

**PEMBUATAN SISTEM PENGUKURAN DEBIT ALIRAN AIR SECARA
DIGITAL BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN MOTOR DC**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Fisika Sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



INZAN SAPUTRA

18427/10

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2015

PERSETUJUAN SKRIPSI

PEMBUATAN SISTEM PENGUKURAN DEBIT ALIRAN AIR SECARA DIGITAL BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN MOTOR DC

Nama : Inzan Saputra
NIM : 18427
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, September 2015

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Yohandri, M.Si, Ph.D
NIP. 19780725 200604 1 003

Pembimbing II



Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si
NIP. 19751231 200012 1 001

PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim penguji Tugas Akhir

Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam

Judul : Pembuatan Sistem Pengukuran Debit Aliran Air Secara
Digital Berbasis Arduino Uno Menggunakan Motor DC

Nama : Inzan Saputra

NIM/BP : 18427/10

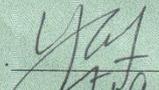
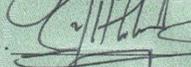
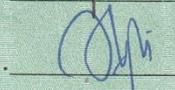
Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, September 2015

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Yohandri, M.Si, Ph.D	1. 
2. Sekretaris	: Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si	2. 
3. Anggota	: Drs. H. Asrizal, M.Si	3. 
4. Anggota	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	4. 
5. Anggota	: Dra. Hidayati, M.Si	5. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 01 September 2015

Yang menyatakan



Inzan Saputra

ABSTRAK

Inzan Saputra : Pembuatan Sistem Pengukuran Debit Aliran Air Secara Digital Berbasis Arduino Uno Menggunakan Motor DC

Alat ukur atau instrumentasi dalam ilmu pengetahuan sangat dibutuhkan untuk menghasilkan sebuah penemuan atau membuktikan sebuah teori atau fenomena. Saat ini, alat ukur telah banyak digunakan untuk mengamati berbagai gejala yang terjadi. Pengamatan berbagai gejala dilakukan sebagai media pembelajaran di laboratorium oleh praktikan. Penelitian ini membuat sebuah sistem pengukuran debit aliran air secara digital yang mampu menampilkan nilai debit aliran air secara otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui spesifikasi performansi dan spesifikasi desain pembuatan sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium. Teknik pengumpulan data dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung dilakukan dengan mengambil data yang ditampilkan pada LCD. Pengukuran secara tidak langsung dilakukan untuk menentukan ketepatan dan ketelitian dari sistem pengukuran debit aliran air secara digital dan membandingkan pengukuran debit aliran air secara teori. Data yang diperoleh melalui pengukuran dianalisis secara statistik dan grafik.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat diungkapkan dua hasil penting dari penelitian ini. Pertama, hasil desain sistem yang terdiri dari motor DC sebagai sensor aliran air yang diletakkan dalam sebuah kotak yang dirancang agar air mengalir tepat pada baling-baling yang memutar motor DC, *box* dimana terdapat rangkaian *power supply*, arduino uno dan LCD. Kedua, pembuatan sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC ini memiliki ketepatan dan ketelitian yaitu dengan ketepatan rata-rata relatif adalah 95,992% dan ketelitian rata-rata 5,523%.

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, karena dengan berkat dan rahmatNya peneliti telah dapat melaksanakan dan menulis tugas akhir ini. Sebagai judul penelitian dari tugas akhir peneliti ini adalah “Pembuatan Sistem Pengukuran Debit Aliran Air Secara Digital Berbasis Arduino Uno Menggunakan Motor DC”.

Dalam melaksanakan dan menulis tugas akhir ini peneliti banyak mendapat bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Yohandri, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Pembimbing I dan Bapak Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing II atas segala bantuannya yang tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. H. Asrizal, M.Si, Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si dan Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai dosen penguji pada Tugas Akhir ini.
3. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai ketua Jurusan Fisika dan Ibu Dra. Hidayati, M.Si Sebagai Ketua Program Studi Fisika FMIPA UNp.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
6. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan penelitian ini masih terdapat beberapa kelemahan atau kekurangan. Adanya saran dan kritikan dari pembaca akan lebih menyempurnakan laporan ini di masa yang akan datang. Mudah-mudahan hasil laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pembaca.

Padang, Agustus 2015

Peneliti

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Gambar.....	vi
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Lampiran.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Pertanyaan Penelitian.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN TEORI	
A. Sistem Pengukuran.....	6
B. Spesifikasi Produk.....	8
1. Spesifikasi Performansi.....	8
2. Spesifikasi Desain.....	8
C. Fluida.....	9
1. Massa Jenis.....	10
2. Tekanan Hidrostatik.....	11
3. Pengaruh tekanan Atmosfer.....	12
4. Laju Aliran Fluida.....	13
5. Debit Aliran.....	14
6. Persamaan Kontinuitas.....	14
7. Kompresibilitas.....	15
8. Hukum Bernoulli.....	16
9. Beberapa Aplikasi Hukum Bernoulli.....	17
B. Motor DC.....	19
C. Arduino Uno.....	22

	D. Mikrokontroler ATmega32.....	27
	E. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	30
	F. <i>Power Supply</i>	31
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	33
	B. Jenis Penelitian.....	33
	1. Variable Penelitian.....	33
	2. Model Penelitian.....	34
	C. Alat dan Bahan.....	34
	D. Desain Penelitian.....	35
	1. Desain Perangkat Keras.....	35
	2. Desain Perangkat Lunak.....	37
	E. Prosedur Penelitian.....	39
	F. Teknik Pengumpulan Data.....	41
	G. Analisis Data.....	41
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Hasil Penelitian.....	44
	1. Hubungan Tegangan Keluaran Motor DC dan Debit Aliran Air.....	44
	2. Spesifikasi Performansi Sistem.....	46
	3. Spesifikasi Desain Sistem.....	51
	B. Pembahasan.....	54
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan.....	57
	B. Saran.....	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Ilustrasi Sebuah Benda dalam Fluida.....	11
Gambar 2.	Tekanan hidrostatis total dalam Fluida.....	13
Gambar 3.	Ilustrasi Elemen Berpindah dalam Fluida.....	13
Gambar 4.	Ilustrasi Elemen Berpindah dalam Fluida.....	14
Gambar 5.	Ilustrasi Massa fluida yang mengalir.....	15
Gambar 6.	Ilustrasi hukum Bernoulli.....	16
Gambar 7.	Menentukan Laju Keluar Air dari Suatu Keran.....	18
Gambar 8.	Skema pengukuran Fluida dengan Venturimeter.....	19
Gambar 9.	Struktur Motor DC.....	20
Gambar 10.	Kaidah tangan kanan untuk generator.....	22
Gambar 11.	Arduino Uno.....	23
Gambar 12.	Tampilan IDE.....	25
Gambar 13.	Arduino Board.....	27
Gambar 14.	Konfigurasi Pin atmega32.....	28
Gambar 15.	LCD 16 x 2.....	30
Gambar 16.	Rangkaian <i>Power Supply</i>	31
Gambar 17.	Desain Perangkat Keras Penelitian.....	35
Gambar 18.	Blok diagram.....	36
Gambar 19.	Desain diagram Alir.....	38
Gambar 20.	Grafik Hubungan Besar tegangan keluaran dengan debit air.....	45
Gambar 21.	Hasil Desain pembuatan Sistem.....	47

Gambar 22.	Hasil Desain alat ukur debit aliran air.....	48
Gambar 23.	Foto rangkaian pembangun.....	49
Gambar 24.	Tampilan LCD.....	51
Gambar 25.	Skema Rangkaian Pendukung Sistem.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Beberapa Massa Jenis Fluida dengan Berbagai Kondisi.....	10
Tabel 2.	Ketepatan Sistem Pengukuran Debit Aliran Air.....	52
Tabel 3.	Data Statistik Ketelitian Sistem.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data Hasil Pengukuran Sistem.....	61
Lampiran 2.	Skema Rangkaian Pembangun Sistem Pengukuran Debit Air...	62
Lampiran 3.	Program Pembuatan Sistem.....	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pengukuran debit aliran air sangat penting dalam kehidupan sehari-hari dan memiliki banyak manfaat. Seperti, untuk mengetahui volume air yang mengalir pada suatu bendungan, menghitung air yang digunakan oleh sebuah rumah dalam satu bulan dan juga untuk pengembangan instrumen pengukuran.

