

**PENGONTROLAN SISTEM PLTMH SEBAGAI MEDIA
PRAKTIK BERBASIS MIKROKONTROLLER**



SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan diploma empat (D-4) Program Studi D-4 Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang**

ERWIN PASALLI

443 12 042

ABDUL RAHMAN

443 12 047

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR**

2016

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “**Pengontrolan Sistem PLTMH Sebagai Media Praktik Berbasis Mikrokontroller**” oleh Erwin Pasalli (443 12 042) dan Abdul Rahman (443 12 047) dinyatakan layak untuk diujikan

Makassar, 24 Oktober 2016

Menyetujui,

Pembimbing I



Ir. Simon Ka'ka, M.T
NIP. 19590913 198803 1 001

Pembimbing II



Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.Sc.
NIP. 19621210 199003 1 005

Mengetahui,

a.n. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang

Ketua Jurusan Teknik Mesin



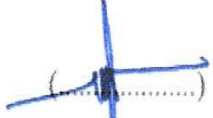
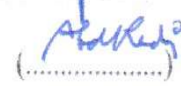




Dr. Jamal, S.T., M.T.
NIP.19730228 200012 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Senin 24 Oktober 2016, tim penguji ujian sidang skripsi telah menerima skripsi mahasiswa, Erwin Pasalli (443 12 042) dan Abdul Rahman (443 12 047) dengan judul **“Pengontrolan Sistem PLTMH Sebagai Media Praktik Berbasis Mikrokontroller”**

Makassar, 24 Oktober 2016

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi

- | | | |
|---|---------------|---|
| 1. Abdul Rahman, S.T., M.T. | Ketua |  |
| 2. Dr.Eng.Abdul Kadir Muhammad, ST.,M.Eng | Sekretaris |  |
| 3. Ir. Abdul Salam, M.T. | Anggota |  |
| 4. Muh.Iswar, S.ST., M.T. | Anggota |  |
| 5. Ir. Simon Ka'ka, M.T. | Pembimbing I |  |
| 6. Ir. Remigius T., M.Eng.Sc. | Pembimbing II |  |

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengontrolan Sistem Pltmh Sebagai Media Praktik Berbasis Mikrokontroler”, dalam rangka penyelesaian studi di Politeknik Negeri UjungPandang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak akan berjalan dengan baik dan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

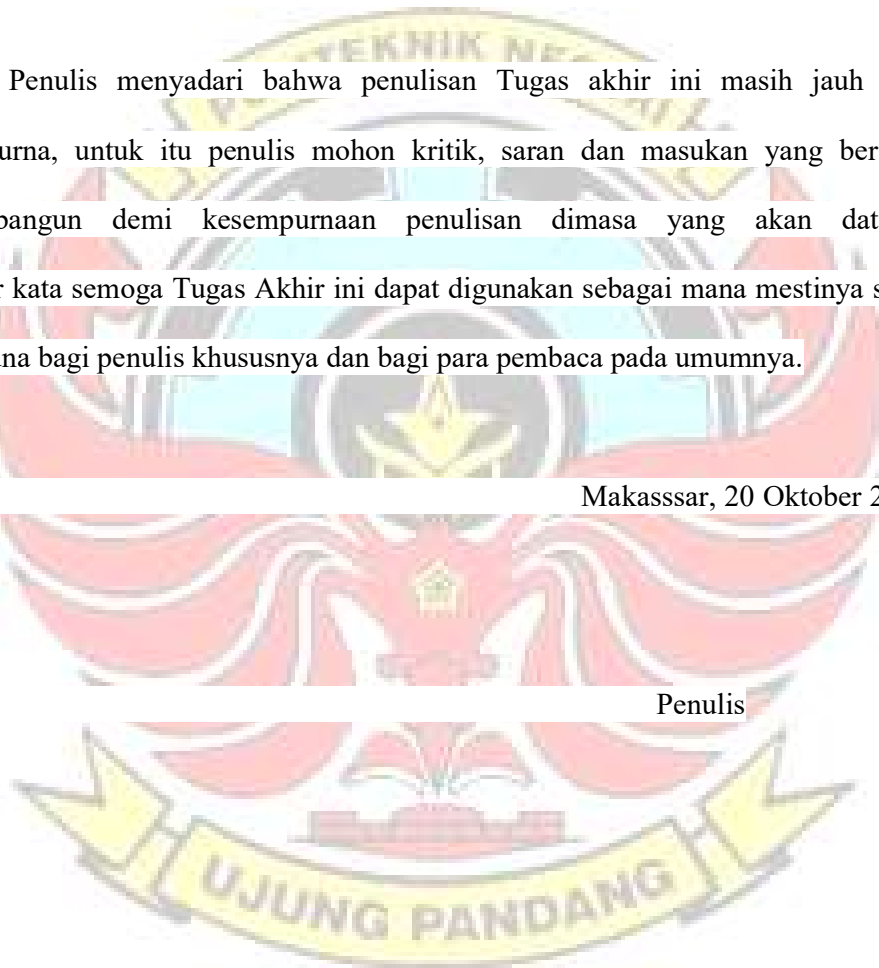
1. Orang tua dan saudara beserta keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan moral maupun material.
2. Bapak Dr. Ir. Hamzah Yusuf, M.S. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Dr. Jamal, S.T., M.T. selaku Ketua jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ir. Abdul Salam, M.T. selaku KPS D4 Teknik Mesin
5. Bapak Ir. Simon Ka'ka, M.T. selaku pembimbing I
6. Bapak Ir. Remigius. T., M. Eng. Sc. selaku pembimbing II
7. Bapak Dr. Eng. Abdul Kadir Muhammad, ST., M. Eng. selaku dosen pengajar yang sangat gigih menyampaikan materi yang sesuai dengan Tugas Akhir ini.

8. Teman-teman kelas IV D4 Teknik Mesin yang telah memberikan semangat penuh atas keberadaan saya dari awal kuliah sampai dengan pembuatan Tugas Akhir ini.
9. Serta Seluruh Dosen dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2012.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Makassar, 20 Oktober 2016

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SURAT PERNYATAAN.....	xiii
RINGKASAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	3
2.2 Sistem Mekanik.....	6
2.2.1 Sistem Transmisi.....	6
2.2.2 Roda Gigi Payung / <i>Bevel Gear</i>	7
2.2.3 Dasar Perhitungan Perancangan Pintu Air.....	9

2.3	Sistem Kontrol	10
2.3.1	<i>Open Loop</i> (Lup Terbuka)	10
2.3.2	<i>Close Loop</i> (Lup Tertutup)	11
2.4	Komponen Utama Pengontrolan PLTMH	12
2.4.1	<i>Arduino</i>	12
2.4.2	<i>Limit Switch</i>	14
2.4.3	Sensor Tegangan	15
2.4.4	<i>Driver Motor</i>	16
2.4.5	Motor <i>dc</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1.	Tempat dan Waktu	21
3.1.1	Tempat Penelitian	21
3.1.2	Jadwal Penelitian.....	21
3.2.	Metode perancangan.	21
3.2.1	Study Literatur	21
3.2.2	Pembuatan Sistem Mekanik dan Sistem Kontrol.	21
3.2.3	Pengujian dan Pengambilan Data.....	22
3.2.4	Penarikan Kesimpulan.....	22
3.3.	Alat dan Bahan.....	23
3.4.	Prosedur Penelitian/Desain.....	24
3.4.1	Sistem Mekanik	24
3.4.2	Sistem Kontrol	30
3.4.3	Diagram Blok Pengontrolan PLTMH.....	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Hasil Perancangan	35
4.1.1 Hasil Perhitungan	35
4.1.2 Hasil Perancangan Sistem Mekanik	40
4.1.3 Hasil perancangan Sistem Kontrol.....	41
4.2. Cara Pengoperasian Alat	47
4.3. Proses Kerja Alat.....	47
4.4. Hasil Pengujian	48
4.4.1 Pengujian Tanpa Beban	48
4.4.2 Pengujian Berbeban	48
4.4.3 Analisis Hasil Pengujian	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	3
Gambar 2	Sistem Simulasi PLTMH Di Politeknik Negeri Ujung Pandang.....	4
Gambar 3	Prinsip Kerja Sistem Transmisi	7
Gambar 4	Roda Gigi Payung / Bevel Gear.....	7
Gambar 5	Diagram Blok Sistem Pengendalian Lup Terbuka	11
Gambar 6	Diagram Blok Sistem Kontrol Tertutup	11
Gambar 7	Board Arduino Uno	12
Gambar 8	Limit Switch	14
Gambar 9	Konstruksi Dan Simbol Limit Switch.....	15
Gambar 10	Sensor Tegangan	16
Gambar 11	BTS7960 Driver 43A H-Bridge Drive PWM.....	16
Gambar 12	Dasar Motor <i>dc</i>	17
Gambar 13	<i>Pulse Width Modulation</i> Pada Sebuah Motor <i>dc</i>	19
Gambar 14	Nilai Tegangan PWM Dan Arus Motor.....	20
Gambar 15	Rangkaian Skematic	32
Gambar 16	Rangkaian Pada PCB.....	32
Gambar 17	Komponen-Komponen Pada PCB	33
Gambar 18	Pembuatan Program.....	33
Gambar 19	Diagram Blok Pengontrolan PLTMH.....	34
Gambar 20	Pintu Air.....	40
Gambar 21	Dudukan Roda (Bevel Gear) Dan Motor.....	40

Gambar 22 Panel Kontrol.....41
Gambar 23 Rangkaian Lampu.....41



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Alat Dan Bahan.....	23
Tabel 2	Komponen Sistem Mekanik.....	24
Tabel 3	Langkah Kerja Pembuatan Sistem Mekanik.....	26
Tabel 4	Komponen Sistem Kontrol.....	30
Tabel 5	Data pengujian Tanpa Beban.....	48
Tabel 6	Data pengujian Berbeban.....	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Desain dan bentuk alat.....	57
Lampiran 2	Dokumentasi Kegiatan.....	62
Lampiran 4	Lembar esistensi	68
Lampiran 5	Lembar revisi.....	71



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Erwin Pasalli dan Abdul Rahman

NIM : 443 12 042 / 443 12 047

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Pengontrolan Sistem PLTMH Sebagai Media Praktik Berbasis Mikrokontroller” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, 20 Oktober 2016

Erwin Pasalli
443 12 042

Abdul Rahman
443 12 042

RINGKASAN

Erwin Pasalli, Abdul Rahman, **Pengontrolan Sistem PLTMH Sebagai Media Praktik Berbasis Mikrokontroler**. (dibimbing oleh Ir. Simon Ka'ka, M.T. dan Remigius Tandioga, M.Eng.Sc.). Energi listrik merupakan salasatu energi yang tidak terpisahkan dari kehidupan modern saat ini. Berbagai energi pembangkit listrik alternatif terus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan listrik di indonesia salasatunya pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Pengontrolan sistem PLTMH sebagai media praktik berbasis mikrokontroler merupakan bagian dari pengembangan media praktik PLTMH di Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pengontrolan ini akan mengontrol debit air yang akan memutar turbin agar tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH tersebut bisa stabil. Sistem kontrol ini terdiri atas mikrokontroler, motor *dc*, *bevel gear*, sensor tegangan. Mikrokontroler merupakan pusat pengontrolan PLTMH tersebut, dimana mikrokontroler akan mengatur putaran motor *dc* yang diteruskan oleh *bevel gear* untuk membuka dan menutup pintu air sesuai dengan kebutuhan debit air yang dibutuhkan oleh PLTMH untuk menghasilkan tegangan yang stabil. Tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH tersebut akan ditampilkan secara digital pada *LCD*. Maka dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol ini bekerja berdasarkan nilai tegangan yang dihasilkan tersebut. Dimana, apabila tegangan terlalu tinggi maka pintu akan menutup secara perlahan dan apabila tegangan terlalu rendah maka pintu akan membuka secara perlahan, hal tersebut akan beralngsung secara kontiniu dan otomatis.

Kata kunci : mikrokontroler, motor *dc*, *bevel gear*, sensor tegangan.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia secara khusus di daerah-daerah. Sumber daya alam tersebut dapat dimanfaatkan sebagai alternatif untuk membangkitkan energi listrik seperti Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTMA) dan Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Dimana PLTMH merupakan pembangkit listrik untuk skala kecil yang tidak membutuhkan biaya yang terlalu mahal sehingga bisa dikembangkan dan dimanfaatkan oleh masyarakat kecil.

