frequency * 60 / 7.5); // (Pulse frequency x 60 min) / 7.5Q =
flowrate in L/hour
    flow_frequency = 0; // Reset Counter
    Serial.print(", ");

```

```
    Serial.print(l_hour, DEC); // Print litres/hour
    // Serial.println(" L/hour");
    Serial.print(" ");
    Serial.print(Volt,2);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(average);
    Serial.println(" ");
    // Serial.println("mA");
    oled.setTextSize(1);
    oled.setTextColor(WHITE);
    oled.setCursor(36,15);
    oled.println("FLOW Meter");
    oled.setTextSize(2);
    oled.setTextColor(WHITE);
    oled.setCursor(4,33);
    oled.print("V=");
    oled.setTextSize(1);
    oled.setTextColor(WHITE);
    oled.setCursor(90,37);
    oled.print("L/s");
    oled.setTextSize(2);
    oled.setCursor(32,33);
    oled.println(l_hour, DEC) ; // Print litres/hour
    oled.setTextSize(1);
    oled.setTextColor(WHITE);
    oled.setCursor(18,55);
    oled.println("LAB.TEKNIK UMSU");
    oled.display();

    delay(3000);
}
}
```

Data Hasil Pengujian Dengan Kecepatan 2,5 m/s Sampai 3,5 m/s Untuk Mengukur Udara, Tegangan Dan Arus Pada Rancang Bangun Anemometer

1. Data Kecepatan 2,5 m/s

Waktu	Flow	Tegangan	Arus
14:32:53	784,00	3,81	0,69
14:32:56	2176,00	3,86	0,69
14:32:59	2296,00	3,84	0,69
14:33:02	2288,00	3,91	0,67
14:33:05	2216,00	3,81	0,75
14:33:08	2328,00	3,91	0,67
14:33:11	2192,00	3,89	0,75
14:33:14	2184,00	3,81	0,69
14:33:17	2240,00	3,86	0,77
14:33:20	2144,00	3,96	0,67
14:33:23	2248,00	3,79	0,64
14:33:26	2152,00	3,89	0,72
14:33:29	2216,00	3,89	0,72
14:33:33	2168,00	3,89	0,75
14:33:36	2136,00	3,94	0,72
14:33:39	2224,00	3,89	0,75
14:33:42	2392,00	3,86	0,75
14:33:45	2240,00	3,81	0,64
14:33:48	2224,00	3,84	0,75

2. Data Kecepatan 2,8 m/s

Waktu	Flow	Tegangan	Arus
14:37:57	832,00	3,89	0,09
14:38:00	2472,00	3,84	0,14
14:38:03	2368,00	3,94	0,22
14:38:07	2344,00	3,91	0,22
14:38:10	2360,00	3,91	0,22
14:38:13	2416,00	3,79	0,69
14:38:16	2432,00	3,72	0,59
14:38:19	2368,00	3,79	0,67
14:38:22	2344,00	3,81	0,69
14:38:25	2448,00	3,77	0,72
14:38:28	2408,00	3,81	0,72
14:38:31	2376,00	3,81	0,59
14:38:34	2352,00	3,79	0,69
14:38:37	2312,00	3,79	0,64
14:38:40	2408,00	3,79	0,75
14:38:43	2400,00	3,84	0,69
14:38:46	2488,00	3,79	0,67
14:38:49	2440,00	3,77	0,69
14:38:52	2472,00	3,79	0,67

3. Data Kecepatan 3,1 m/s

Waktu	Flow	Tegangan	Arus
14:47:56	904,00	3,81	0,53
14:47:59	2704,00	3,91	0,48
14:48:02	2632,00	3,89	0,43
14:48:05	2648,00	3,89	0,53
14:48:08	2568,00	3,86	0,51
14:48:11	2600,00	3,89	0,48
14:48:14	2608,00	3,84	0,56
14:48:17	2696,00	3,89	0,51
14:48:20	2600,00	3,91	0,56
14:48:23	2584,00	3,89	0,59