Alat ukur mempunyai peran yang penting dalam penemuan-penemuan ilmu pengetahuan khususnya dalam penemuan-penemuan dalam bidang fisika. Banyak penemuan-penemuan penting dalam bidang fisika yang lahir dengan menggunakan alat ukur, bahkan pengukuran dilakukan berkali-kali untuk mengamati gejala yang terjadi. Selain itu, instrumen pengukuran juga berguna untuk media pembelajaran bagi praktikan di laboratorium dengan mengamati gejala yang terjadi.

Dalam melakukan pengukuran pada umumnya diperlukan alat ukur. Pengembangan alat ukur sangat diperlukan untuk memudahkan praktikan memahami gejala-gejala yang terjadi saat praktikum. Saat ini telah banyak industri pengembangan instrumen pengukuran. Dimulai dari set yang berupa analog dan kemudian berkembang menjadi digital.

Saat ini telah banyak yang memanfaatkan ilmu fisika khususnya bidang elektronika. Banyak peralatan elektronika saat ini memberikan manfaat dan kemudahan-kemudahan dalam melakukan aktifitas sehari-hari, Bahkan dalam menunjang ilmu pengetahuan pun peranan elektronika juga banyak memberikan

manfaat diantaranya banyak alat-alat elektronika yang digunakan dalam penelitian ilmiah.

Peran elektronika dalam menunjang pengetahuan adalah dengan telah berkembangnya berbagai peralatan laboratorium sekolah sebagai ujung tombak pendidikan, karena di dalam laboratorium dilakukan berbagai macam kegiatan praktek penunjang tercapainya proses belajar mengajar. Akan tetapi peralatan laboratorium ini masih bersifat manual dalam penggunaannya, baik dalam pencarian, penyimpanan dan pengolahan data. Sehingga dalam pelaksanaannya membutuhkan proses yang cukup lama dibandingkan dengan peralatan digital.

Proses yang lama tersebut dapat diatasi dengan perancangan dan pembuatan sistem dari berbagai digitalisasi alat laboratorium. Salah satunya instrumen pengukuran debit aliran air. Pengukuran debit aliran air masih menggunakan gelas ukur sebagai wadah menampung cairan dan menggunakan *stopwatch* untuk mencatat waktu penampungan air dan kemudian didapat nilai debit aliran air dengan membagi volume air yang ditampung per lama waktu penampungan air. Sehingga membutuhkan proses yang lama untuk mendapatkan nilai debit aliran air dan fenomena yang terjadi pada pengukuran debit aliran air.

Adapun untuk mempersingkat proses dalam Pengukuran dapat dilakukan dengan membuat alat ukur yang mensimulasikan aliran air dan memiliki sensor aliran. Aliran air kemudian akan memutar baling-baling motor DC sebagai sensor aliran air. Debit aliran air bergantung kepada kecepatan aliran, luas permukaan alir dan volume air yang mengalir. Kecepatan aliran air akan mempengaruhi putaran baling-baling motor DC. Semakin cepat air mengalir maka putaran baling-

baling motor DC juga akan semakin cepat. Sebaliknya, semakin pelan kecepatan aliran air maka putaran baling-baling motor DC juga semakin pelan begitu juga yang terjadi dengan volume dan luas permukaan alir. Putaran dari baling-baling motor DC ini mempengaruhi tegangan keluaran yang dihasilkan. Karena sensor aliran air menggunakan fungsi terbalik dari motor DC dan disebut generator DC. Dengan memanfaatkan fungsi generator DC diharapkan dapat menjawab dan meminimalisir permasalahan yang ditimbulkan. Selain itu penelitian ini menggunakan arduino uno untuk pembacaan tegangan yang dihasilkan oleh generator DC. Tegangan keluaran dari generator DC akan diolah menggunakan arduino uno untuk dikonversi menjadi nilai debit air hingga data debit air ditampilkan pada *display* LCD.

Berdasarkan permasalahan seperti uraian di atas, maka dalam penelitian ini telah dirancang dan didesain suatu sistem yang mampu mengukur besar debit aliran air secara digital dan ditampilkan pada LCD dengan spesifikasi desain dan spesifikasi performansi yang lebih baik. Oleh karena itu, sebagai judul penelitian ini adalah **Pembuatan Sistem Pengukuran Debit Aliran Air Secara Digital Berbasis Arduino Uno Menggunakan Motor DC.**

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan permasalahan dari penelitian ini yaitu bagaimana spesifikasi performansi, ketepatan dan ketelitian dari sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC?

C. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan penelitian ini, maka diperlukan beberapa pertanyaan penelitian. Adapun pertanyaan penelitian tersebut adalah :

1. Bagaimana spesifikasi performansi sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC?
2. Bagaimana ketepatan sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC?
3. Bagaimana ketelitian sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem yang dapat mengukur besar debit aliran air, namun secara khusus tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menjelaskan spesifikasi performansi sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC.
2. Menentukan ketepatan sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC.
3. Menentukan ketelitian sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC.

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada :

1. Kelompok kajian elektronika dalam pengembangan instrumentasi berbasis elektronika, khususnya pengembangan sistem pengukuran aliran dan pemograman.
2. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian elektronika dan instrumentasi dan upaya pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
3. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi dalam pengembangan penelitian tentang elektronika dan instrumentasi.
4. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di jurusan Fisika FMIPA UNP.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Sistem Pengukuran

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sistem pengukuran atau instrumentasi semakin berperan penting dalam kehidupan manusia. Sistem tersebut sangat membantu pekerjaan-pekerjaan manusia, baik pekerjaan yang bersifat monoton dan kontinyu maupun pekerjaan dinamis dan sensitif lainnya.

Sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sistem merupakan kumpulan / group / komponen apapun baik fisik yang saling berhubungan satu sama lain dan bekerja sama secara harmonis untuk mencapai satu tujuan tertentu (Istiningsih, 2009).

Pengukuran berarti membandingkan sesuatu yang telah ditentukan sebagai standar dengan sesuatu yang belum diketahui untuk mendapatkan besaran kuantitatif dari sesuatu yang diukur tersebut (Hardianto, Nur, 2012). Hal ini sesuai dengan pendapat Alonso (1980:12) "Pengukuran adalah suatu teknik untuk mengkaitkan pada suatu bilangan pada suatu sifat fisis dengan membandingkannya dengan suatu besaran standar yang telah diterima sebagai suatu satuan". Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu sifat fisis bilangan dengan besaran standar yang telah ditetapkan dalam sistem pengukuran.

Sistem pengukuran diperlukan agar hasil pengukuran dapat benar-benar akurat, presisi dan dapat dipertanggung jawabkan. Sistem pengukuran adalah sekumpulan proses atau aktifitas atau prosedur, dengan masukan (*input*) berupa

alat ukur, *software* dan orang dengan tujuan (*output*) mendapatkan data pengukuran terhadap karakteristik yang sedang diukur (Koes dan Joko, 2009: 16). Secara umum sistem pengukuran dibagi menjadi tiga bagian yang meliputi *Input devices* (sensor), *Intermediate means* (*signal modifier*) dan *Output devices* (*read out device*). Bagian input disebut juga sebagai elemen sensor atau transduser. Dimana tugas sensor adalah merubah suatu besaran fisis menjadi besaran fisis yang lain. Sejalan dengan Wilson (2005:16) sensor adalah “*convert a signal or stimulus (representing a physical property) into an electrical output*”. Sensor merupakan sebuah piranti atau alat yang mengkonversi sebuah sinyal atau rangsangan menjadi sebuah keluaran listrik. Sedangkan transduser akan mengubah energi nonlistrik menjadi energi listrik sehingga dalam sebuah proses dapat dilakukan baik secara otomatis maupun manual (Agus, 1999: 1)

Bagian proses tugasnya melakukan pengolahan data atau sinyal yang diberikan oleh bagian input untuk dimodifikasi, dikuatkan atau diubahnya menjadi bentuk lain sesuai dengan besaran/*signal* yang dibutuhkan *read out device*. Bagian output atau *read out device* tugasnya memperagakan informasi yang dihasilkan bagian proses dalam bentuk sesuai dengan kebutuhan sistem yang diperlukan (Maandag, 2013).