Politeknik Negeri Ujung Pandang secara khusus dari Jurusan Teknik Mesin sebagai instansi pendidikan mengembangkan media praktik sistem PLTMH sederhana yang akan digunakan sebagai media praktik bagi mahasiswa. Diharapkan mahasiswa bisa memahami dan bisa mengimplementasikan PLTMH tersebut secara langsung di masyarakat. Namun media praktik sistem PLTMH yang sementara dikembangkan tersebut belum bekerja dengan maksimal secara khusus pada sirkulasi air yang akan memutar turbin dan tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH tersebut belum stabil. Sehubungan dengan masalah tersebut, maka penulis mengajukan judul “PENGONTROLAN SISTEM PLTMH SEBAGAI MEDIA PRAKTIK BERBASIS MIKROKONTROLER”. Pengontrolan tersebut akan mengatur debit air yang keluar dari tangki penampungan yang akan

memutar turbin, yang pada akhirnya akan menstabilkan tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan sebelumnya dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengatur debit air yang memutar turbin
- b. Bagaimana menampilkan tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari proyek tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengatur debit air yang memutar turbin
2. Untuk menampilkan tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH

1.4 Manfaat Penelitian

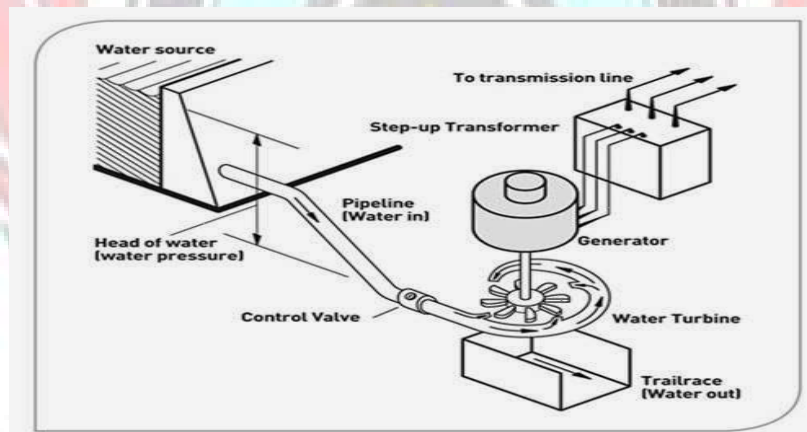
Hasil penelitian ini diharapkan bisa melengkapi media praktik sistem PLTMH yang ada di kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang, sehingga bisa membantu mahasiswa memahami sistem yang ada pada PLTMH dan bisa diimplementasikan atau dikembangkan bagi masyarakat luas sebagai sumber energi listrik yang murah dan ramah lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

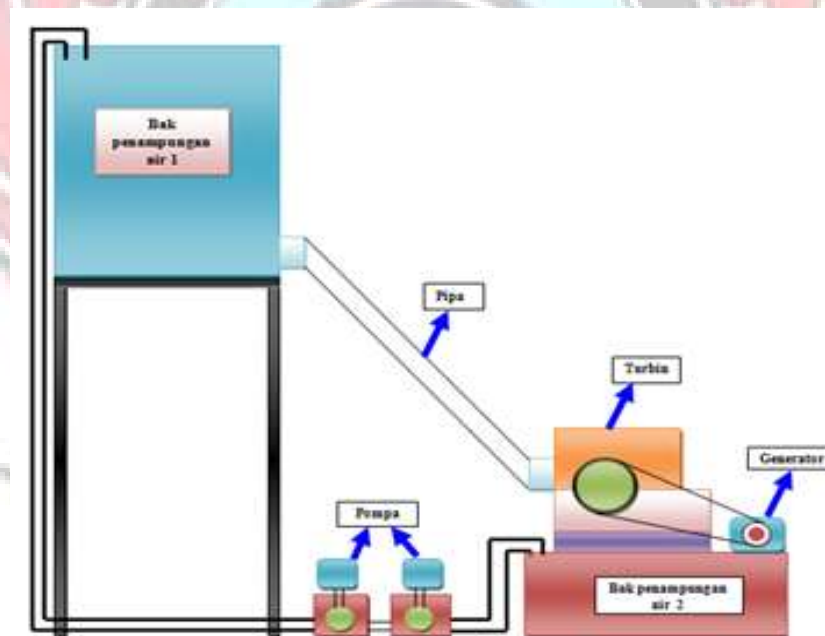
Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya, misalnya saluran irigasi, sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya (*head*) dan jumlah debit airnya. Mikrohidro berasal dari kata *micro* yang berarti kecil dan *hydro* artinya air, jadi arti keseluruhan adalah pembangkitan listrik daya kecil yang digerakkan oleh tenaga air.



Gambar 1. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH)

Secara teknis PLTMH memiliki tiga komponen utama yaitu air, turbin, dan generator. PLTMH pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian atau sudut kemiringan dan jumlah debit air per detik. Semakin tinggi jatuhnya air dari penampungan maka semakin besar pula energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik.

Agar beroperasi dan menghasilkan daya yang diinginkan, sebuah skema Mikrohidro membutuhkan debit air dan ketinggian jatuh yang mencukupi. Air yang mengalir dengan kapasitas memadai dibendung, kemudian dari ketinggian tertentu dialirkan melalui sebuah saluran pipa pesat (*penstock*) kemudian disemburkan ke *runner* yang ada pada turbin. Pada saat *runner* berputar maka secara mekanis akan menggerakkan generator yang menghasilkan daya sebagai pembangkit energi listrik. Listrik yang dihasilkan kemudian dialirkan melalui kabel-kabel ke rumah-rumah dimana daya yang dihasilkan juga tergantung dari debit dan kecepatan aliran air yang masuk ke turbin.



Gambar 2. Sistem simulasi PLTMH di Politeknik Negeri Ujung Pandang

Dari gambar sistem instalasi PLTMH diatas dapat diketahui bahwa air ditampung pada bak penampungan (penampungan 1) pada ketinggian (head) tertentu kemudian dialirkan melalui *penstock* menuju turbin . kemudian air akan

menyembur dan memutar runner. *Runner* yang berputar akan memutar generator yang telah disediakan dan menghasilkan daya sesuai dengan target yang ingin dicapai (3kW-5Kw). Air yang masuk ke turbin akan tertampung kembali pada bak penampungan (bak penampungan 2) dan dialirkan kembali ke bak penampungan 1 menggunakan pompa air yang telah disediakan.

Daya yang dihasilkan oleh PLTMH dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \quad (1.1)$$

Dimana :

P = daya (Watt)

ρ = massa jenis air (1000 g/cm³)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

Q = debit aliran (m³/s)

h = beda ketinggian (m)

Besar kecilnya debit air sangat berpengaruh pada daya yang dihasilkan oleh PLTMH, maka untuk menghitung jumlah debit air yang memutar turbin adalah sebagai berikut:

$$Q = V \cdot A \quad (1.2)$$

Dimana :

Q = Jumlah debit air (m³/s)

V = kecepatan air (m/s)

A = luas penampang (m²)

Dimana rumus untuk mencari kecepatan fluida (air) dan luas penampang pada pintu air adalah sebagai berikut:

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (1.3)$$

$$A = p \times l \quad (1.4)$$

Dimana :

V = kecepatan fluida (m/s)

g = gravitasi bumi (9,81 m/s)

h = tinggi level air (m)

A = Luas penampang pintu air (m^2)

p = Panjang (m)

l = lebar (m)

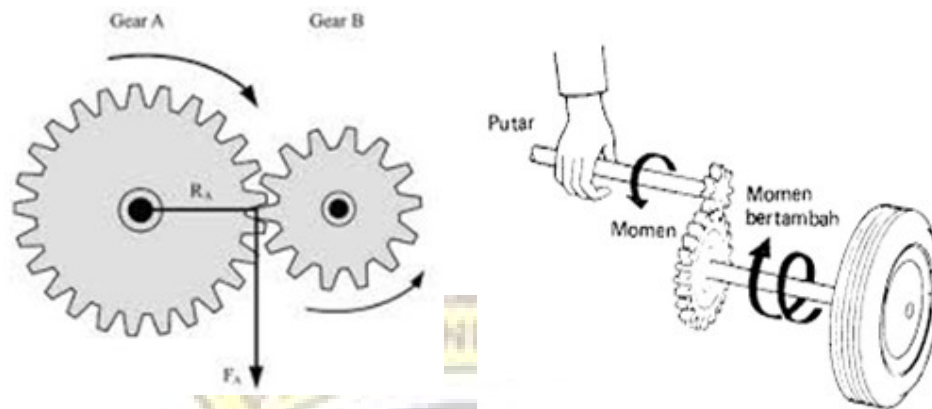
2.2 Sistem Mekanik

2.2.1 Sistem Transmisi

Sistem transmisi adalah sistem yang berfungsi untuk konversi torsi dan kecepatan (putaran) dari mesin/motor menjadi torsi dan kecepatan yang berbeda-beda untuk diteruskan ke penggerak akhir. Konversi ini mengubah kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah tetapi lebih bertenaga, atau sebaliknya.

Secara umum transmisi sebagai salah satu komponen sistem pemindah tenaga (*power train*) mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Meneruskan tenaga / putaran dari mesin/motor.
- b. Merubah momen yang dihasilkan motor sesuai dengan kebutuhan (beban mesin dan kondisi jalan).



Gambar 3. Prinsip kerja sistem transmisi

2.2.2 Roda Gigi Payung (*Bevel Gear*)

Pemakaian *bevel gear* ini adalah untuk memindahkan putaran (daya putar) dari suatu poros lainnya dengan berbagai posisi menyudut dan berbagai macam perbandingan putaran.



Gambar 4. Roda gigi payung / *bevel gear*

Pembuatan roda gigi payung ini pada perencanaannya harus selalu berpasangan, karena antara yang satu dengan yang lain berpengaruh baik dalam segi bentuk maupun ukuran. Atau tegasnya apabila sepasang roda gigi payung telah direncanakan untuk suatu pemindahan tenaga/putaran dengan suatu perbandingan tertentu dan dengan besar sudut antara kedua porosnya sudah

tertentu, maka kedua roda gigi tersebut tidak dapat dipergunakan untuk memindahkan putaran/tenaga dengan besar sudut kedua porosnya lain.

Perbedaan antara roda gigi payung dengan roda gigi lurus adalah roda gigi lurus giginya sejajar dengan sumbunya. Pada roda gigi payung giginya tidak sejajar dengan garis sumbunya (membentuk sudut/tirus). Apabila diperpanjang garis sumbu dan garis gigi akan terjadi perpotongan

Roda gigi payung ini dalam penggunaannya selalu bekerja berpasangan dengan perbandingan jumlah gigi tertentu serta dimana antara kedua poros roda gigi payung ini biasanya membentuk sudut 90° , $< 90^{\circ}$, $> 90^{\circ}$. Perbandingan putaran pada antara kedua gear (gear dan pinion) tersebut dapat dihitung dengan rumus:

$$GR = \frac{N_G}{N_P} \quad (1.5)$$

Dimana :

GR = Gear ratio
 N_G = jumlah gigi gear
 N_P = Jumlah gigi pinion

$$\frac{N_{in}}{N_{out}} = \frac{N_G}{N_P} \quad (1.6)$$

Dimana :

V_{in} = putaran masuk (putaran motor)
 V_{out} = putaran keluar (putaran gear)
 N_P = Jumlah gigi pinion
 N_G = jumlah gigi gear

2.2.3 Dasar – Dasar Perhitungan Perancangan Pintu Air

A. Perhitungan Tekanan Air Pada Pintu Air

Penampungan air pada PLTMH menggunakan tangki yang disambung secara paralel yang mampu menampung air secara keseluruhan sebanyak 2000 liter. Namun tekanan air pada setiap tangki berbeda-beda karena berpengaruh pada posisi level air di setiap tangki. Berikut rumus perhitungan tekanan air pada tangki keluaran air.

$$Ph = \rho \cdot g \cdot h \quad (1.7)$$

$$Fh = Ph \cdot A \quad (1.8)$$

Dimana :

- Ph = tekanan
- Fh = putaran keluar (putaran gear)
- ρ = Jumlah gigi pinion
- g = jumlah gigi gear
- h = putaran masuk (putaran motor)
- A = putaran keluar (putaran gear)

B. Perhitungan waktu pembukaan pintu

$$t = \frac{n}{Nout} \quad (1.9)$$

Dimana :

- t = waktu yang digunakan
- n = jarak pembukaan pintu
- $Nout$ = putaran gear

2.3 Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variabel, parameter*) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkuman harga (*range*) tertentu.

