



**PROTOTIPE TELEMETRI PEMANTAU TINGGI PERMUKAAN AIR
PADA BENDUNGAN SEBAGAI LANGKAH PENCEGAHAN DAMPAK
TERJADINYA BANJIR**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Nama : Nivan Bayhaqi Putra

NIM : 5301412033

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro S1

Jurusan : Teknik Elektro

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2017

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, Agustus 2017
Yang membuat pernyataan,



Nivan Bayhaqi Putra

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Prototipe Telemetri Pemantau Tinggi Permukaan Air Pada Bendungan Sebagai Langkah Pencegahan Dampak Terjadinya Banjir" telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 24 Agustus 2017

Oleh

Nama : Nivan Bayhaqi Putra
NIM : 5301412033
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro

Panitia

Ketua Panitia

Dr.-Ing. Dhidik Prasriyanto ST., MT
NIP. 197805312005011002

Sekretaris

Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

Penguji I

Dr. I Made Sudana, M.Pd
NIP. 195605081984031004

Penguji II

Dr.-Ing. Dhidik Prasriyanto ST., MT
NIP. 197805312005011002

Penguji III

Anggraeni Mulwinda S.T., M.Eng
NIP. 197812262005012002

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



MOTTO

- Hanya masalah waktu nantinya seseorang akan menggapai suatu kesuksesan, tergantung juga pada bagaimana dia berusaha serta berdoa
- Kesalahan yang kita lakukan termasuk dalam proses mengetahui karakter kita sendiri dan itu penting untuk tahu bagaimana diri kita
- Pendidikan adalah dimana kita menanam suatu benih yang hasilnya akan kita rasakan nanti
- Tuhan menciptakan manusia unik dengan karakternya masing-masing, guru mengarahkan supaya dari masing-masing karakter itu bermuara pada suatu kebaikan yang hakiki



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT dan mengharapkan ridho yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Prototipe Telemetri Pemantau Tinggi Permukaan Air Pada Bendungan Sebagai Langkah Pencegahan Dampak Terjadinya Banjir". Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Shalawat serta salam senantiasa disampaikan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW, semoga kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada :

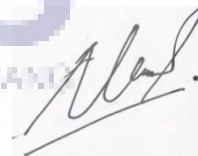
1. Bapak Maryadi, Ibu Tri Mintartini Yulianti, dan Abang Novan Alif Triadi tercinta atas doa dan semangat yang senantiasa menjadi pengiring langkah.
2. Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto ST., MT dan Anggraini Mulwinda S. T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam proses penulisan skripsi hingga selesai
3. Nur Qudus, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto ST., MT. Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah memberi bimbingan dengan menerima kehadiran penulis setiap saat disertai kesabaran, ketelitian, masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan karya ini.

4. Teman-teman seperjuangan PTE 2012 yang sudah menemani selama kuliah dan penyusunan skripsi
5. Keluarga besar SMK Penerbangan Kartika Aqasa Bhakti yang sudah menjadi keluarga kedua, terima kasih telah mengisi hari-hariku
6. Afi Lathifa Maulida doamu pemicu saya untuk terus berjuang
7. Almamater saya Universitas Negeri Semarang
8. Dan semua orang yang telah memotivasi & menginspirasi
9. Dr. I. Made Sudana, M.Pd selaku dosen penguji I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyempurnakan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, Agustus 2017



Peneliti

ABSTRAK

Putra, Nivan Bayhaqi. 2017. *Prototipe Telemetri Pemantau Tinggi Permukaan Air Pada Bendungan Sebagai Langkah Pencegahan Dampak Terjadinya Banjir*. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang. Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto ST., MT., Anggraini Mulwinda S.T., M.Eng.

Bencana banjir di Indonesia yang terjadi setiap tahunnya terbukti menimbulkan dampak pada kehidupan manusia dan lingkungannya terutama dalam hal korban jiwa dan kerugian materi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah prototipe pemantau tinggi permukaan air pada bendungan sebagai langkah pencegahan dampak terjadinya banjir dengan cara menginformasikan kepada pihak terkait yang dalam hal ini pejaga pintu air tentang adanya banjir limpahan dari sebuah bendungan yang membawa debit air yang besar serta mengetahui tingkat kelayakan yang terdiri dari tampilan, kemudahan pengoprasian, kinerja dan manfaat alat.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development*. Teknik pengumpulan data kelayakan produk menggunakan angket, angket ini digunakan untuk menilai alat dari beberapa aspek yaitu tampilan, kemudahan pengoprasian, kinerja, dan manfaat.