Sistem pengukuran sangat erat kaitannya dengan sebuah alat ukur. Alat ukur adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk melakukan proses pengukuran (Yefri,2011). Alat ukur merupakan komponen sistem pengukuran yang berfungsi sebagai sarana pembanding antara obyek ukur dan standar ukur, agar nilai obyek ukur dapat ditentukan secara kuantitatif dalam satuan standarnya. Ciri-ciri dari

alat ukur yang baik adalah yang memiliki kemampuan ulang yang kuat, kepekaan yang tinggi, histeresis yang kecil dan linearitas yang memadai. Selain itu spesifikasi dari suatu alat ukur juga menjadi kriteria baik atau tidaknya sebuah alat ukur.

B. Spesifikasi Produk

Sistem pengukuran dirancang untuk memenuhi spesifikasi tertentu. Spesifikasi merupakan pendeskripsian secara mendetail tentang produk hasil penelitian. Menurut Ilham (2009: 1) “Spesifikasi adalah ukuran (metrik) dan nilai dari ukuran tersebut (nilai metrik)”. Secara umum spesifikasi digolongkan atas dua tipe yaitu spesifikasi performansi dan spesifikasi desain.

1. Spesifikasi Performansi

Spesifikasi performansi merupakan suatu uraian rinci mengenai material-material atau komponen-komponen pembentuk sistem serta mengidentifikasi fungsi-fungsi dari setiap komponen pembentuk sistem tersebut. Menurut Ulrich (2001) “performansi dapat juga diartikan sebagai kesesuaian produk dengan fungsi utama dari produk itu sendiri”. Spesifikasi performansi biasanya berkaitan dengan ketelitian, kestabilan relatif dan kecepatan. Ketelitian dari suatu sistem pengukuran atau alat ukur merupakan bagian dari desain performansi dari alat ukur tersebut.

2. Spesifikasi Desain

Spesifikasi desain sering juga disebut sebagai spesifikasi produk. Spesifikasi produk adalah metrik dan nilai metrik yang harus dicapai oleh sebuah produk dan bukan bagaimana produk harus bekerja (Ilham: 2009). Spesifikasi desain

tergantung pada sifat alami dari material yang digunakan. Spesifikasi desain ini lebih kepada nilai atau harga yang menjadi tujuan akhir dari sebuah produk.

C. Fluida

Fluida didefinisikan sebagai zat yang berdeformasi terus-menerus selama dipengaruhi suatu tegangan geser. Sebuah tegangan (gaya per satuan luas) geser terbentuk apabila sebuah gaya tangensial bekerja pada sebuah permukaan. Apabila benda-benda padat biasa seperti baja atau logam-logam lainnya dikenai oleh suatu tegangan geser, mula-mula benda ini akan berdeformasi (biasanya sangat kecil) , tetapi tidak akan terus-menerus berdeformasi (mengalir). Namun, cairan yang biasa seperti air, minyak, dan udara memenuhi definisi dari sebuah fluida. Artinya zat-zat tersebut akan mengalir apabila padanya bekerja sebuah tegangan geser. Dalam mekanika fluida secara umum dapat dibagi menjadi statika fluida dimana fluida dalam keadaan diam dan dinamika fluida dimana fluida dalam keadaan bergerak.

Ketika sebuah partikel fluida bergerak dari suatu tempat ke tempat lain. Partikel tersebut biasanya mengalami suatu percepatan atau perlambatan. Menurut hukum kedua newton tentang gerak, gaya yang bekerja pada partikel sama dengan massa dikalikan dengan percepatannya.

$$F = ma \tag{1}$$

Ketika partikel bergerak, partikel akan mengikuti suatu lintasan tertentu, yang bentuknya ditentukan oleh kecepatan partikel tersebut. (Munson, R bruce, dkk , 2003)

Salah satu ciri utama fluida adalah kemampuan untuk mengalir. Disamping itu, bentuk fluida selalu mengikuti bentuk wadah. Dalam botol, bentuk fluida sama dengan bentuk botol dan dalam kotak bentuk fluida sama dengan kotak. Berikut beberapa sifat fluida :

1. Massa Jenis

Salah satu besaran fluida yang penting yaitu adalah massa jenis. Massa jenis adalah massa fluida persatuan volume yang memenuhi persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

dengan m massa total fluida, V volume fluida dan ρ massa jenis fluida. Tetapi massa jenis pada berbagai tempat berbeda-beda, yaitu merupakan fungsi posisi maka massa jenis fluida pada sembarang titik memenuhi persamaan:

$$\rho(r) = \frac{dm}{dV} \quad (3)$$

contoh massa jenis rata-rata yang merupakan fungsi posisi adalah massa jenis gas atmosfer. Makin jauh dari permukaan bumi maka massa jenis gas di atmosfer makin kecil. Air laut juga sedikit mengalami perubahan massa jenis ketika kita makin jauh ke dasar laut. Penyebabnya adalah makin dalam suatu lokasi maka tekanan pada air laut makin besar sehingga air laut sedikit mengalami kompresi. Pada Tabel 1 dapat dilihat beberapa massa jenis fluida dengan berbagai kondisi.

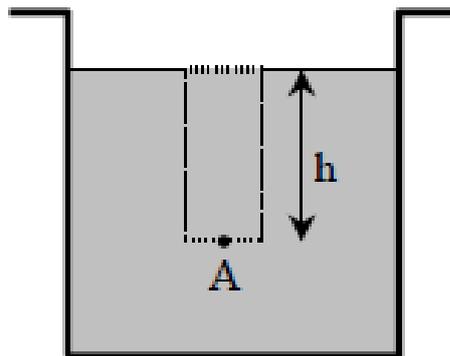
Tabel 1. Beberapa massa jenis fluida dengan berbagai kondisi

Fluida	Massa jenis (kg/m ³)
Air pada suhu 4°C	1,00.10 ³
Air laut	1,025.10 ³
Air raksa	13,6.10 ³

Alkohol	$0,79 \cdot 10^3$
Bensin	$0,68 \cdot 10^3$
Udara (0°C , 1 atm)	1,29
Helium (0°C , 1 atm)	1,98
Uap Air (100°C , 1 atm)	0,598

2. Tekanan Hidrostatik

Dalam mengukur tekanan hidrostatik yang berada pada kedalaman h dapat ditentukan dengan sebuah bak penampung air. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1, sebuah silinder dengan luas penampang A dan jarak dari permukaan h yang merupakan jarak titik pantau tekanan fluida yang akan dihitung.