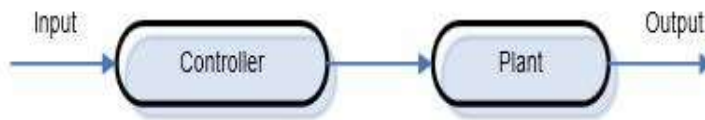
Di dalam dunia industri, dituntut suatu proses kerja yang aman dan berefisiensi tinggi untuk menghasilkan produk dengan kualitas dan kuantitas yang baik serta dengan waktu yang telah ditentukan. Otomatisasi sangat membantu dalam hal kelancaran operasional, keamanan (*investasi, lingkungan*), ekonomi (*biaya produksi*), mutu produk, dll.

Ada banyak proses yang harus dilakukan untuk menghasilkan suatu produk sesuai standar, sehingga terdapat parameter yang harus dikontrol atau di kendalikan antara lain tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), suhu (*temperature*), ketinggian (*level*), kerapatan (*intensity*), dan lain-lain.

Suatu sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia (*otomatis*). Ada dua sistem kontrol pada sistem kendali/kontrol otomatis yaitu :

2.3.1 Open Loop (Lup Terbuka)

Satu sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh terhadap aksi pengontrolan. Dengan demikian pada sistem kontrol ini, nilai keluaran tidak diumpun balikkan ke parameter pengendalian.



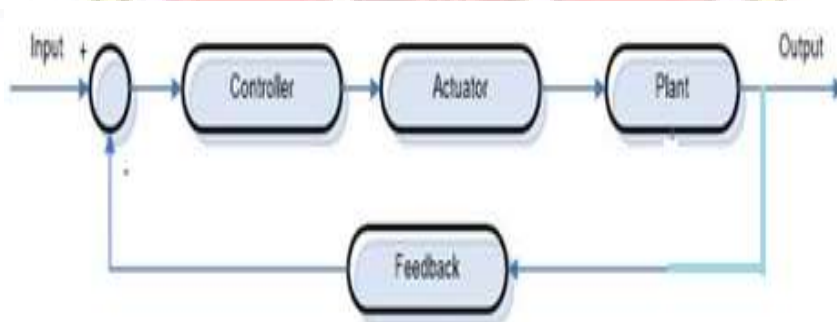
Gambar 5. Diagram blok sistem pengendalian lup terbuka

2.3.2 Close Loop (lup Tertutup)

Suatu sistem kontrol yang sinyal keluarannya memiliki pengaruh langsung terhadap aksi pengendalian yang dilakukan. Sinyal error yang merupakan selisih dari sinyal masukan dan sinyal umpan balik (*feedback*), lalu diumpungkan pada komponen pengendalian (*controller*) untuk memperkecil kesalahan sehingga nilai keluaran sistem semakin mendekati harga yang diinginkan.

Keuntungan sistem lup tertutup adalah adanya pemanfaatan nilai umpan balik yang dapat membuat respon sistem kurang peka terhadap gangguan eksternal dan perubahan internal pada parameter sistem.

Kerugiannya adalah tidak dapat mengambil aksi perbaikan terhadap suatu gangguan sebelum gangguan tersebut mempengaruhi nilai prosesnya.



Gambar 6. Diagram blok sistem kontrol lup tertutup

2.4 Komponen Utama Pengendalian PLTMH

2.4.1 Arduino

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya.

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu *men-support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. (Feri Djuandi, 2011)



Gambar 7. Board arduino uno

Menurut (Feri Djuandi, 2011) Arduino merupakan sebuah board minimum system mikrokontroler yang bersifat *open source*. Di dalam rangkaian *board*

arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler di dalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16.

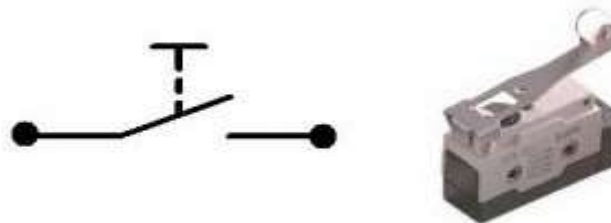
Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat open source komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.

Spesifikasi arduino uno

Mikrokontroler	Atmega 328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan input	6-20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus <i>dc</i> tiap pin I/O	40mA
Jumlah arus <i>dc</i> untuk Pin 3,3 V	50mA
<i>Memory Flash</i>	32 KB (Atmega 328)
SRAM	2 KB (Atmega 328)
EPROM	1 KB (Atmega 328)

2.4.2 *Limit Switch*

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar *Push ON* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Simbol *limit switch* ditunjukkan pada gambar berikut.



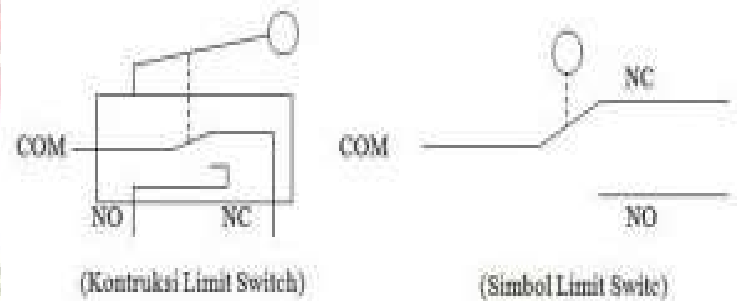
Gambar 8. *Limit switch*

Limit switch umumnya digunakan untuk :

- Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain.
- Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil.
- Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek.

Prinsip kerja *limit switch* diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut.

Limit switch memiliki 2 kontak yaitu NO (*normally open*) dan kontak NC (*normally close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. Konstruksi dan simbol *limit switch* dapat dilihat seperti gambar di bawah.



Gambar 9. konstruksi dan simbol limit switch

2.4.3 Sensor Tegangan

Sensor adalah alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur magnitudo sesuatu. Sensor merupakan jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.

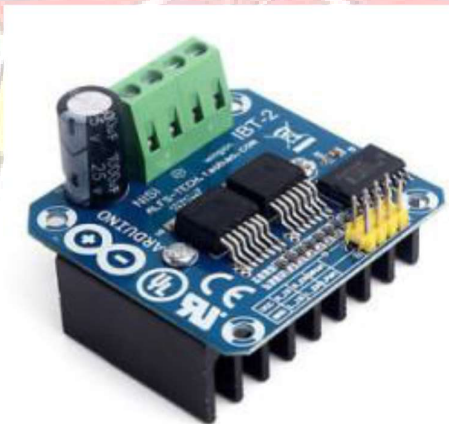
Sensor tegangan berfungsi untuk menentukan tegangan jala-jala listrik setiap saat. Hal ini diperlukan untuk mengukur tegangan setiap saat. Sensor tegangan ini berupa pembagi tegangan. Tegangan yang dihasilkan masih berupa sinyal sinusoidal.



Gambar 10. Sensor tegangan

2.4.4 *Driver Motor*

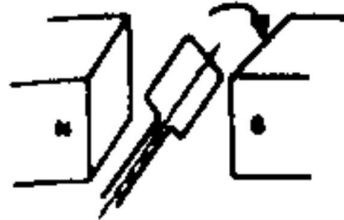
Pada *driver motor dc* ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber *dc* yang dapat diberikan antara 5.5V-27Vdc, sedangkan tegangan *input level* antara 3.3V-5V *dc*, *driver motor* ini menggunakan rangkaian *full H-bridge* dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebihan.



Gambar 11. BTS7960 *Driver 43A H-Bridge Drive PWM*

2.4.5 Motor *dc*

A. Prinsip Kerja Motor *dc*



Gambar 12. Dasar motor *dc*

Pada Gambar 12 menunjukkan prinsip kerja dasar dari sebuah motor *Direct Current (dc)*, sebuah batang tembaga yang dapat berotasi bebas dalam medan sebuah magnet permanen. Ketika sebuah arus melalui kumparan, maka menghasilkan medan magnet yang kemudian menimbulkan gaya gerak sehingga menyebabkan rotasi, hal ini terus berlanjut, kumparan berada pada posisi tegak lurus dengan arah arus yang melalui kumparan yang telah di *reverse*.

Pada motor *dc* konvensional, kumparan tembaga terpasang pada *slots* sebuah bahan magnetis silinder yang disebut dengan *armature*. *Armature* terpasang pada *bearing*, dan hal ini menyebabkan *armature* dapat berotasi secara bebas. *Armature* ini berada dalam medan magnet yang dihasilkan oleh kutub magnet. Untuk motor yang kecil, magnet permanen atau elektromagnet dengan medan magnet yang dimilikinya dihasilkan oleh sebuah arus yang melalui kumparan.

B. Kendali Listrik dari Sebuah Motor *dc*

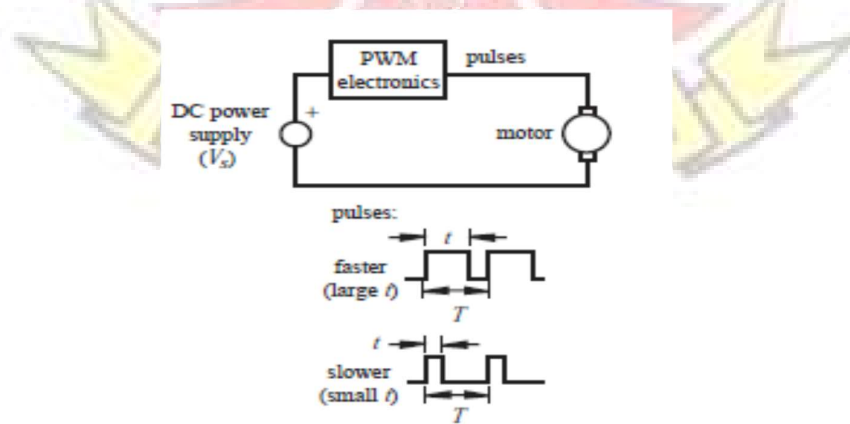
Cara termudah dari kendali motor adalah dengan sistem *open loop control*, diaman hanya diperlukan satu pengaturan saja pada nilai *drive* tegangan, dan karakteristik motor serta beban menentukan operasi kecepatan dan torsi. Tapi permasalahan yang paling menarik yaitu jika membutuhkan sistem kendali otomatis, dimana nilai tegangan bervariasi untuk menghasilkan beragam gerakan. Hal ini disebut *closed-loop* atau *feedback control*, dan ini membutuhkan sebuah *output* sensor kecepatan ataupun torsi guna terus menerus membandingkan nilai actual dari *output* dengan nilai yang diinginkan, nilai ini dinamakan *set point*. *Controller* kemudian secara langsung mengubah nilai *output* motor mendekati nilai *set point*. Sistem kendali kecepatan elektronik ada dua tipe: *linear amplifiers* dan *pulse width modulators*.

Kendali *Pulse Width Modulation* (PWM) mempunyai kelebihan seperti menjalankan transistor daya bipolar secara cepat antara *cutoff* dan saturasi atau mengatur FET aktif atau tidak. Dalam kasus lain, disipasi daya yang dihasilkan kecil. *Servo amplifier* menggunakan *linier power amplification* yang mana cukup memuaskan tetapi menghasilkan panas berlebih, dikarenakan fungsinya hanya untuk transistor linear, tapi karena daya kecil yang dibutuhkan, perancangan yang mudah, ukuran yang lebih kecil, dan biaya yang sedikit, maka perlu fokus untuk menggantikan *amplifier design*, yang mana sering disebut dengan *Pulse Width Modulation* (PWM) *amplifier*.

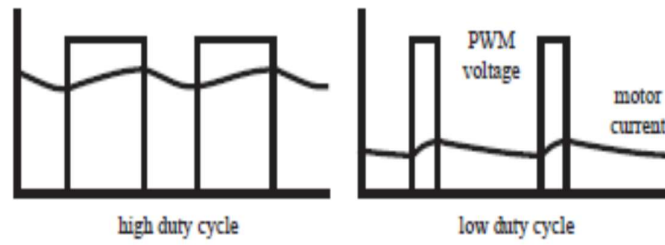
Prinsip kerja dari sebuah *amplifier* PWM dapat dilihat pada Gambar 13, Sebuah *power supply dc* langsung digantikan dengan nilai frekuensi f antara dua nilai (*on* dan *off*). Frekuensi ini biasanya lebih dari 1 KHz.