Data kelayakan produk dianalisis secara statistik deskriptif. Berdasarkan hasil pengujian, prototipe telemetri pemantau tinggi air ini dapat bekerja dengan efektif dan memiliki tingkat kelayakan diatas batas minimal katagori layak (70%) yaitu sebesar 76,6%. Alat yang dibuat diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan melakukan pengujian alat di lapangan.

Kata Kunci: *Telemetri pemantau tinggi air, Bencana banjir di Indonesia*

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	7
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Rumusan Masalah	8
1.5 Tujuan	8
1.6 Manfaat Penelitian	8
BAB II LANDASAN TEORI	10
2.1 Landasan Teori	10
2.1.1 Banjir di Indonesia	10
2.1.2 Definisi Banjir	11
2.1.3 Banjir Pada Bandungan	13
2.1.4 Radio Telemetry	14
2.1.5 <i>Display LabVIEW</i>	16

2.1.6	Mikrokontroler	20
2.1.7	Arduino	21
2.1.8	Sensor Ultrasonik	23
2.1.9	Relay	24
2.1.10	PWM (Pulsa Width Modulation).....	27
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Metode Penelitian	26
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3	Alat dan Bahan	27
3.3.1	Hardware (Perangkat Keras).....	27
3.3.2	Software (Perangkat Lunak)	27
3.4	Prosedur Penelitian	28
3.4.1	Potensi dan Masalah	28
3.4.2	Pengumpulan Data/Informasi	29
3.4.3	Desain Produk	29
3.4.4	Validasi Desain oleh Pakar/Ahli.....	35
3.4.5	Revisi Desain	35
3.4.6	Pengujian Alat/Ujicoba Alat	36
3.4.7	Analisis Kinerja Alat/Uji Kelayakan Alat	36
3.4.8	Revisi Produk	36
3.4.9	Produksi Masal.....	37
3.4.10	Simpulan	37
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	37

3.5.1 Kuisisioner (Angket)	37
3.5.2 Observasi dan Wawancara	38
3.6 Teknik Analisis Data	38
3.6.1 Uji Coba Alat	41
3.6.2 Uji Kelayakan Alat	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Penelitian	42
4.1.1 Deskripsi Hasil Perancangan	42
4.1.2 Cara Pengoperasian Alat	47
4.1.3 Hasil Pengujian Sistem	48
4.2 Hasil Penelitian Uji Kelayakan	55
4.3 Pembahasan	64
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Simpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	67



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Pengukur ketinggian air	5
Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem Radio Telemetry	15
Gambar 2.2 Bentuk Fisik Radio Telemetry	16
Gambar 2.3 Gambar 2.3 Tampilan Pada Front Panel <i>LabVIEW</i>	17
Gambar 2.4 Tampilan Blok diagram VI (<i>Virtual Instrument</i>)	18
Gambar 2.5 <i>Control Pallete</i>	19
Gambar 2.6 <i>Control Fuctions</i>	20
Gambar 2.7 Arduino UNO.....	21
Gambar 2.8 Bagian Papan Arduino	34
Gambar 2.9 Prinsip Kerja Sensor.....	24
Gambar 2.10 Rangkaian <i>Driver Relay</i>	26
Gambar 3.1 Langkah penelitian dan pengembangan	27
Gambar 3.2 Blok Diagram Telemetry Pemantau Ketinggian Air Bendungan .	40
Gambar 3.3 Desain Prototipe Alat Pemantau Ketinggian Air	32
Gambar 3.4 Desain Prototipe Alat Pemantau Ketinggian Air Tampak Atas ..	33
Gambar 3.5 Kerangka Alat Bagian Kontrol Dan Telemetry	33
Gambar 3.6 Penempatan Sensor Ultrasonik pada Prototipe	33
Gambar 3.7 Gambar rangkaian keseluruhan prototipe	37
Gambar 4.1 Blok Diagram Prototipe Telemetry Pemantau Ketinggian Air	45