Gambar 1. Ilustrasi Sebuah Benda Dalam Fluida
sumber: mikrajuddin(2007)

maka volume silinder adalah

$$V = Ah \quad (4)$$

dan massa silinder adalah

$$m = \rho V = \rho Ah \quad (5)$$

dengan ρ adalah massa jenis fluida. Dasar silinder menanggung beban fluida di atasnya sebesar

$$W = mg = \rho Agh \quad (6)$$

Tekanan didefinisikan sama dengan gaya per satuan luas. Gaya yang dihasilkan oleh silinder ditanggung oleh bidang seluas A . dengan demikian, tekanan yang dialami titik yang berada di dasar silinder, yang merupakan tekanan fluida pada kedalaman h adalah

$$P = \frac{W}{A} = \frac{\rho Agh}{A} \quad (7)$$

atau

$$P = \rho gh \quad (8)$$

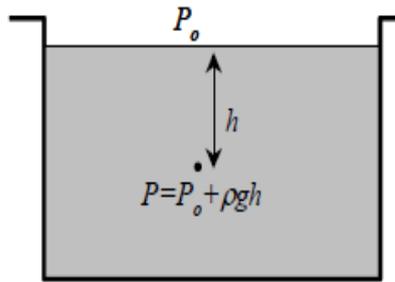
Tekanan yang diungkapkan oleh persamaan disebut tekanan hidrostatik, yang artinya adalah tekanan yang dihasilkan oleh fluida yang diam. Adapun nilai dari tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh :

- a. Besarnya tekanan hidrostatik hanya bergantung pada kedalaman dan tidak bergantung pada bentuk wadah.
- b. Pada bidang sentuh antara fluida dengan benda, gaya yang dihasilkan tekanan hidrostatik selalu tegak lurus permukaan bidang batas tersebut.

3. Pengaruh Tekanan Atmosfer

Tekanan total pada suatu titik dalam fluida merupakan jumlah tekanan yang sudah ada dipermukaan fluida dan tekanan hidrostatik. Pada saat fluida terbuka di udara seperti ditunjukkan oleh Gambar 2, maka dipermukaan fluida sudah ada tekanan, yaitu tekanan atmosfer (P_0).

$$P_T = P_0 + \rho gh \quad (9)$$



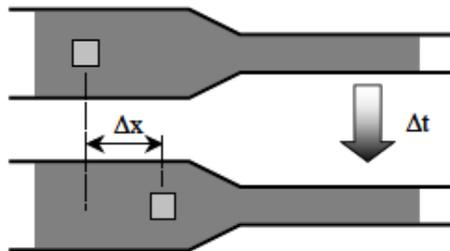
Gambar 2. Tekanan Hidrostatik Suatu Titik di dalam Fluida
sumber: mikrajuddin(2007)

Dari Gambar 2, dapat dijelaskan bahwa tekanan total pada suatu titik dipengaruhi oleh ketinggian dari permukaan dan ditambah dengan besar tekanan atmosfer.

4. Laju Aliran Fluida

Laju aliran fluida adalah jarak tempuh satu elemen dalam fluida persatuan waktu, seperti diilustrasikan pada Gambar 3.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (10)$$

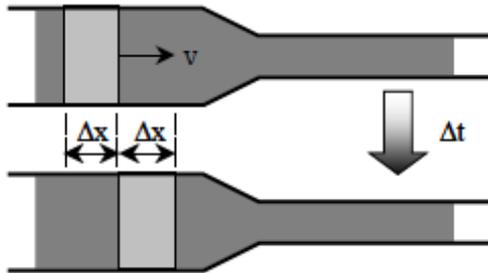


Gambar 3. Ilustrasi Elemen Berpindah dalam Fluida
sumber: mikrajuddin(2007)

Pada Gambar 3, Sebuah elemen fluida berpindah sejauh Δx dalam selang waktu Δt .

5. Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah volume fluida yang mengalir per satuan waktu, seperti yang diilustrasikan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi Perpindahan Elemen Fluida
sumber: mikrajuddin(2007)

Pada Gambar 4, dapat dilihat irisan fluida tegak lurus penampang pipa yang tebalnya Δx . Dengan luas penampang pipa, Volume fluida elemen tersebut adalah $\Delta V = A\Delta x$. Elemen tersebut bergerak sejauh Δx selang waktu Δt , dengan laju aliran fluida adalah v , maka $\Delta x = v\Delta t$, sehingga elemen volume fluida yang mengalir adalah

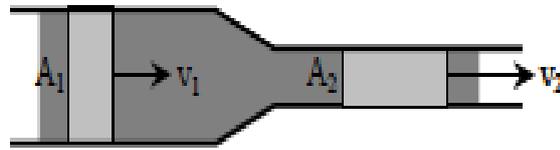
$$\Delta V = Av\Delta t \quad (11)$$

debit aliran fluida didefinisikan sebagai

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{Av\Delta t}{\Delta t} = Av \quad (12)$$

6. Persamaan Kontinuitas

Sebuah pipa yang dialiri fluida dan tidak bocor atau tidak ada fluida yang masuk/keluar pipa maka berlaku hukum kekekalan massa. Jumlah massa fluida yang mengalir per satuan waktu pada berbagai penampang selalu sama. Dengan demikian debit aliran air adalah



Gambar 5. Ilustrasi massa Fluida yang mengalir
sumber: mikrajuddin(2007)

$$Q_1 = Q_2 \quad (13)$$

atau

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (14)$$

Berdasarkan persamaan (14), terlihat bahwa pada bagian pipa yang sempit, fluida akan bergerak dengan lebih cepat dibandingkan dengan bagian pipa yang lebih luas. Sebagai contoh, pada daerah penyempitan sungai aliran air akan lebih kencang dari pada daerah yang lebih lebar.

7. Kompresibilitas

Kompresibilitas mengukur perubahan volume fluida jika diberi tekanan. Jika fluida berupa gas maka tekanan dapat merubah volume gas dengan mudah. Dapat dikatakan gas merupakan fluida yang kompresibel. Zat cair tidak terlalu dipengaruhi oleh tekanan. Tekanan yang sangat besar sekalipun hanya mengubah volume cairan dalam fraksi yang sangat kecil. Jadi fluida cair tidak bersifat kompresibel.

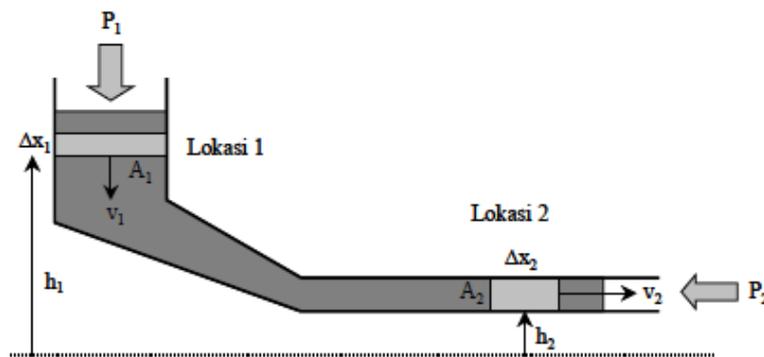
8. Hukum Bernoulli

Salah satu hukum dasar dalam persoalan fluida bergerak adalah hukum Bernoulli. Hukum Bernoulli adalah hukum tentang energi mekanik yang diterapkan pada fluida bergerak. Sehingga hukum Bernoulli adalah

$$K = \frac{1}{2} \Delta m v^2 = \frac{1}{2} \rho \Delta V v^2 \quad (15)$$

$$U = \Delta m g h = \rho \Delta V g h \quad (16)$$

$$EM = K + U = \frac{1}{2} \rho \Delta V v^2 + \rho \Delta V g h \quad (17)$$



Gambar 6. Ilustrasi Hukum Bernoulli
sumber: mikrajuddin(2007)

Berdasarkan Gambar 6, Elemen pada lokasi 1 dikenai gaya konservatif $F_1 = P_1 A_1$ dan berpindah sejauh Δx_1 searah gaya. Dengan demikian, usaha yang dilakukan gaya tersebut adalah

$$W_1 = F_1 \Delta x_1 = P_1 A_1 \Delta x_1 = P_1 \Delta V \quad (18)$$

Elemen pada lokasi 2 dikenai gaya konservatif $F_2 = P_2 A_2$ dan berpindah sejauh Δx_2 searah gaya. Dengan demikian, usaha yang dilakukan gaya tersebut adalah

$$W_2 = F_2 \Delta x_2 = P_2 A_2 \Delta x_2 = P_2 \Delta V \quad (19)$$

Selama bergerak dari lokasi 1 ke lokasi 2, elemen fluida mengalami perubahan energi mekanik.