14:48:26	2632,00	3,89	0,59
14:48:29	2632,00	3,84	0,56
14:48:32	2608,00	3,89	0,53
14:48:35	2600,00	3,94	0,35
14:48:38	2656,00	3,89	0,38
14:48:41	2712,00	3,89	0,35
14:48:44	2712,00	3,84	0,51
14:48:47	2608,00	3,94	0,48
14:48:50	2584,00	3,94	0,46

4. Data Kecepatan 3,4 m/s

Waktu	Flow	Tegangan	Arus
14:49:02	840,00	3,77	0,53
14:49:05	2472,00	3,77	0,48
14:49:08	2480,00	3,74	0,43
14:49:11	2512,00	3,77	0,53
14:49:14	2704,00	3,77	0,51
14:49:17	2848,00	3,72	0,61
14:49:20	2752,00	3,77	0,61
14:49:23	2736,00	3,72	0,59
14:49:26	2816,00	3,69	0,61
14:49:29	2688,00	3,74	0,59
14:49:32	2992,00	3,77	0,59
14:49:35	3016,00	3,84	0,56
14:49:38	2608,00	3,89	0,53
14:49:41	2720,00	3,94	0,35
14:49:44	2624,00	3,89	0,38
14:49:47	2840,00	3,89	0,35
14:49:50	2632,00	3,84	0,51
14:49:53	2592,00	3,94	0,48
14:49:56	2776,00	3,94	0,46

5. Data Kecepatan 3,5 m/s

Waktu	Flow	Tegangan	Arus
14:57:38	912,00	3,72	0,88
14:57:41	2848,00	3,72	0,85
14:57:44	2752,00	3,72	0,83
14:57:47	2736,00	3,69	0,75
14:57:50	2816,00	3,79	0,77
14:57:53	2688,00	3,69	0,56
14:57:56	2992,00	3,74	0,67
14:57:59	3016,00	3,77	0,61
14:58:02	3150,00	3,69	0,61
14:58:05	3282,00	3,77	0,59
14:58:08	3125,00	3,77	0,61
14:58:11	3080,00	3,74	0,59
14:58:14	2845,00	3,77	0,56
14:58:17	2608,00	3,77	0,61
14:58:20	2720,00	3,72	0,51
14:58:23	2624,00	3,77	0,59
14:58:26	2840,00	3,72	0,59
14:58:29	2632,00	3,69	0,59
14:58:32	2892,00	3,74	0,51

Data dari Tabel Appendix A-5 Properties of Air Atmospheric Pressure
 Temperatur flim 302,6 K

T.K	ρ kg/m ³	Cp J/kg.K	$\mu \times 10^5$ kg/m.s	k (W/m.K)	Pr
300	1,1774	1,0057	1,8462	0,02624	0,708
302,6	1,16807	1,00587	1,8581	0,0264371	0,70743
350	0,998	1,009	2,075	0,03003	0,697

Temperatur flim 302,6 K

T.K	ρ kg/m ³	Cp J/kg.K	$\mu \times 10^5$ kg/m.s	k (W/m.K)	Pr
300	1,1774	1,0057	1,8462	0,02624	0,708
302,6	1,16807	1,00587	1,8581	0,0264371	0,70743
350	0,998	1,009	2,075	0,03003	0,697

Temperatur flim 302,7 K

T.K	ρ kg/m ³	Cp J/kg.K	$\mu \times 10^5$ kg/m.s	k (W/m.K)	Pr
300	1,1774	1,0057	1,8462	0,02624	0,708
302,7	1,16771	1,00588	1,85856	0,0264447	0,70741
350	0,998	1,009	2,075	0,03003	0,697

Temperatur flim 303,1 K

T.K	ρ kg/m ³	Cp J/kg.K	$\mu \times 10^5$ kg/m.s	k (W/m.K)	Pr
300	1,1774	1,0057	1,8462	0,02624	0,708
303,1	1,16628	1,0059	1,86039	0,026475	0,70732
350	0,998	1,009	2,075	0,03003	0,697

Temperatur flim 303,2 K

T.K	ρ kg/m ³	Cp J/kg.K	$\mu \times 10^5$ kg/m.s	k (W/m.K)	Pr
300	1,1774	1,0057	1,8462	0,02624	0,708
303,2	1,16592	1,00591	1,86084	0,0264826	0,7073
350	0,998	1,009	2,075	0,03003	0,697

Data Hasil Perhitungan Untuk Kecepatan 2,5 m/s, 2,8 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s, dan 3,5 m/s.