Hasil sinyal gelombang kotak memiliki nilai *Duty Cycle* yang diartikan sebagai nilai ratio antara waktu aktif pada satu perioda gelombang. Ketika nilai *duty cycle* berubah (oleh *controller*), nilai arus yang melalui motor akan berubah, menyebabkan perubahan kecepatan dan torsi pada *output*. Inilah dasar dari *duty cycle*, dan tidak serupa dengan nilai tegangan *power supply* yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor.

Blok diagram sistem kendali *feedback* PWM untuk sebuah motor *dc* dapat dilihat pada Gambar 13. Nilai tegangan pada tachometer menghasilkan *output* linier yang berhubungan dengan kecepatan motor. *Error* dan arus motor dapat dilihat melalui sebuah *pulse-width-modulation regulator* yang menghasilkan sinyal kotak termodulasi sebagai output. Sinyal ini teramplifikasi dengan level yang sesuai untuk menggerakkan motor.



Gambar 13. *Pulse width modulation* pada sebuah motor *dc*



Gambar 14 Nilai tegangan PWM dan arus motor

Pada Gambar 14 dapat dilihat, ketika nilai *Duty Cycle* besar, maka akan menghasilkan arus motor yang besar pula, dan sebaliknya apabila nilai *Duty Cycle* kecil maka arus motor yang dihasilkan juga akan kecil.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Berkaitan dengan perancangan, pembuatan, perakitan, dan pengujian pengontrolan PLTMH yang berbasis mikrokontroler bertempat di lokasi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

3.1.2 Jadwal Penelitian

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada awal februari 2016 dan direncanakan selesai oktober 2016.

3.2 Metode Perancangan

3.2.1 Study Literatur

Perancangan ini disusun dengan cara menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian. Studi literatur bisa didapat dari berbagai sumber, jurnal, buku dokumentasi, internet dan pustaka

3.2.2 Pembuatan sistem mekanik dan sistem kontrol

A. Pembuatan sistem mekanik

Pintu air dan dudukan roda gigi dan motor *dc* merupakan bagian mekanik dari sistem pengontrolan PLTMH. Pembuatan sistem mekanik tersebut diawali dengan pengukuran, mendesain bentuk alat, mempersiapkan alat bahan yang akan digunakan kemudian melakukan perakitan. Alat yang sudah dirakit tersebut kemudian dipasang pada PLTMH yang ada di kampus.

B. Pembuatan Sistem Kontrol

Pembuatan sistem kontrol meliputi pembuatan rangkaian , pembuatan program. Proses ini diawali dengan mengidentifikasi alat yang akan dikontrol lalu membuat rangkaian kontrol pada PCB kemudian membuat program sesuai dengan pergerakan yang kita inginkan. program dirancancang sedemikian rupa agar alat kontrol bisa bekerja secara otomatis.

3.2.3 Pengujian dan pengambilan data

Pada proses ini sistem mekanik dan sistem kontrol yang telah dipasang pada PLTMH dilakukan pengujian. Pengujian dibagi atas dua pengujian yaitu pengujian tanpa beban dan pengujian berbeban, dari pengujian tersebut diambil data. Diharapkan dari hasil pengujian tersebut semua sistem bisa bekerja dengan baik.

3.2.4 Penarikan kesimpulan

Pada proses ini, semua sistem yang sudah diuji coba ditarik sebuah kesimpulan meliputi proses perancangan, hasil uji coba dan pengembangan selanjutnya.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan tersebut adalah

Tabel 1. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Gambar Kerja	Besi siku
Alat Pelindung Diri	Besi plat
Komputer/Laptop	Besi pipa
Gergaji besi	Mata gerinda
Mesin gerinda	Roda gigi payung / <i>bevel gear</i>
Mesin las	Elektroda
Bor tangan	<i>Bearing</i>
Mata bor	Adaptor 12 V
Cutter	Arduino uno
Elektroda	Baut
Solder	Motor <i>dc</i>
Penghisap timah	<i>Limit switch</i>
Meteran	Sensor tegangan
Mistar siku	Driver motor
Penggaris	Push button
Palu besi	Ferrit
Penitik	Papan PCB
Hand rivet	Kabel pita

3.4 Prosedur Penelitian/Desain

3.4.1 Sistem Mekanik

Komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem mekanik pengontrolan sistem PLTMH adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Komponen Sistem Mekanik

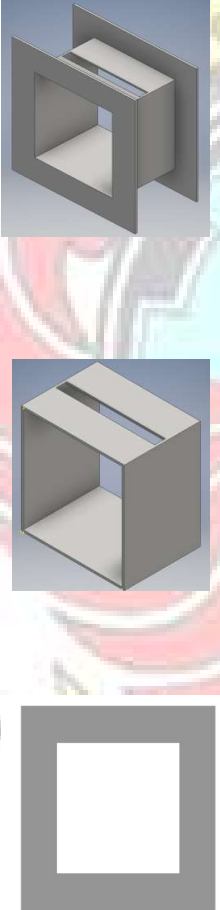
No	Nama dan gambar komponen	Jumlah dan spesifikasi
01	<p>Bevel gear</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Jumlah = satu pasang• Gear<ul style="list-style-type: none">- Jumlah gigi = 24- Diameter luar =- Diameter dalam =• Pinion<ul style="list-style-type: none">- Jumlah gigi = 12- Diameter luar =- Diameter dalam =
02	<p>Bearing</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Jumlah = satu pasang• Bearing duduk<ul style="list-style-type: none">- Type =- Diameter dalam =• Bearing duduk<ul style="list-style-type: none">- Type =- Diameter dalam = 30 mm

03	<p>Plat polos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah = sesuai kebutuhan • Teba = 4 mm dan 2 mm
04	<p>Plat siku</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah = sesuai kebutuhan • Tebal = 2mm x 2mm
05	<p>Akrilic</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah = sesuai kebutuhan • Tebal = 5mm
06	<p>Besi pipa</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah = sesuai kebutuhan • diameter = 30 mm

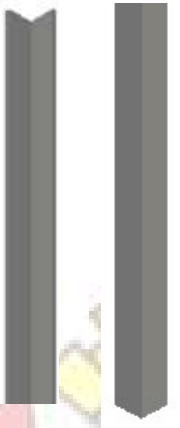

Proses pembuatan sistem mekanik pengontrolan sistem PLTMH sebagai


berikut:

Tabel 3. Langkah kerja pembuatan sistem mekanik

No	Nama Dan Gambar Komponen	Alat Dan Bahan	Langkah Kerja
01	<p>Box pintu air</p> 	<p>➤ Alat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plat tebal 4 mm <p>➤ Bahan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesin las • Mesin gerinda • Mistar baja • Mistar siku 	<ul style="list-style-type: none"> • Mempersiapkan alat dan bahan • Memakai APD • Memotong plat tebal 4 mm dengan ukuran 19 cm x 19 cm sebanyak 4 buah dengan mesin gerinda • Plat tersebut dibentuk menjadi kotak dengan menggunakan mesin las • Pada sisi bagian atas kotak tersebut dibuat lubang untuk palang pintu air dengan ukuran 18 cm x 2 cm • Memotong plat tebal 4 mm dengan ukuran 30 cm x 5 cm sebanyak 8 buah menggunakan mesin gerinda • Plat tersebut dibentuk menjadi persegi dengan mesin las • Kemudian plat persegi tersebut dipasang pada sisi depan dan belakang box pintu air • Pada setiap sudut sambungan las ditambahkan dempul untuk mencegah terjadinya kebocoran apabila digunakan

02	<p>Palang pintu air</p>    	<p>➤ Alat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Papan • Plat tebal 4 mm <p>➤ Bahan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesin las • Mesin gerinda • Mistar baja • Mistar siku • Mesin kattang • Meson bor • Mata bor 10 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Mempersiapkan alat dan bahan • Memakai APD • Memotong papan tebal 2 cm dengan ukuran 30 cm 18 cm menggunakan gergaji • Papan tersebut kemudian diratakan menggunakan kattang mesin • Memotong plat tebal 4 mm dengan ukuran 18 cm x 2 cm sebanyak 2 buah menggunakan gerinda • Kemudian palt tersebut dipasang pada pagian atas dan bawah papan yang sudah disiapkan • Memotong plat tebal 2 mm dengan ukuran 18 cm x 3 cm sebanyak 2 buah menggunakan mesin gerinda • Plat tersebut dipasang pada sisi depan dan belakang bagian atas papan yang sudah disiapkan • Memasang pencekam yang sudah dipasangi baut pada bagian atas papan untuk menghubungkan palang pintu dengan poros
03	<p>Dudukan gear dan motor</p> 	<p>➤ Bahan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plat siku 2x2 mm • plat 2 mm <p>➤ Alat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesin las • Mesin gerinda • Mistar baja • Mistar siku 	<ul style="list-style-type: none"> • Mempersiapkan alat dan bahan • Memakai APD • Memotong plat siku 2x2 mm dengan panjang dan jumlah: <ul style="list-style-type: none"> - 100 cm = 4 buah - 70 cm = 2 buah - 20 cm = 2 buah



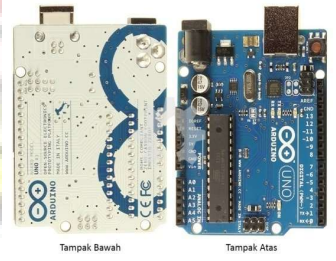
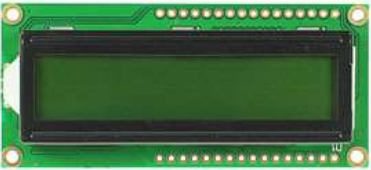
			<ul style="list-style-type: none"> • Plat tersebut kemudian dibentuk sesuai posisi gear, bearing dan motor. seperti pada gambar. • Memotong plat 4 mm dengan ukuran dan jumlah <ul style="list-style-type: none"> - 20cm x 15cm = 1 buah - 20cm x 8cm = 2 buah - 20cm x 12cm = 1 buah • Plat ukuran 20cm x 8cm dilubangi dengan diameter 12 cm sebagai tempat bevel gear menggunakan mesin las gas • Memotong papan 2 cm dengan ukuran 20 cm x 8 cm • Plat dan papan tersebut dipasang pada posisi yg telah ditentukan dan diikat dengan baut
04	<p>Panel kontrol</p> 	<p>➤ Bahan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Akrilik • Lem • engsel <p>➤ Alat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesin gerinda • Mistar baja • Mistar siku 	<ul style="list-style-type: none"> • Mempersiapkan alat dan bahan • Memakai APD • Memotong akrilik dengan ukuran dan jumlah <ul style="list-style-type: none"> - 35cm x 25cm = 2 buah - 35cm x 15cm = 2 buah - 25cm x 15cm = 2 buah - 30cm x 20cm = 1 buah • Salasatu akrilic ukuran 35cm x 25cm dibuat lubang kotak dengan ukuran 30cm x 20cm, yang akan digunakan sebagai pintu panel • Akrilic yang sudah disiapkan dipasang dan dihubungkan sesuai dengan posisi yang sudah ditentukan lalu dilem • Kemudian dipasang engsel





05	<p>Poros</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bahan <ul style="list-style-type: none"> • Besi pipa ➤ Alat <ul style="list-style-type: none"> • Mesin gergaji potong • Mesin bubut • Mistar baja • Mata pahat ulir dalam • Mata pahat ulir luar • Mata bor 5,10,14,16 dan 18. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poros berulir <ul style="list-style-type: none"> • Persiapkan alat dan bahan • Memakai APD • Memotong besi pipa menggunakan gergaji potong dengan panjang 75 cm • Meratakan permukaan besi dengan mesin bubut dengan pahat rata kanan • Membuat ulir pada poros menggunakan mesin bubut dengan pahat ulir ➤ Poros motor ke pinion <ul style="list-style-type: none"> • Memotong besi pipa menggunakan gergaji potong dengan panjang 15 cm • Meratakan permukaan besi menggunakan mesin bubut dengan pahat rata kanan • Mengebor sisi depan besi menggunakan mesin bubut dengan mata bor: 5, 10,14,16 dan 18
----	--	--	--

3.4.2 Sistem Kontrol

Komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem mekanik pengontrolan sistem PLTMH adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Komponen sistem kontrol