$$\Delta EM = EM_2 - EM_1 \quad (20)$$

$$W = \Delta EM \quad (21)$$

Dengan merujuk kepada persamaan (17) maka persamaan menjadi

$$(P_1 - P_2) \Delta V = \left(\frac{1}{2} \rho \Delta V v_2^2 + \rho \Delta V g h_2 \right) - \left(\frac{1}{2} \rho \Delta V v_1^2 + \rho \Delta V g h_1 \right) \quad (22)$$

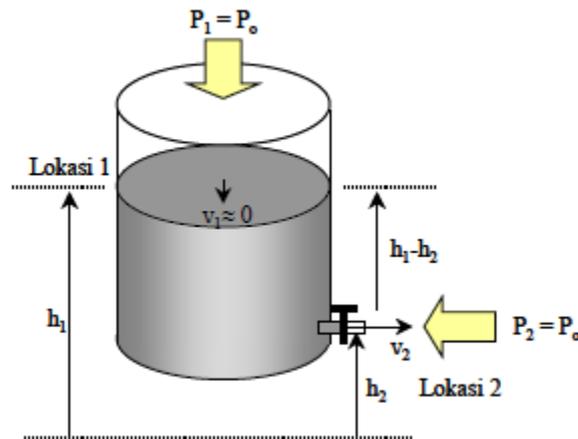
$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad (23)$$

Nilai dari energi mekanik pada kondisi satu sama dengan nilai energi mekanik pada kondisi dua. Persamaan di atas dikenal dengan persamaan Bernoulli.

9. Beberapa Aplikasi Hukum Bernoulli

a. Asas Toricelli

Asas Toricelli sebenarnya aplikasi khusus dari hukum Bernoulli. Tetapi asas ini ditemukan oleh Toricelli satu abad sebelum hukum Bernoulli dirumuskan sehingga nama asas Toricelli telah umum digunakan. Asas Toricelli diilustrasikan pada Gambar 7



Gambar 7. Menentukan Laju Keluar Air dari Suatu Keran
sumber: mikrajuddin(2007)

Sebuah Bak yang penampangnya besar diisi dengan air. Di dasar bak dipasang sebuah keran yang penampangnya jauh kecil dari pada penampang bak. Dilokasi 1 maupun lokasi 2 air didorong oleh tekanan udara luar sebesar 1 atm. Jadi, $P_1 = P_2 = P_0 = 1 \text{ atm}$. Karena luas penampang di lokasi 1 lebih besar dari pada luas penampang di lokasi 2 maka laju turun permukaan air dalam bak sangat kecil dan dapat di anggap nol. Maka didapat persamaan Bernoulli

$$P_0 + 0 + \rho g h_1 = P_0 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad (24)$$

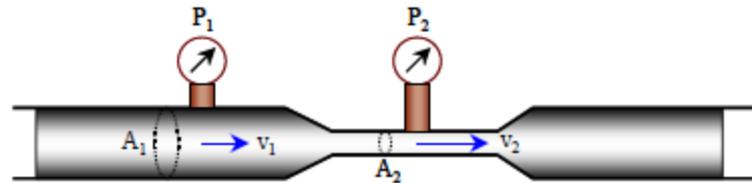
$$\frac{1}{2} \rho v_2^2 = \rho g (h_1 - h_2) \quad (25)$$

$$v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad (26)$$

Dari rumusan di atas kecepatan aliran air dipengaruhi oleh ketinggian kran permukaan air.

b. Venturimeter

Venturimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran fluida dalam pipa tertutup. Maka dapat diterapkan hukum Bernoulli pada kedua pipa seperti gambar 8.



Gambar 8. Skema Pengukuran Fluida dengan Venturimeter
sumber: mikrajuddin(2007)

Dengan menggunakan persamaan kontinuitas $A_1v_1 = A_2v_2$ dan luas permukaan alir pada bidang 1 lebih besar dari bidang 2. sehingga diperoleh

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho \left(\frac{A_1}{A_2}v_1\right)^2 \quad (27)$$

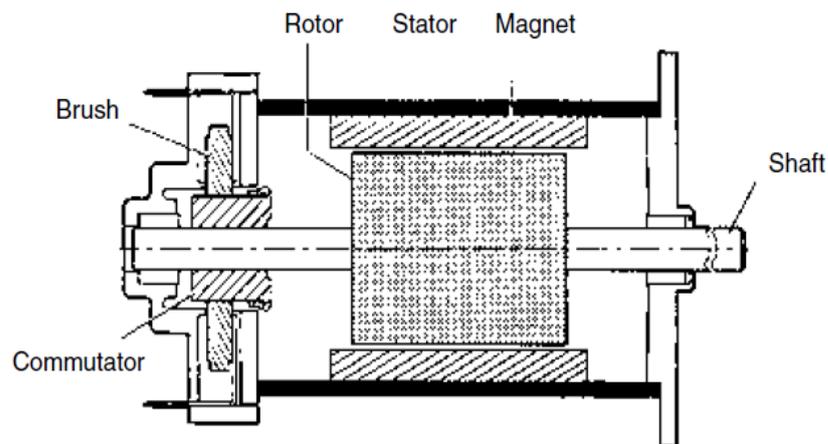
$$v_1^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1\right)} \quad (28)$$

Dari rumusan di atas kecepatan aliran air dipengaruhi oleh luas permukaan alir air. Semakin besar permukaan alir air maka kecepatan alir air akan semakin cepat pula.

D. Motor DC

Motor DC adalah mesin yang merubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis yang berupa putaran. Motor arus searah (motor DC) terdiri atas bagian yang diam (stator) dan bagian yang berputar (rotor). Pada bagian yang

diam merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluks magnetik. Sedangkan pada bagian yang berputar ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur Motor DC
Sumber : wiley (2004)

Prinsip kerja motor arus searah berdasarkan interaksi antara dua fluks magnetik. Misalkan kumparan medan tersebut dihubungkan dengan suatu sumber tegangan, maka pada kumparan medan itu akan mengalir arus medan. Kumparan medan yang dialiri arus ini akan menimbulkan fluks utama yang dinamakan fluks stator. Fluks ini merupakan medan magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan. Apabila kumparan jangkar mengalir arus yakni arus jangkar, maka dari hukum lorentz kita ketahui bahwa apabila sebuah konduktor yang dialiri arus ditempatkan pada sebuah medan magnet maka pada konduktor tersebut akan timbul gaya, maka demikian pula halnya pada kumparan jangkar.

Besarnya gaya yang dihasilkan oleh kumparan jangkar bergantung dari besarnya arus yang mengalir (I), kerapatan fluksi (B) dari kedua kutub dan

panjang konduktor jangkar (l). Semakin besar fluksi yang terimbas pada kumparan jangkar maka arus yang mengalir pada kumparan jangkar juga besar, dengan demikian gaya yang terjadi pada konduktor juga semakin besar. Besarnya gaya yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada konduktor jangkar yang ditempatkan dalam suatu medan magnet ditunjukkan oleh rumusan:

$$F = B \cdot I \cdot l \quad (28)$$

dengan :

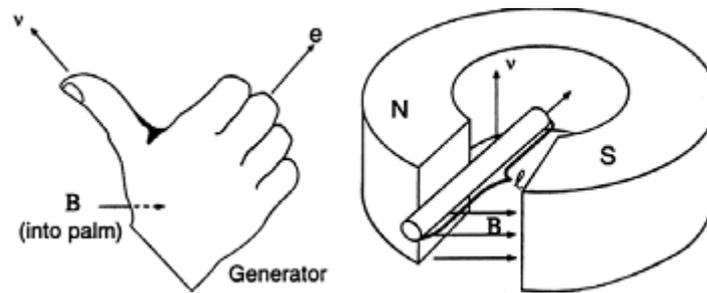
I = arus yang mengalir pada konduktor jangkar (ampere)

B = kerapatan fluksi (weber/m²)

L = panjang konduktor jangkar (m)

Jadi jika kumparan jangkar dari motor berputar dalam medan magnet memotong fluksi utama maka sesuai dengan hukum induksi elektromagnetik maka pada kumparan jangkar akan timbul gaya gerak listrik (ggl).