Gambar 4.2 <i>flowchart</i> Pemantau Ketinggian Air Jarak Jauh	46
Gambar 4.3 Hasil Rancangan Alat Pemantau Ketinggian Air Jarak Jauh	47
Gambar 4.4 Sensor Ultrasonik Sebagai Pembaca Ketinggian Air	48
Gambar 4.5 Mekanik Simulasi Hujan, Motor Steper Dan Pintu Air Bendungan	48
Gambar 4.6 Rangkaian Kontrol Prototipe Alat Dan Radio Telemetry	49
Gambar 4.7 Grafik Linieritas Sensor Ultrasonik Terhadap Mistar	53
Gambar 4.8 Tampilan <i>LabVIEW</i> Kondisi Aman	56
Gambar 4.9 Tampilan <i>LabVIEW</i> Kondisi Siaga	79
Gambar 4.10 Tampilan <i>LabVIEW</i> Kondisi Bahaya	57
Gambar 4.11 Tampilan Data secara <i>Real Time</i>	59
Gambar 4.12 Grafik Tingkat Kelayakan Alat	63
Gambar 4.13 Diagram Penilaian Tiap Kategori	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Interval Nilai Presentase dan kriteria kualitatif	42
Tabel 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik	60
Tabel 4.2 Data Perbandingan Ketinggian Antara Bagian Pengirim (tampilan LCD) Dan Bagian Penerima (tampilan laptop).....	55
Tabel 4.3 Data Angket Uji Alat	60
Tabel 4.4 Data Hasil Uji Alat	61



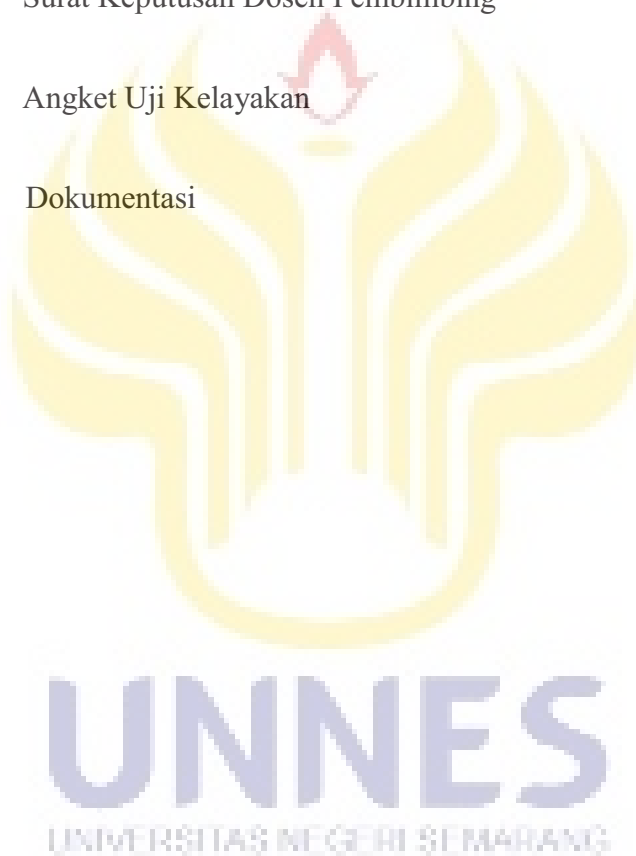
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Listing Program