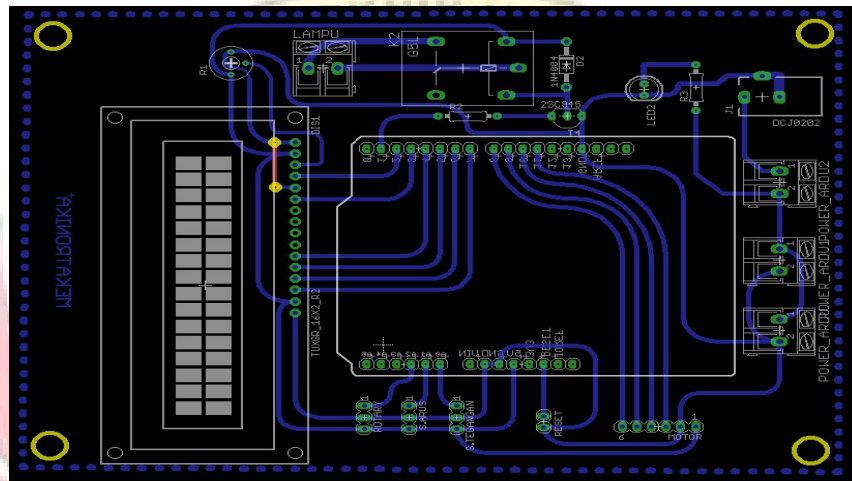
No	Nama dan gambar komponen	Jumlah dan spesifikasi
01	<p>Motor <i>dc</i></p> 	<p>Jumlah = 1 buah</p> <ul style="list-style-type: none"> • type DGM 2A • supply 12v DC = 148 rpm • Supply 24v DC = 300 rpm • Torsi = 70 kg.cm
02	<p>Driver motor</p> 	<p>Jumlah = 1 buah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Input voltage : 6V-27V • Maximum Current : 43A • Input level : 3.3V-5V • Control mode : PWM or level
03	<p>Arduino uno</p>  <p>Tampak Bawah Tampak Atas</p>	<p>Terlampir</p>
04	<p>LCD Display</p> 	<p>Jumlah = 1buah</p>

05	<p>Adaptor</p> 	<p>Jumlah = 1 buah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Input : 100 - 240 Volt AC, 1,5 Ampere • Output : 12 Volt DC , 10 Ampere
06	<p>Relay</p> 	<p>Jumlah = 1 buah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipe: SRD-12VDC-SL-C • Tegangan coil: DC 12V • Sensitivitas coil: 0.36W • Tahanan coil: 70-80 ohm • Kapasitas contact: 10A/250VAC
07	<p>Sensor tegangan</p> 	<p>Jumlah = 1 buah</p>
08	<p>Limit switch</p> 	<p>Jumlah = 2 buah</p>

Proses perakitan sistem kontrol pada sistem PLTMH melewati beberapa tahap seperti berikut:

A. Membuat dan mencetak rangkaian

Rangkaian pengontrolan sistem PLTMH didesain pada aplikasi eagle sesuai dengan alur rangkaian yang kita inginkan, seperti pada gambar .



Gambar 15. Rangkaian skematic

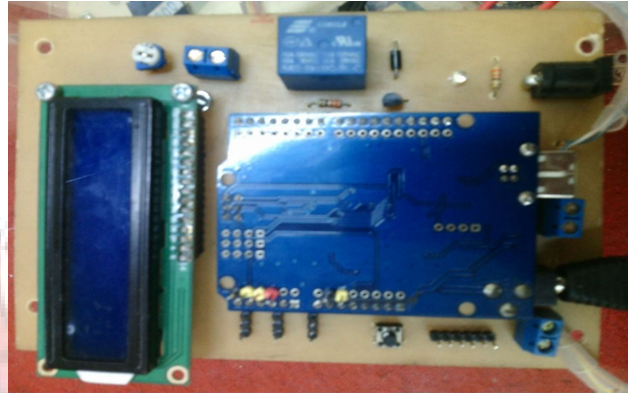
Alur rangkaian tersebut kemudian dicetak pada papan PCB dengan campuran ferrit



Gambar 16. Rangkaian pada PCB

B. Menyolder Rangkaian Dengan Komponen-Komponen

Alur rangkaian yang sudah dicetak tersebut kemudian dibor menggunakan mata bor 1 mm lalu dipasang komponen-komponen yang dibutuhkan, kemudian disolder.



Gambar 17. Komponen-komponen pada PCB

C. Pembuatan Program

Dalam pembuatan program aplikasi yang digunakan adalah arduino, sesuai dengan mikrokontroller yang akan digunakan. Program untuk mengontrol pergerakan pintu air, pembacaan limit, pembacaan nilai tegangan penggunaan tombol on/off, dll.

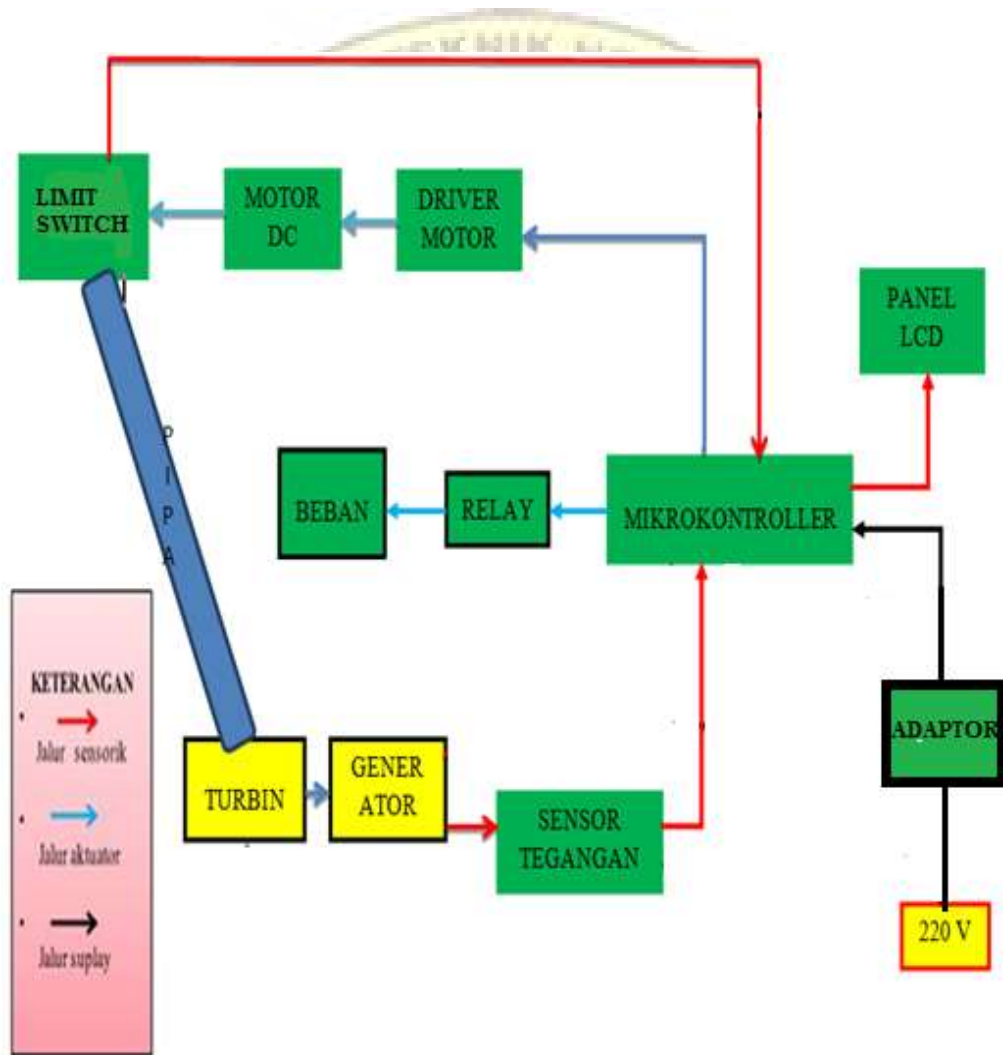
```
program_uk | Arduino 1.8.8
File Edit Sketch Tools Help

program_uk
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);
void setup()
{
  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT); //kontrol on off relay
  pinMode(13, INPUT); //sensor tegangan
  pinMode(14, INPUT); //sensor putaran
  pinMode(15, INPUT);
  pinMode(16, INPUT);
  pinMode(17, INPUT);
  pinMode(18, INPUT);
  digitalWrite(12, HIGH);
  digitalWrite(13, HIGH);
  digitalWrite(14, HIGH);
  digitalWrite(15, HIGH);
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("LABEL,Time,adc,tegangan,mapping");
}
void loop()
{
}
```

Gambar 18. Pembuatan program

3.4.3 Diagram Blok Pengontrolan PLTMH

Proses awal dalam merancang sistem kontrol PLTMH berbasis mikrokontroller diawali dengan pembuatan diagram blok. Diagram blok memberikan gambaran mengenai jalur pengontrolan pada PLTMH, berikut diagram blok sistem control PLTMH berbasis mikrokontroller:



Gambar 19. Diagram blok pengontrolan PLTMH

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Pengontrolan sistem PLTMH sebagai media praktik dirancang untuk bisa mengontrol tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH dengan mengontrol debit air yang akan memutar turbin. Sebelum memulai merancang sistem control tersebut ,terlebih dahulu kami menghitung dasar perancangan sistem control tersebut.

4.1.1 Hasil Perhitungan

A. Tekanan Hidrostatik dan Gaya yang Bekerja Pada Pintu Air

Tangki penampungan penampungan pada sistem PLTMH dipasang secara paralel dengan tinggi level air sebesar 1,32 m, maka tekanan yang bekerja pada pintu air dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h \quad (4.1)$$

Dimana :

P_h = tekanan air

ρ = massa jenis air (1000 kg/m^3)

g = gravitasi bumi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

h = tinggi level air (1,32 m)

Maka :

$$P_h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 1,32 \text{ m}$$

$$P_h = 12.936 \text{ Pa}$$

Jadi tekanan hidrostatik yang bekerja pada pintu sebesar $P_h = 12.936 \text{ Pa}$, maka gaya hidrostatik yang bekerja pada pintu air tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

$$F_h = P_h \cdot A \quad (4.2)$$

Dimana :

F_h = gaya hidrostatik (N)

P_h = tekanan air (12.936 kg/m^2)

A = luas penampang pintu ($3,24 \text{ m}^2$)

Maka :

$$F_h = 12.936 \text{ kg/m}^2 \cdot 3,24 \text{ m}^2$$

$$F_h = 41.912,64 \text{ N}$$

Jadi gaya hidrostatik yang bekerja pada pintu air tersebut sebesar $F_h = 41.912,64 \text{ N}$

Dengan demikian kemampuan pintu air yang menggunakan kayu ulin sebagai palang pintu air yang memiliki kekuatan bahan sebesar $150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ (data terlampir) yang akan menahan tekanan air sebesar $12.93 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ 6, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$FS = \frac{SU}{P_h} \quad (4.3)$$

Dimana :

FS = faktor keamanan

SU = kekuatan bahan

P_h = tekanan air

Maka :

$$FS = \frac{150^{kg/cm^2}}{12.936^{kg/m^2}}$$

$$FS = \frac{1,5^{kg/mm^2}}{0,0129^{kg/mm^2}}$$

$$FS = 116,27$$

Jadi angka keamanan pada pintu air tersebut sebesar 116,27 . Maka dapat disimpulkan bahwa pintu air yang menggunakan kayu ulin sebagai palang pintu air aman.

$FS \geq 1$ dinyatakan aman

$FS \leq 1$ dinyatakan tidak aman

B. Perhitungan Perbandingan Putaran *Bevel Gear*

Perbandingan putaran pada bevel gear yang masing gear memiliki jumlah gigi sebagai berikut gear besar sebanyak 24 dan gear pinion sebanyak 12, maka perbandingannya dapat dihitung sebagai berikut:

$$G_R = \frac{N_G}{N_P} \quad (4.4)$$

Dimana :

G_R = gear ratio

N_G = jumlah gigi gear besar 24

N_P = jumlah gigi gear pinion 12

Maka :

$$G_R = \frac{24}{12} = \frac{2}{1} = 2$$

Dengan perbandingan bevel gear sebesar $\frac{2}{1}$, maka putaran pada bevel gear tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{N_G}{N_P} \quad (4.5)$$

Dimana :

V_{in} = Putaran pinion (putaran motor)

V_{out} = putaran gear besar

$\frac{N_G}{N_P}$ = perbandingan jumlah gigi

Maka :

$$\frac{194}{V_{out}} = 2$$

$$V_{out} = \frac{194}{2} = 97 \text{ rpm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan rasio putaran piion dan gear didapat out sebesar 97 rpm atau dapat disimpulkan bahwa satu putaran penuh pada pinion dengan kecepatan putaran sebesar 194 rpm dapat memutar gear satu putaran dengan kecepatan 97 rpm

C. Perhitungan Waktu Pembukaan Pintu

$$t = \frac{n'}{N_{out}} \quad (4.6)$$

Dimana :

t = waktu yang digunakan (s)

n' = jumlah putaran

V_{out} = putaran gear (97 Rpm)

Dengan pitch ulir sebesar 7 mm maka dapat diartikan untuk satu putaran penuh, poros akan bergerak linear sebesar 7 mm. Untuk jarak bukaan 160 mm maka jumlah putaran yang dibutuhkan pada pros berulir ialah:

$$n' = \frac{hn}{hp} \quad (4.7)$$

Dimana :

h_n = jarak pembukaan (160 mm)

h_p = jarak pitch (7 mm)

Maka :

$$n' = \frac{160mm}{7mm}$$

$$n' = 22,86 \text{ putaran}$$

Jadi jumlah putaran yang dibutuhkan untuk membuka pintu *full* dengan jarak bukaan 160 mm menggunakan poros ulir dengan pitch 7 mm adalah sebesar 22,86 putaran.