Sebuah motor DC adalah mesin yang merubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis yang berupa putaran. Sementara, energi mekanis yang berupa putaran dapat diubah menjadi energi listrik DC yang disebut dengan generator DC. Kontruksi dari generator DC terdiri dari bagian yang diam (stator) dan bagian yang berputar (rotor). Jika bagian rotor diputar dalam pengaruh medan magnet, maka akan terjadi perpotongan medan magnet oleh lilitan kawat pada rotor. Hal ini akan menimbulkan tegangan induksi. Pada prinsipnya untuk menentukan besarnya tegangan induksi yang ditimbulkan oleh arah gerakan penghantar di gunakan kaedah tangan kanan. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 10.



Gambar 10 : Kaidah Tangan Kanan untuk Generator
Sumber : wiley (2004)

Besar tegangan induksi yang dihasilkan dari perputaran rotor terhadap stator adalah seperti ditunjukkan pada rumusan berikut :

$$V = B \cdot l \cdot v \cdot z \quad (29)$$

dengan :

- V = tegangan induksi (volt)
- B = kerapatan fluks magnet (weber)
- l = panjang kawat penghantar (meter)
- z = jumlah penghantar
- v = kecepatan gerak kawat (m/s)

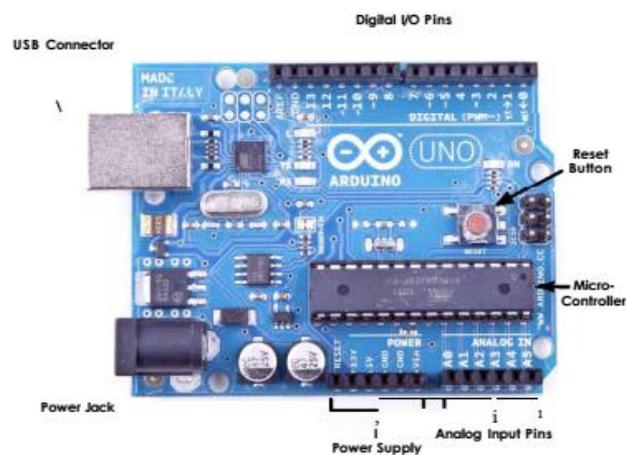
Berdasarkan rumusan (29) dapat dilihat besar tegangan induksi (V) yang dihasilkan sebanding dengan kerapatan fluks magnet (B), panjang kawat penghantar(l), jumlah penghantar (z) dan kecepatan gerak kawat (v).

E. Arduino Uno

Pada awalnya arduino dibangun untuk desainer dan seniman atau bagi orang yang memiliki kemampuan teknis rendah atau untuk orang-orang yang kurang menguasai pemrograman dan membantu mereka untuk mendesain prototipe dan mendesain seni (Schmidt , 2011)

Arduino adalah papan mikrokontroler yang menggunakan USB untuk menghubungkannya dengan computer dan bisa juga dihubungkan dengan komponen elektronika lain seperti Motor DC, Relay, Sensor cahaya, dan masih banyak lagi. Arduino bisa mendapatkan sumber energi dari komputer atau dengan menggunakan baterai 9V. arduino bisa dikontrol menggunakan komputer atau bisa diprogram menggunakan komputer (Monk , 2010)

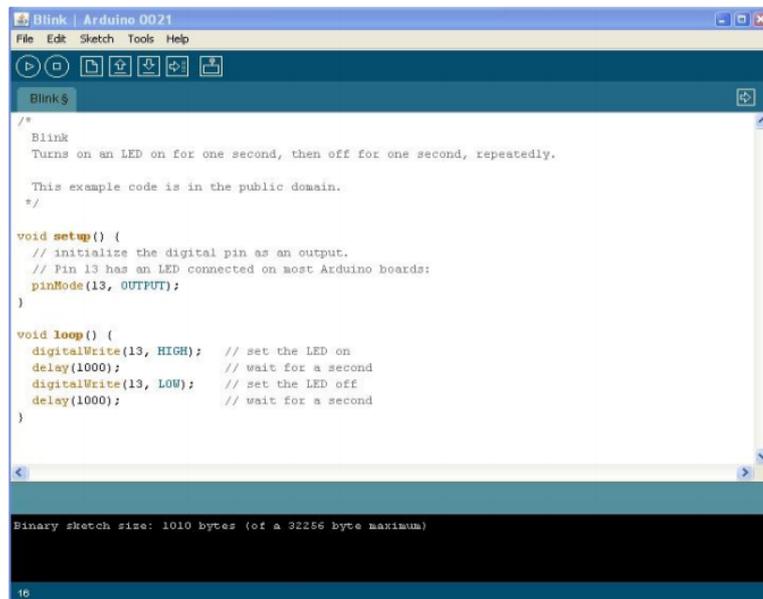
Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega32 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil ini seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 11. Bahkan, dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan jarak jauh melalui internet.



Gambar 11. Arduino Uno
Sumber : Schmidt (2011)

Arduino uno mengandung mikroprosesor (atmel AVR) dan dilengkapi dengan *oscillator* 16MHz dan regulator 5V. sejumlah pin tersedia dipapan. Pin 0-13 digunakan untuk isyarat digital yang hanya bernilai 0 atau 1. Pin A0-A5 digunakan untuk isyarat analog. Arduino uno dilengkapi dengan *static random access memory* (SRAM) berukuran 2kB untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32kB dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program (Abdul , 2013)

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Ada banyak projek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah *platform* karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa di-*download* dan diinstal pada komputer secara gratis. Tampilan dari IDE dapat dilihat pada Gambar 12.



```

Blink | Arduino 0021
File Edit Sketch Tools Help
Blink $
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}

Binary sketch size: 1010 bytes (of a 32256 byte maximum)
16

```

Gambar 12. Tampilan IDE

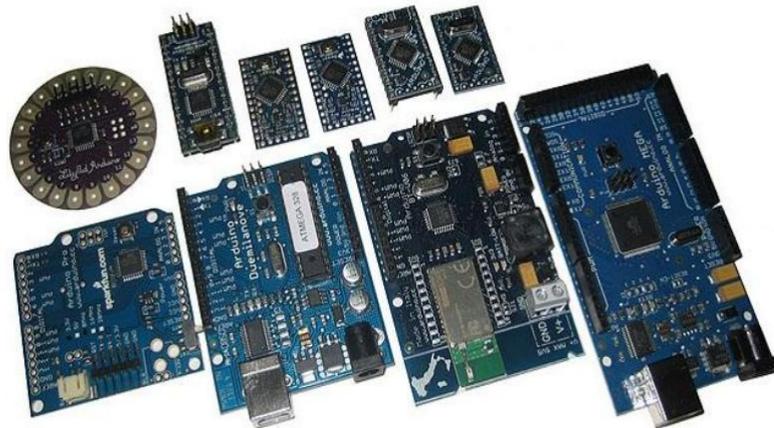
Sumber : Bangun (2014)

Setiap bagian dari data yang disimpan dalam program arduino memiliki tipe datanya masing-masing. berikut tipe-tipe dalam program arduino :

- a. Tipe data *boolean* hanya dapat digunakan untuk dua nilai saja yaitu *true* atau *false*. Kedua nilai tersebut adalah konstanta yang sudah disediakan di bahasa pemrograman arduino. Variable yang bertipe *boolean* biasa digunakan pada kondisi pernyataan seperti *if*, *while* dan *for*.
- b. Tipe data *char* berguna untuk menyimpan sebuah nilai karakter seperti 'A', '9' dan '*'. Didalam memori, karakter disimpan dalam bentuk bilangan (nilai ASCII), yang berkisar antara 128-127.
- c. Tipe data *unsigned char* serupa dengan tipe *char*, tetapi bilangan akan dikodekan dalam bentuk bilangan positif antara 0-255.
- d. Tipe data *byte* berguna untuk menampung bilangan bulat yang berkisar antara 0-255.