Lampiran 2 Surat Keputusan Dosen Pembimbing

Lampiran 3 Angket Uji Kelayakan

Lampiran 4 Dokumentasi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Banjir diakibatkan oleh volume air di suatu badan air seperti sungai atau danau yang meluap atau menjebol bendungan sehingga air keluar dari batasan alaminya. Ukuran danau atau badan air terus berubah-ubah sesuai perubahan curah hujan, namun banjir yang terjadi tidak besar kecuali jika air mencapai daerah yang dimanfaatkan manusia seperti desa, kota, dan permukiman lain. Semakin bertambahnya penduduk perkotaan akibat pertumbuhan alami dan urbanisasi, kota semakin memerlukan fasilitas-fasilitas pendukung terutama perumahan. Pembangunan perumahan selalu memerlukan lahan yang sudah ada, sehingga merubah penggunaan lahan dari non perumahan / perkarangan ke perumahan / permukiman dan sarana jalan, hal itu membuat semakin sempitnya daerah resapan banjir pada pemukiman padat penduduk. Pada bulan Januari 2013, terdapat sekitar 120 kejadian bencana di Indonesia. Dan selama periode tahun 1991 sampai 1995, bencana banjir di Indonesia telah menimbulkan kerugian triliunan rupiah dengan korban jiwa sebanyak 4.246 meninggal, 6.635 luka-luka, dan sekitar 7 juta menderitanya serta 324.559 rumah mengalami kerusakan. Perkiraan kerugian tersebut belum memperhitungkan bencana banjir dalam skala kecil, kerugian immaterial dan kerugian tidak langsung yang tidak sedikit jumlahnya (BNPB, 2013).

Kerugian yang diakibatkan oleh banjir juga pernah terjadi di Sungai Banjir Kanal Barat, seorang anak meninggal terseret arus karena tidak mengetahui datangnya air limbah yang membawa debit air yang sangat kuat dan menimbulkan dua orang anak meninggal terseret arus air yang deras.

Air akan cepat meluap dan tidak terkendali, jika hujan terus turun dengan intensitas yang tinggi dan menyebabkan banjir yang parah pada hilir sungai, khususnya terhadap masyarakat dan lingkungan di wilayah yang terkena dampak dari banjir tersebut. Selain menyebabkan banjir, genang air akan meninggi karena hujan yang deras dan terus menerus. Dengan kata lain, hal itu menyebabkan banjir berkepanjangan. Karena dampak yang signifikan di hilir sungai, penting untuk mengevaluasi potensi banjir pada bendungan. Hal ini akan memungkinkan pihak berwenang untuk menganalisis keselamatan manusia, terutama pada daerah yang rawan terjadi banjir. Selain itu, tidak ada sistem peringatan dini yang dikeluarkan kepada masyarakat untuk banjir pada bendungan.

Pemantauan air pada bendungan sangat penting karena hasil pantauan air ini akan menjadi informasi bagi penjaga pintu air mengenai ketinggian air pada bendungan serta untuk mengatur pintu air agar dapat mengendalikan debit air yang keluar secara otomatis sehingga sesuai dengan kapasitas air pada bendungan. Penjaga pintu air pada bendungan memiliki tugas untuk mengamati serta mencatat setiap perubahan informasi ketinggian air. Penjaga pintu air pada bendungan akan membuka pintu air jika ketinggian air bendungan pada posisi normal saat musim kemarau dan sebaliknya akan menutup penuh atau sebagian pintu air jika ketinggian air mencapai ketinggian yang telah ditentukan saat memasuki musim

hujan. Pada pengaturan pintu air pada bendungan, memungkinkan penjaga pintu air bendungan untuk menurunkan permukaan air bendungan sebelum terjadinya *overcapacity* sehingga tersedia kapasitas tampungan tambahan untuk menampung banjir jika hujan dengan intensitas yang tinggi.