Dengan jumlah putaran bukaan full yang telah diketahui maka didapatkan waktu bukaan yang diperlukan:

$$t = \frac{n'}{N_{out}} \quad (4.8)$$

$$t = \frac{22,86}{97}$$

$$t = 0,26 \text{ menit} = 14,14 \text{ detik}$$

4.1.2 Hasil Perancangan Sistem Mekanik

A. Pintu air

Pintu air dirancang bisa menahan tekanan air, dan meminimalisir adanya kebocoran pada pintu air tersebut.



Gambar 20. Pintu air

B. Dudukan gear dan motor

Dudukan gear dan motor didesain dan dirancang sesuai dengan posisi keluaran air pada tangki. Bagian ini dirancang mampu menahan beban motor dan bevel gear yang akan berputar.

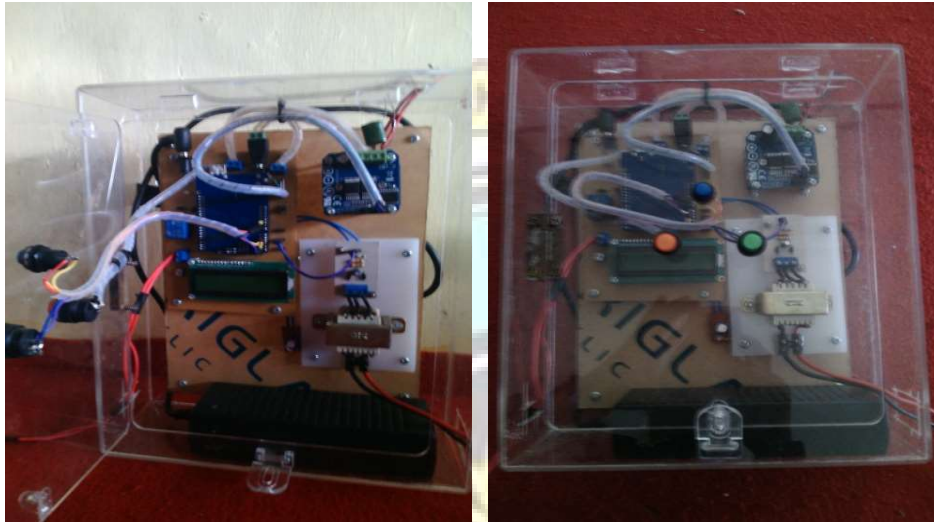


Gambar 21. Dudukan roda gigi (*bevel gear*) dan motor

4.1.3 Hasil Perancangan Sistem Kontrol

A. Panel kontrol

Panel kontrol dirancang untuk menyimpan perangkat kontrol seperti sensor, driver motor, mikrokontroller, power supply dan tombol.



Gambar 22. Panel kontrol

B. Rangkaian lampu

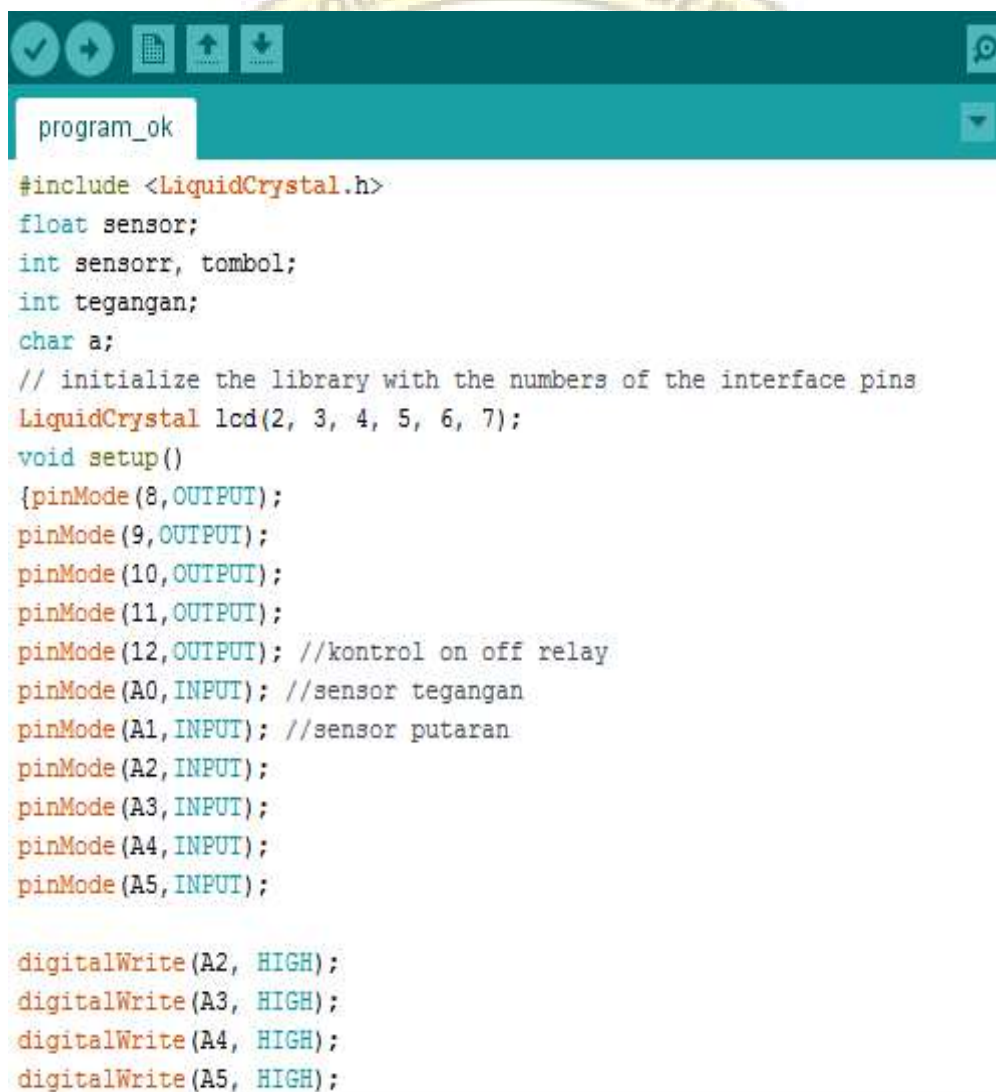
Rangkaian lampu dirancang untuk mensimulaikan proses penyalan lampu



Gambar 23. Rangkaian lampu

C. Hasil pembuatan program

Jenis mikrokontroller yang digunakan adalah arduino uno, maka pembuatan program tersebut dibuat langsung pada software arduino. Program tersebut dirancang untuk menggerakkan pintu secara otomatis berdasarkan nilai tegangan yang dihasilkan oleh generator PLTMH, berikut hasil pembuatan program mikrokontroller:



```
#include <LiquidCrystal.h>
float sensor;
int sensorr, tombol;
int tegangan;
char a;
// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);
void setup()
{pinMode(8, OUTPUT);
pinMode(9, OUTPUT);
pinMode(10, OUTPUT);
pinMode(11, OUTPUT);
pinMode(12, OUTPUT); //kontrol on off relay
pinMode(A0, INPUT); //sensor tegangan
pinMode(A1, INPUT); //sensor putaran
pinMode(A2, INPUT);
pinMode(A3, INPUT);
pinMode(A4, INPUT);
pinMode(A5, INPUT);

digitalWrite(A2, HIGH);
digitalWrite(A3, HIGH);
digitalWrite(A4, HIGH);
digitalWrite(A5, HIGH);
```



```

lcd.begin(16, 2);
Serial.begin(9600);
Serial.println("LABEL,Time,adc,tegangan,mapping");
}
void loop()
{
  /*Serial.print("DATA,TIME,");
  Serial.print(sensor);
  Serial.print(", ");
  Serial.print(tegangan);
  Serial.print(", ");
  Serial.println(sensorr);*/
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("mulai");
  delay(30);
  tombol=digitalRead(A2);
  /*lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("putaran=");
  lcd.print(analogRead(A1));*/
  if (digitalRead(A5)==LOW)
  {program();}
  else if(digitalRead(A5)==HIGH)
  {digitalWrite(8,HIGH);
  digitalWrite(9,LOW);
  analogWrite(10,0);
  analogWrite(11,0);}

  if (tombol==LOW&&digitalRead(A4)==HIGH)
{digitalWrite(8,HIGH);
digitalWrite(9,HIGH);
analogWrite(10,255);
analogWrite(11,0);}
else if(digitalRead(A4)==LOW&&digitalRead(A2)==LOW)
{digitalWrite(8,HIGH);
digitalWrite(9,LOW);
analogWrite(10,0);
analogWrite(11,0);}
}

```

```

void program()
{sensor=analogRead(A1);
 sensorr=map(sensor, 0, 1023, 0, 2046);
 //tegangan=sensor*0.37;
 lcd.clear();
 lcd.setCursor(0, 0);
 lcd.print("adc=");
 lcd.print(sensorr);
 lcd.setCursor(0, 1);
 lcd.print("tegangan=");
 lcd.print(tegangan);
 delay(500);

 if(sensorr>=1054)
 {tegangan=230;}
 if(sensorr<1052&&sensorr>=1048)
 {tegangan=220;}
 if(sensorr<1050&&sensorr>=1046)
 {tegangan=215;}
 if(sensorr<1044&&sensorr>=1044)
 {tegangan=210;}
 if(sensorr<1044&&sensorr>=1040)
 {tegangan=200;}
 if(sensorr<1040&&sensorr>=1038)
 {tegangan=195;}
 if(sensorr<1038&&sensorr>=1036)
 {tegangan=190;}
 if(sensorr<1036&&sensorr>=1034)
 {tegangan=185;}

```

```
    if(sensorr<1034&&sensorr>=1032)
    {tegangan=180;}
    if(sensorr<1032&&sensorr>=1030)
    {tegangan=175;}
    if(sensorr<1030&&sensorr>=1026)
    {tegangan=170;}
    if(sensorr<1026&&sensorr>=1022)
    {tegangan=165;}
    if(sensorr<1022&&sensorr>=1018)
    {tegangan=160;}
    if(sensorr<1018&&sensorr>=1012)
    {tegangan=155;}
    if(sensorr<1012&&sensorr>=1006)
    {tegangan=150;}
    if(sensorr<986&&sensorr>=982)
    {tegangan=140;}
    if(sensorr<948&&sensorr>=944)
    {tegangan=130;}
    if(sensorr<872&&sensorr>=866)
    {tegangan=120;}
    if(sensorr<820&&sensorr>=800)
    {tegangan=110;}
    if(sensorr<746&&sensorr>=674)
    {tegangan=100;}

    if (tegangan<=210)
    {digitalWrite (8, HIGH);
    digitalWrite (9, HIGH);
```

```
    analogWrite(10,0);
    analogWrite(11,255);
    digitalWrite(12,LOW);}
if (tegangan>=230)
{ digitalWrite(8,HIGH);
  digitalWrite(9,HIGH);
  analogWrite(10,255);
  analogWrite(11,0);
  digitalWrite(12,LOW);}
if (tegangan>210&&tegangan<230)
{ digitalWrite(8,LOW);
  digitalWrite(9,LOW);
  analogWrite(10,0);
  analogWrite(11,0);
  digitalWrite(12,HIGH);
}
if (digitalRead(A3)==LOW&&tegangan<=210)
{digitalWrite(8,LOW);
  digitalWrite(9,LOW);
  analogWrite(10,0);
  analogWrite(11,0);}
if (digitalRead(A4)==LOW&&tegangan>=230)
{digitalWrite(8,LOW);
  digitalWrite(9,LOW);
  analogWrite(10,0);
  analogWrite(11,0);}
}
```

4.2 Cara Pengoperasian Alat

- a. Pasang panel kontrol dan papan rangkaian lampu
- b. Isi tangki penampungan pada level yang sudah ditentukan
- c. Tekan tombol power untuk mengaktifkan perangkat sistem kontrol
- d. Tekan tombol start untuk memulai pengontrolan
- e. Apabila proses pengontrolan telah selesai, tutup pintu menggunakan tombol on/off

4.3 Proses Kerja Alat

Sensor tegangan membaca jumlah tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH kemudian diteruskan ke mikrokontroler. Berdasarkan jumlah tegangan tersebut mikrokontroler akan mengontrol motor *dc* lewat driver motor dimana apabila tegangan < 200 Volt, motor akan on dan memutar bevel gear lalu diteruskan ke palang pintu air untuk membuka, apabila tegangan > 230 Volt, motor akan on dan berputar berlawanan untuk menutup palang pintu air dan apabila tegangan stabil pada tegangan 220 Volt maka motor akan *off* sehingga pintu akan diam. apabila mencapai pembukaan maksimal pintu akan menekan limit sehingga pintu air tidak melewati batas pembukaan pintu.