- e. Tipe data *int* (*integer*) dapat menyimpan bilangan bulat angka dari -32768 ke 32767.
- f. Tipe data *long* menyimpan bilangan bulat yang nilainya dari -2147483648 ke 2147483647.
- g. *Unsigned long* perlu empat *byte* tetapi menyimpan rentang nilai dari 0 sampai 4,294,967,295.
- h. Tipe data *float* dan *double* adalah tipe data yang sama. Dapat menyimpan angka *floating-point*. Keduanya menggunakan empat *byte* memori dan mampu menyimpan nilai-nilai dari $-3.4028235E +38$ untuk $3.4028235E +38$.
- i. Tipe data *void* hanya untuk deklarasi fungsi. Ini menunjukkan bahwa fungsi tersebut tidak mengembalikan nilai.
- j. *Array* menyimpan nilai yang memiliki tipe data yang sama: Ada dua cara yang berbeda untuk menginisialisasi *array*. Perhatikan bahwa indeks *array* dimulai dari 0, dan perlu diingat pula bahwa elemen array yang telah terinisialisasi mengandung nilai random.
- k. Sebuah *string* adalah sebuah *array* nilai *char*.

Selama bertahun-tahun tim Arduino meningkatkan desain papan dan merilis beberapa versi baru. Mereka biasanya memiliki nama-nama Italia seperti Uno, Duemilanove, atau Diecimila seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 13.

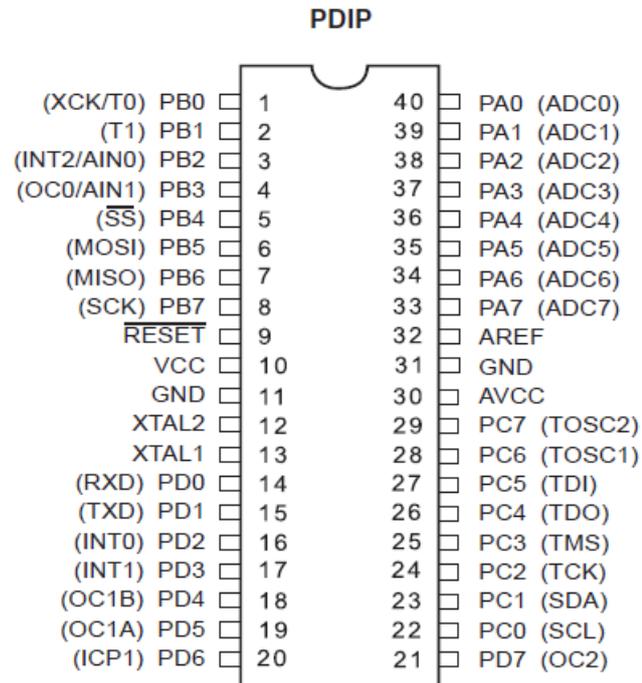


Gambar 13. Arduino Board
Sumber : Bangun (2014)

Untuk memulai menggunakan arduino dengan men-*download software* arduino yang bisa dioperasikan untuk Mac, Linux atau Windows. Sebelum memprogram arduino terlebih dahulu menghubungkan USB dengan PC dan megatur koneksi dari USB. Bahasa pemograman yang digunakan yaitu bahasa assembly.

F. Mikrokontroler ATmega32

Arduino uno dilengkapi dengan mikrokontroler ATmega32 yang menjadi bagian utama dari arduino uno. Mikrokontroler adalah *integrated circuit* (IC) atau mikrokomputer *chip* tunggal yang bekerja layaknya sebuah komputer. Dilengkapi dengan prosesor, memori, *peripheral*, *input* dan *output*. Prosesor adalah inti otak dari mikrokontroler dimana prosesor yang mengambil keputusan dan juga dapat mengkalkulasi.



Gambar 14. Konfigurasi Pin ATmega32
Sumber : Schmidt (2011)

ATmega32 adalah sebuah CMOS 8-bit dengan *arsitektur reduce instruction set compute* (RISC), berkecepatan eksekusi 16 MIPS dan mampu mengoptimisasi konsumsi daya. Selain itu, mikrikontorler memiliki fitur lengkap (ADC internal, EEPROM internal, *Timer/counter*, *watchdog timer*, PWM, *port I/O*, komunikasi serial, komparator dan lain-lain), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, programmer dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomasi industri, peralatan telekomunikasi dan berbagai keperluan lain.

Berikut beberapa fitur yang dimiliki oleh ATmega32 :

1. *Microcontroler AVR 8-bit* yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.

2. Arsitektur RISC lanjutan

- a) Mampu diisi hingga 131 instruksi, eksekusi dengan satu siklus *clock*.
- b) 32 x 8 tujuan alamat kerja.
- c) Dukungan penuh operasi statis.

3. Program dan data memori tidak mudah menguap.

- a) Memiliki kapasitas flash memori 32-KByte, EEPROM 1024-Byte dan SRAM 2 kByte.
- b) Pemrograman kunci untuk keamanan perangkat lunak.

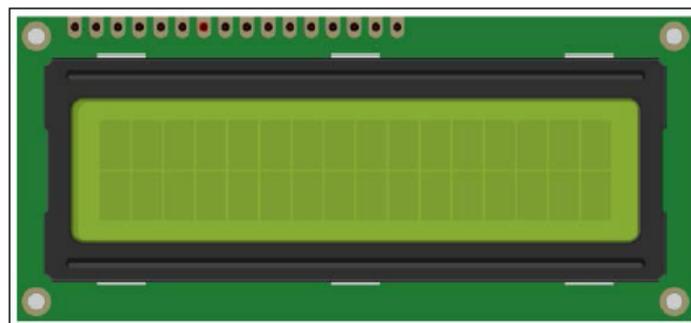
4. Fitur peripheral

- a) Dua 8-bit *timer / counter* dengan *prescales* terpisah dan perbandingan mode.
- b) Satu 16-bit *timer / counter* dengan *prescales* terpisah, perbandingan mode dan modus *capture*.
- c) *Realtimecounter* dengan osilator terpisah.
- d) Memiliki empat saluran PWM.
- e) 8-channel, 10-bit ADC
 - 1) 8 *single-ended channel*
 - 2) 7 *differential channel* hanya pada kemasan TQFP.
 - 3) 2 *differential channel* dengan *programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x.
- f) *Port* USART untuk komunikasi serial.
- g) *Byte-oriented two-wire serial interface*.
- h) Antarmuka SPI.
- i) *Watchdogtimer* dengan Oscilator internal.
- j) *On-chip Analog comparator*.

G. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu jenis tampilan yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau karakter. LCD terdiri atas tumpukan tipis dari dua lembar kaca dengan pinggiran yang tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya seperti oksida timah atau oksida indium (wulandari, 2009)

LCD banyak digunakan karena memiliki banyak keuntungan. Diantaranya adalah dapat menampilkan data, baik data digital maupun analog dalam bentuk grafik, memiliki bentuk tipis, mudah dalam pengoperasian, membutuhkan tegangan yang kecil dan dapat menampilkan berbagai karakter. Bentuk dari LCD dapat dilihat pada Gambar 15

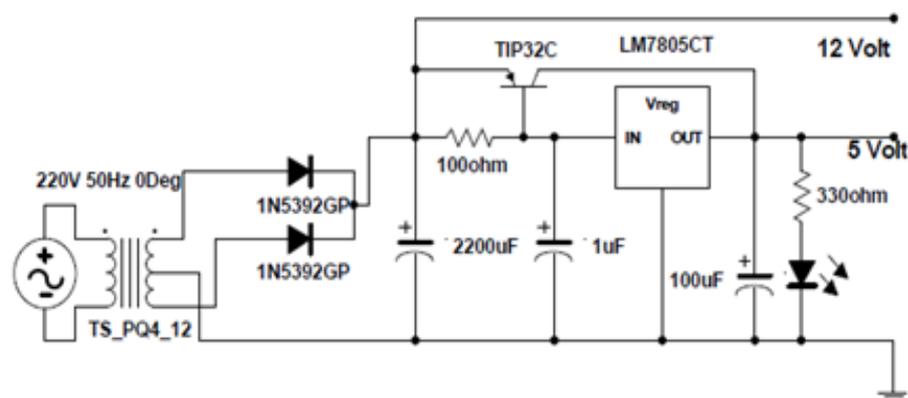


Gambar 15. LCD 16 x 2

Pada Gambar 15 dapat dilihat tampilan dari LCD 16 x 2. Dimana terdapat 16 kolom dan 2 baris pada tampilannya. Setiap kolom dapat menampilkan 1 karakter.

H. Power Supply

Catu daya atau *power supply* merupakan suatu rangkaian elektronika yang mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus searah. Secara prinsip rangkaian power supply adalah menurunkan tegangan AC, menyearahkan tegangan AC menjadi DC, menstabilkan tegangan DC yang terdiri atas transformator, dioda dan kapasitor. Transformator berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan AC. Rangkaian ini berfungsi untuk men-supply tegangan ke seluruh rangkaian yang ada. Rangkaian yang dibuat terdiri dari dua keluaran, yaitu 5 volt dan 12 volt, keluaran 5 volt digunakan untuk men-supply tegangan ke seluruh rangkaian, sedangkan keluaran 12 volt digunakan untuk men-supply tegangan ke motor DC sebagai sensor aliran air sungai. Rangkaian *power supply* ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Rangkaian *Power Supply*

Trafo CT merupakan trafo *stepdown* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 220 volt AC menjadi 12 volt AC. Kemudian 12 volt AC akan disearahkan dengan menggunakan dua buah dioda, selanjutnya 12 volt DC akan diratakan oleh kapasitor 2200 μ F. Regulator tegangan 5 volt (LM7805CT)

digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. LED hanya sebagai indikator apabila PSA dinyalakan. Transistor PNP TIP 32 disini berfungsi untuk men-*supply* arus apabila terjadi kekurangan arus pada rangkaian, sehingga regulator tegangan (LM7805CT) tidak akan panas ketika rangkaian butuh arus yang cukup besar. Tegangan 12 volt DC langsung diambil dari keluaran 2 buah dioda penyearah.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data serta pembahasan terhadap pembuatan sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC ini maka dapat dirumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil spesifikasi performansi pembuatan sistem pengukuran debit aliran air secara digital berbasis arduino uno menggunakan motor DC ini terdiri dari *box* yang merupakan tempat diletakkannya rangkaian elektronika pembangun sistem yang secara besar terdiri dari rangkaian *power supply* dan papan arduino uno. Pada *box* rangkaian juga terdapat modul LCD yang diletakan pada salah satu sisi dari *box* . pada simulasi aliran air peneliti menggunakan pompa air yang disalurkan pada pipa yang terdapat kran. Kran akan mengalirkan air pada bagian saluran masukan pada kotak baling-baling. Dengan mengalirnya air pada bagian saluran masukan kotak baling-baling maka aliran air akan memutar baling-baling motor DC. Dengan diputarnya baling-baling motor DC maka dihasilkanlah tegangan keluaran yang bergantung pada besar aliran yang memutar motor DC. Tegangan yang dihasilkan akan menjadi *input* dari dari pin analog (A0) dari arduino dan program yang ditanam pada mikrokontroler akan mengubah nilai tegangan ke besaran debit aliran air. Nilai besaran debit aliran air akan ditampilkan pada *display* LCD.

2. Ketepatan dari sistem ini yaitu untuk hasil pengukuran debit aliran air memiliki ketepatan relatif rata-rata adalah 95,992% dengan persentase kesalahan rata-rata sebesar 4,008%
3. Ketelitian dari sistem yaitu dengan ketelitian rata-rata sistem 0.931%, standar deviasi rata-rata sistem 0.002 dan ketelitian relatif rata-rata sistem adalah 5,523%.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan, maka sebagai saran dalam tindak lanjut pengembangan penelitian tentang sistem ini adalah:

- 1 Sistem pengukuran debit aliran air ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana penunjang di laboratorium fisika.
- 2 Sistem pengukuran debit aliran air secara digital ini kurang stabil dikarenakan tidak stabilnya putaran dari baling-baling yang akan memutar motor DC. Sehingga data yang dihasilkan juga tidak stabil dan agak menyulitkan menentukan besar debit aliran air yang ditampilkan. Hal ini bisa diatasi dengan penggunaan baling-baling yang lebih stabil dan merakit baling-baling dengan motor DC dengan lebih presisi sehingga putaran yang dihasilkan akan lebih stabil dan data yang dihasilkan akan lebih mudah dibaca.
- 3 Sistem pengukuran debit aliran air ini hanya menampilkan data debit aliran air. Untuk pengembangan selanjutnya dapat dilakukan besar tekanan pada saat air mengalir.

- 4 Pengembangan selanjutnya sebaiknya menggunakan sensor tekanan untuk mendapatkan tekanan yang dihasilkan oleh aliran air. Dan membandingkan dengan rumus.
- 5 Pengembangan selanjutnya sebaiknya menggunakan *push button* tambahan untuk fungsi *hold* untuk menghentikan data yang tidak stabil pada tampilan LCD. Sehingga data yang ditampilkan dapat langsung dilihat dengan mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Sugiharto. (1999). Penerapan Dasar Transducer dan Sensor. Penerbit Kanisius: Yogyakarta
- Alonso, Finn. (1980). Dasar-Dasar Fisika Universitas. Erlangga: Jakarta.
- Atmel.(2009). 8-bit AVR Microcontroller with 8 KB IN-System Programmable Flash. Orchard Parkway : USA
- Hadianto, Nur. (2012). Sistem Pengukuran Teknik. <http://simounyol.blogspot.com/2012/05/materi-pengukuran-teknik.html> Akses tanggal 11 Oktober 2014.
- Ilham, Bakri. (2010). Spesifikasi Awal Produk. <http://www.scribd.com>. Diakses tanggal 10 juli 2015
- Istiningsih. (2009). Pengertian Sistem dan Analisis Sistem. Universitas Gunadarma: Jakarta.
- Koes, Sulistiadji dan Joko, Piyoto. (2009). Alat Ukur dan Instrumen Ukur. BBP Mektan: Serpong
- Lufri dan Ardi. (1999). Metodologi Penelitian. FMIPA Universitas Negeri Padang: Padang
- Maandag. (2013). Sistem Pengukuran Instrumen. <http://awissatgas.blogspot.com/2013/06/sistem-pengukuraninstrumen.html>. Akses tanggal 11 Oktober 2014.
- Monk, Simon. (2010). *30 Arduino Projects: For The Evil Genius*. New York, USA
- Ulrich, Karl T dan Eppinger, Steven D. (2001). Perancangan dan Pengembangan Produk. Edisi Pertama. Jakarta : Salemba Teknika.
- Wilson, Jon. (2005). Sensor Technology Handbook. Elsevier: USA
- Yefri. Chan. (2011). *Sistem Pengukuran Teknik*. Universitas Darma Persada : Jakarta.