No	Waktu (s)	Kec.Udara (m/s)	T in (K)	T out (K)	H (m)	L (m)	Wb (m)	Tf (K)	Tegangan flow (V)	Arus flow (A)	Nilai Flow (l)
1	3	2,5	302,5	302,8	0,075	2	0,15	302,65	3,87	0,71	2149,00
2	3	2,8	302,5	302,8	0,075	2	0,15	302,65	3,82	0,55	2317,00
3	3	3,1	302,5	302,9	0,075	2	0,15	302,7	3,89	0,49	2541,00
4	3	3,4	302,9	303,4	0,075	2	0,15	303,15	3,81	0,51	2613,00
5	3	3,5	303,3	303,1	0,075	2	0,15	303,2	3,74	0,65	2766,00

ρ (kg/m ³)	Cp (J/Kg.K)	μ (Kg/m.s) x 10 ⁵	k (W/m.K)	Pr	Laju aliran massa udara (Kg/s)	Daya Listrik (P)	Hasil Pengukuran (m ³ /s)	Penyimpangan (%)
1,1680712	1,0058716	1,8580976	0,0264371	0,70743	0,032852003	2,7477	2,149	0,1404
1,1680712	1,0058716	1,8580976	0,0264371	0,70743	0,036794243	2,101	2,317	0,1725
1,1677124	1,0058782	1,8585552	0,0264447	0,70741	0,04072397	1,9061	2,541	0,180322581
1,1662772	1,0059046	1,8603856	0,026475	0,70732	0,044610103	1,9431	2,613	0,231470588
1,1659184	1,0059112	1,8608432	0,0264826	0,7073	0,045908037	2,431	2,766	0,209714286

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Rancang Bangun Alat Anemometer Untuk Mengukur Kecepatan Udara

Nama : Fakhur Razi
 NPM : 1607230167

Dosen Pembimbing : Khairul Umurani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Senin, 2/11/2020	Pembelian gasfilsen tugas	h
2	Rabu, 18/11/2020	Pembeli perpadalan	h
3	Kamis, 2/12/2020	Pembeli tujuwan	h
4	Senin, 14/12/2020	Pembeli Tujuwan pustaka.	h
5	Senin, 9/1/2021	Langgani pergunaan fungsi perpadalan tugas	h
6	Rabu, 13/1/2021	Pembeli Metalok	h
7	Selasa, 19/1/2021	Pembeli Analin	h
8	Senin, 29/1/2021	Ace, semikon hse	h.



UMSU

Sebagai Lambang Terpadu

Bila menghendaki cetak file agar dicetak dengan ukuran dan terpadu

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 355/III.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 26 Februari 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : FAKHRUR RAZI
Npm : 1607230167
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : IX (SEMBILAN)
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN ANEMOMETER UNTUK MENGUKUR
KECEPATAN UDARA
Pembimbing : KHAIRUL UMURANI, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

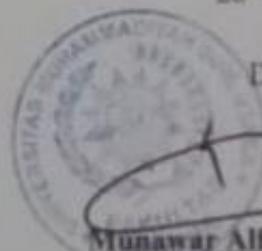
1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 14 Rajab 1442 H

26 Februari 2021 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST, MT

NIDN: 0101017202