Berdasarkan nilai tegangan tersebut mikrokontroler akan memutuskan atau menyalakan lampu lewat relay dimana apabila tegangan < 200 Volt atau > 230 volt maka relay akan memutuskan arus ke lampu sehingga lampu akan padam dan apabila tegangan ≥ 200 Volt - ≤ 230 Volt maka relay menghubungkan arus ke lampu sehingga lampu akan menyala, hal tersebut diprogram agar lampu tidak rusak apabila menerima tegangan terlalu tinggi.

4.4 Hasil Pengujian

4.4.1 Pengujian Tanpa Beban

Tabel 5. Data pengujian tanpa beban

No	Tegangan	Kondisi pintu	Kondisi lampu
01	< 200 Volt	Pintu membuka	Mati
02	> 230 Volt	Pintu menutup	Mati
03	$\geq 200 \text{ Volt} - \leq 230 \text{ Volt}$	Pintu naik turun	Menyala
04	220 Volt	Pintu diam (motor off)	Menyala

4.4.2 Pengujian Berbeban

Tabel 6. Data pengujian berbeban

No	Posisi pembukaan katup	Pembukaan Pintu	Debit Air (m^3/s)	Putaran turbin (rpm)	Tegangan (Volt)	Kondisi lampu	Waktu lampu menyala
1	Buka katup 1 = 100 % Buka katup 2 = 100 %	13,5 – 15	0,124-0,138	390	260	Mati	-
2	Buka katup 1 = 75 % Buka katup 2 = 75 %	12,5 – 14	0,115-0,129	375	240	Mati	-
3	Buka katup 1 = 50 % Buka katup 2 = 50 %	11,5 - 14	0,106-0,129	350	225	Menyala	5 detik
4	Buka Katup 1 = 25 % Buka katup 2 = 25 %	10 – 13,5	0,083-0,124	320	215	Menyala	3 detik
5	Buka katup 1 = 50 % Buka katup 2 = 100 %	11 – 14	0,091-0,129	360	230	Menyala	4 detik
6	Buka katup 1 = 100 % Buka katup 2 = 50 %	12 – 14	0,098-0,129	370	230	Menyala	4 detik

Debit air yang memutar turbin berdasarkan pembukaan pintu dapat dihitung dengan persamaan 2 dengan asumsi level air dalam tangki berada pada ketinggian 133 cm atau 1,33 m, sebagai berikut:

$$Q = V.A \quad (4.9)$$

Berdasarkan bentuk dan ukuran palang pintu air maka luas penampang pada pintu tersebut dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$A = p \times l \quad (4.10)$$

Dimana =

A = Luas penampang (m^2)

p = Panjang (m)

l = Lebar (m)

- Pembukaan $13,5 \text{ cm} \times 18 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} A &= 13,5 \text{ cm} \times 18 \text{ cm} \\ &= 243 \text{ cm}^2 = 0,0243 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Pembukaan $15 \text{ cm} \times 18 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} A &= 15 \text{ cm} \times 18 \text{ cm} \\ A &= 270 \text{ cm}^2 = 0,027 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk menghitung kecepatan fluida berdasarkan pembukaan palang pintu air pada pintu air dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$V = \sqrt{2.g.h} \quad (4.11)$$

Dimana =

V = kecepatan fluida (m/s)

g = grafitasi bumi (m/s^2)

h = tinggi level air (m) selalu berubah berdasarkan jarak pembukaan pintu

Untuk menghitung perubahan level air pada pembukaan pintu dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$h = 133 + \frac{h_1 - h_2}{2} \quad (4.12)$$

Dimana =

h = level air (m)

h_1 = pembukaan penuh pintu air

h_2 = posisi pembukaan pintu air

Maka posisi lever air berdasarkan pembukaan pintu air pada bukaan 13,5 cm – 15 cm, dapat dihitung sebagai berikut:

- Pembukaan 13,5 cm

$$h = 133 + \frac{16 - 13,5}{2}$$

$$h = 133 + \frac{2,5}{2}$$

$$h = 133 + 1,25 = 134,25 \text{ cm} = 1,3425 \text{ m}$$

- Pembukaan 15 cm

$$h = 133 + \frac{16 - 15}{2}$$

$$h = 133 + \frac{1}{2}$$

$$h = 133 + 0,5 = 133,5 \text{ cm} = 1,355 \text{ m}$$

Maka berdasarkan posisi level air tersebut kecepatan fluida pada pintu air dapat dihitung sebagai berikut:

- Pembukaan 3,15 cm

$$\begin{aligned}V &= \sqrt{2 \times 9,8 \times 1,3425} \\ &= \sqrt{26,313} \\ &= 5,123 \text{ m/s}\end{aligned}$$

- Pembukaan 15 cm

$$\begin{aligned}V &= \sqrt{2 \times 9,8 \times 1,355} \\ &= \sqrt{26,556} \\ &= 5,133 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Berdasarkan nilai kecepatan fluida dan luas penampang pembukaan pada pintu air, maka jumlah debit air dapat dihitung dengan persamaan berikut

- Pembukaan 13,5 cm × 18 cm

$$\begin{aligned}Q &= V.A \\ &= 5,123 \text{ m/s} \cdot 0,0243 \text{ m}^2 \\ &= 0,124 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

- Pembukaan 15 cm × 18 cm

$$\begin{aligned}Q &= V.A \\ &= 5,133 \text{ m/s} \cdot 0,027 \text{ m}^2 \\ &= 0,138 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

Jadi debit air yang memutar turbin berdasarkan pembukaan pintu 13.5 cm sampai 15 cm adalah sebesar $0,124 \text{ m}^3/\text{s}$ sampai $0,138 \text{ m}^3/\text{s}$ yang mampu menghasilkan tegangan sebesar 260 Volt

4.4.3 Analisis Hasil Pengujian

Proses pengujian dilakukan 2 tahap, tahap pertama pengujian tanpa beban yang bertujuan untuk memastikan alat sudah bekerja dengan baik. Tahap kedua pengujian berbeban yang bertujuan untuk menguji secara langsung sistem kontrol pada PLTMH.

Pada pengujian pertama kami menggunakan regulator *ac* untuk menaikkan dan menurunkan tegangan. Berdasarkan hasil percobaan tanpa beban menjelaskan bahwa proses membuka dan menutup pintu air bekerja berdasarkan jumlah tegangan yang dibaca oleh sensor tegangan. Pada saat tegangan < 200 Volt maka pintu air akan membuka dan lampu dalam keadaan mati, pada saat tegangan > 230 Volt maka pintu akan membuka dan lampu dalam keadaan mati, pada saat tegangan ≥ 200 Volt - ≤ 230 Volt maka pintu akan naik turun dan lampu akan menyala lalu pada saat tegangan stabil pada tegangan 220 Volt maka pintu akan diam (motor off) dan lampu akan menyala. Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka pengontrolan bisa dinyatakan berfungsi dengan baik dan dapat diuji dengan pengujian berbeban (memakai air dan generator).

Pada pengujian berbeban semua peralatan sudah dipasang pada sistem PLTMH. Pada permulaan pengujian tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH mencapai 400 Volt hal itu dipengaruhi oleh derasnya aliran air pada saat pembukaan pertama pintu air. Berdasarkan data hasil pengujian tegangan yang

dihasilkan oleh PLTMH pada saat dikontrol sekitar 200 Volt sampai 260 Volt pada setiap pembukaan katub dan jarak pembukaan pintu sekitar 8 cm – 16 cm. namun data jarak pembukaan pintu tersebut kurang akurat karena level air dalam tangki penampungan cepat berubah dan pembacaan jarak pembukaan pintu masih manual. Proses penyalaan lampu yang sudah diprogram menyala pada tegangan 200 Volt – 230 Volt tidak menyala pada semua percobaan pembukaan katub. Hal tersebut dipengaruhi oleh dipengaruhi oleh cepatnya berkurang air dalam tangki penampungan. Jumlah tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH yang melebihi tegangan normal bisa merusak perangkat kelistrikan, maka perlu tegangan yang melebihi tegangan normal tersebut distabilkan terlebih dahulu.

Secara keseluruhan pengontrolan media praktik sitem PLTMH bekerja dengan baik namun belum maksimal karena dipegaruhi oleh beberapa faktor seperti level air dan sirkulasi air di tangki tidak konstan. Hal tersebut menjadi pertimbangan untuk pengembangan selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengembangan media praktik sistem PLTMH di Politeknik Negeri Ujung Pandang sangat baik untuk terus dikembangkan setiap tahunnya, berikut kesimpulan dan saran yang bisa dipertimbangkan untuk pengembangan selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pengujian sistem maka dapat diambil kesimpulan bahwa sebagai berikut:

1. Tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH setelah dikontrol berkisar 200 Volt – 260 Volt kecuali pada permulaan pengujian dimana tegangan bisa mencapai 400 Volt karena aliran air sangat besar dan kondisinya belum terkontrol.
2. Pergerakan pintu air selalu naik turun dari pembukaan 9 cm - 16 cm, berdasarkan jumlah tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai saran untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut yaitu:

1. Sebaiknya pada pengembangan selanjutnya level air pada tangki penampungan juga dikontrol agar pintu air bisa bekerja dengan maksimal.
2. Sebaiknya tangki penampungan disatukan agar kapasitas air dalam tangki bisa dikontrol.
3. Sensor tegangan yang digunakan sebaiknya memiliki kapasitas tinggi karena tegangan awal pada saat pengujian sangat tinggi
4. Sebaiknya meminimilasi kebocoran air pada pintu air dan perangkat kontrol yang rentan terhadap air agar ditutup.
5. Sebaiknya menggunakan sensor rotary untuk membaca pembukaan pintu agar jarak pembukaan pintu lebih akurat.
6. Sebaiknya tegangan yang dihasilkan oleh generator yang melebihi tegangan normal distabilkan terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Risqy andi Muh., dkk.(2014). Rancang Bangun Turbin Crossflow Pancaran Ganda Kapasitas 3Kw-5kW. Laporan Skripsi. Makassar: Jurusan Teknik mesin. Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Mott, Robert L. 2009. *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sularso.2000. dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. Jakarta: PT.Pradnya Paramita
- Anwar Ariful.2015. "Sensor" <https://goodarif.wordpress.com/elektronika-dasar/sensor/>, Diakses di akses pada tanggal 31 Januari 2016
- Pico saputra. 2014. Prototype sistem pengaturan pintu air otomatis pada bendungan sebagai pengendali banjir. Skripsi .Bengkulu: fakultas teknik. Universitas Bengkulu.
- Wuri Setiawan . 2015. Prototipe Alat Kendali Otomatis Pintu Air Bendungan dengan Pemberitahuan Melalui SMS Berbasis Mikrokontroler ATmega16. Skripsi. Yokyakarta: jurusan elektro.
- ONNY. Prinsip Kerja Motor Listrik DC. Artikel Electrical (Online). (<http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-motor-listrik/>., diakses 31 Januari 2016).
- Arifin Miftah.2015. “MAKALAH PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK MKIRO HIDRO”, http://miftah18arifin.blogspot.co.id/2015/12/makalah-pembangkit-listrik-tenaga-mikro_14.html, Diakses pada tanggal 16 Februari 2016.

A

M

P

I

R

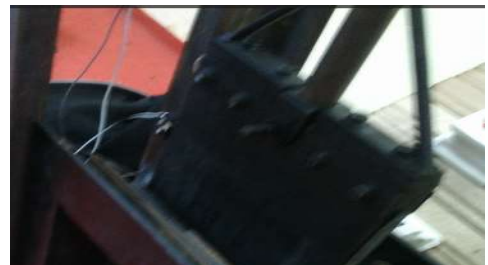
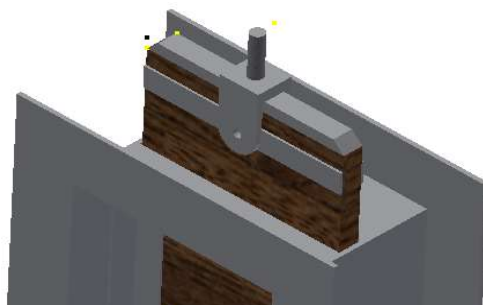
A

N

I



DESAIN DAN BENTUK ALAT

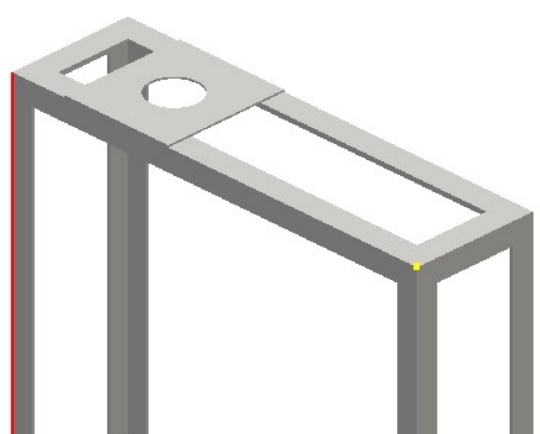




Desain dan bentuk pintu air

Desain palang pintu air

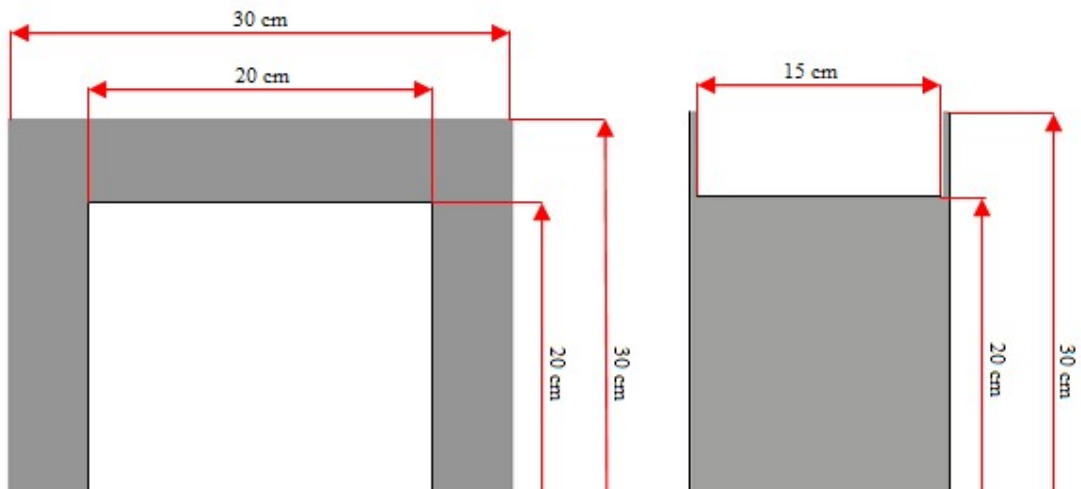
Desain box pintu air



Desainudukan roda gigi dan motor *dc*



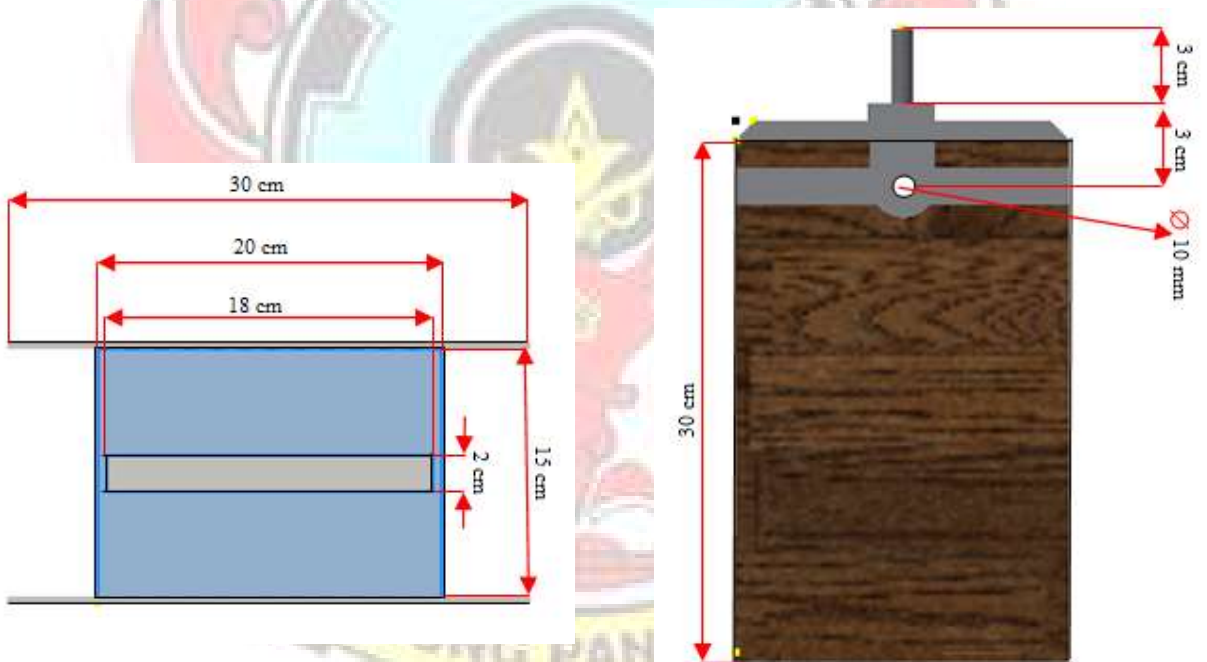
Bentuk dan posisi roda gigi dan motor *dc*



Tampak depan

Tampak samping

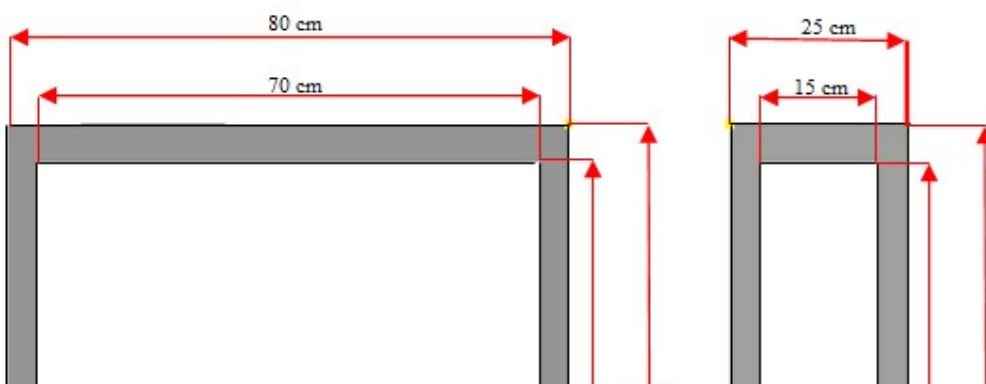
Ukuran box pintu air



Tampak atas

Tampak depan

Ukuran palang pintu air





Ukuranudukan roda gigi dan motor *dc*

L



1. PERANCANGAN SISTEM MEKANIK



POLITEKNIK NEGERI

Proses pengukuran



Proses pembubutan poros berulir



Bentuk dudukan roda gigi dan pintu air

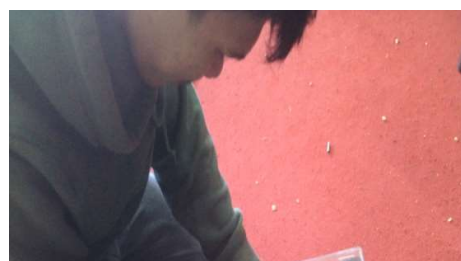


Proses penengelasan



Proses penggerindaan

2. PROSES PERANCANGAN SISTEM KONTROL





Proses ujicoba perangkat kontrol



Proses penyoleraan dan pembuatan program

3. PROSES PEMASANGAN ALAT PADA SISTEM PLTMH





Proses pemasangan sistem mekanik



Proses pemasangan sistem kontrol

4. PROSES PENGUJIAN



Proses pengujian 1



Proses pengujian 2

L

A

M

P

I

R

A

N

III



LEMBAR ESISTENSI



LEMBAR ASISTENSI

NAMA : Erwin Pasalli
Abdul Rahman
NIM : 443 12 042
443 12 047
KELAS : 4B D4 Teknik Mesin

Pengontrolan Sitem PLTMH Sebagai Media Praktik

Berbasis Mikrokontroller

HARI/TANGGAL	REVISI	PAR/AF
18-08-2016	- Daftar tabel - Daftar lampiran	lu
22-08-2016	- Rumusan masalah & tujuan	lu
23-08-2016	- N.D. perencanaan - sumber rujukan → arangin	lu
24-08-2016	- Desain print air ditam put - Fasilitas penulisan	lu
20-09-2016	Pengambilan data dilakukan beberapa kali	lu
20-09-2016	perlu ada skripsi data	lu
07-10-2016	perhitungan debit pd pembukuan print + Daftar lampiran	lu
08-10-2016	ACC di seminar hasil	lu

Tanggal Acc:

Makassar, 08 Oktober 2016

Pembimbing

Ir. Simon Ka'ka, M.T.
NIP. 19590913 198803 1 001



LEMBAR ASISTENSI

NAMA : Erwin Pasalli
Abdul Rahman
NIM : 443 12 042
443 12 047
KELAS : 4B D4 Teknik Mesin

Pengontrolan Sitem PLTMH Sebagai Media Praktik Berbasis Mikrokontroller

HARI/TANGGAL	REVISI	PARAF
22 Agustus 2016	- Perbaiki penulisan BAB I - BAB III - Segera tambahkan BAB IV	
29 Agustus 2016	- Lengkapi dengan langkah kerja - Kasih ukuran pada masing-masing bahan	
5 September 2016	- Lakukan pengujian tanpa beban menggu- kan regulator AC	
19 September 2016	- Lakukan pengujian berbeban lagi - Perbaiki posisi roda gigi	
27 September 2016	- Perbaiki data yang ada - Buat analisa pada data yang sudah diambil	
3 Oktober 2016	- Perbaiki kesimpulan dan saran - Perhatikan penulisan daftar pustaka	
7 Oktober 2016	- Perbaiki penomoran pada tabel & gambar - Perhatikan kembali penulisan dari awal	

Tanggal Acc:

Makassar, 07 Oktober 2016

Pemhimbing

Ir. Remigius Tandioaga, M.Eng.Sc.
NIP. 19621210 199003 1 005

L

A

M

P

I

R

A

N

IV



LEMBAR REVISI

LEMBAR REVISI JUDUL PROYEK / TUGAS AKHIR

336

NAMA MAHASISWA : Erwin Pasalli / Abdul Rahman

STAMBUK : 443 12 042 / 443 12047

Catatan Penguji :

No	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Dr. Eng. Abdul Kadir Mubassamad	<ul style="list-style-type: none"> * Lembar belahang * Pokok masalah * Perincian (1.8) * Block diagram * Program → hal 50 * Garis → hal 55 * Perincian (4.9) & (4.10) 	<p>Abdul Kadir</p> <p>Acc, 21/11/2016</p>
2.	Mule. Iswan, SST., MT	<ul style="list-style-type: none"> * Perhitungan Debit 	<p>Dr. Eng. Iswan</p>
3.	Ir. Abdul Salam, MT	<ul style="list-style-type: none"> o Editip penulisan o Gambar o Laporan 	<p>Abdul Salam</p> <p>Acc 9/12/16</p>

Makassar,
Ketua / Sekretaris Penguji,

Abdul Kadir

Dr. Eng. Abdul Kadir Mubassamad (T. M. B.)

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.