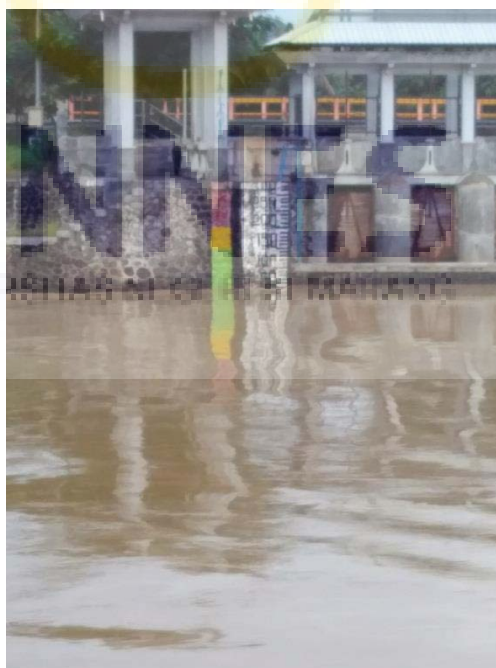
Berdasarkan keadaan tersebut diperlukan sebuah langkah preventif untuk mengurangi kerugian akibat banjir. Berupa sistem peringatan dini bencana secara *real time* (*Real Time Hazard Early Warning System*) yang bertujuan untuk memberikan informasi bencana terhadap masyarakat atau pihak terkait sehingga nantinya dapat mempersiapkan diri dan menimalisir korban jiwa dengan berbagai aspek otomatisasi sistem terpadu dan handal (Budiarso dan Nurraharjo,2015).

Dalam penelitiannya (Kusuma *et al.*,2010) memasang sistem yang memiliki sensor pengukur level air di jalan yang rawan banjir. Dengan menggunakan sensor infrared Sharp GP2Y0A0 memiliki keakurasian dengan rata - rata error 0.97%, jadi tegangan keluaran sensor sebanding dengan peningkatan level air, dan selanjutnya diakuisi serta diolah menggunakan persamaan rumus untuk mengetahui perbandingan antara waktu dari kecepatan kenaikan air dan waktu tempuh mobil melintasi jalan yang berpotensi banjir.

Menganai sistem telemerti yang digunakan (Kusuma *et al.*,2010) menggunakan Xbee-Pro yang merupakan modul *transceiver* dan *receiver* menggunakan gelombang radio. Salah satu modul komunikasi wireless dengan frekuensi 2,4 Ghz yang memenuhi standar IEEE 802.15.4. Modul X Bee-PRO memberikan konektifitas nirkabel ke perangkat jaringan ZigBee mesh.

Penelitian lain tentang telemetri sebagai media penginformasian keadaan ketinggian banjir adalah (Mushtofa, 2014) *Message Service Gateway* (SMS) di dapatkan relatif cepat di bawah 7 detik dengan penggunaan 3 provider yang berbeda. Modem GSM M1306B Q2403A Serial (WaveCom) adalah modem GSM nirkabel yang bekerja dengan jaringan nirkabel GSM. Sebuah modem nirkabel berperilaku seperti modem *dial-up*. Perbedaan utama antara mereka adalah bahwa modem *dial-up* mengirim dan menerima data melalui saluran telepon tetap sementara modem nirkabel mengirim dan menerima data melalui gelombang radio.

Contoh khusus mengenai sistem peringatan dini pada Sungai Banjir Kanal Barat juga masih terbilang kurang memadai, untuk mengetahui debit air pada Sungai Banjir Kanal Barat masih menggunakan pengukur ketinggian air konvensional.



Gambar 1.1 Pengukur ketinggian air

Hal ini dirasa masih belum memadai mengingat timbulnya korban jiwa yang pernah terjadi pada kawasan tersebut. Pada prinsipnya beberapa penelitian yang sudah dilakukan memiliki kesamaan dalam proses dan cara kerja sistem, perbedaan hanya terletak pada sensor yang digunakan serta pada sistem transmisi sinyal sebagai informasi terkini ketinggian permukaan air pada bendungan. Alat pemantau ketinggian yang sudah dijadikan penelitian bekerja dengan baik dan sudah bisa digunakan. Kekurangannya adalah jika pada penelitian yang sebelumnya terkendala pada masalah transmisi yang digunakan menggunakan SMS Gateway memiliki karakteristik yang tidak *realtime*, maksudnya adalah informasi ketinggian yang dikirimkan pada penjaga pintu air tergantung pada program yang diberikan pada kontroler, jika semakin sering pendek jarak pemberian informasi maka pulsa yg digunakan akan semakin banyak, juga informasi yang sifatnya sms tidak bisa diterima langsung jika *receiver* dalam hal ini *handphone* penjaga pintu air jika dalam keadaan mati dan masih ada kelemahannya yang lain.

Penelitian ini akan lebih menyempurnakan sensor yang akan digunakan yaitu menggunakan sensor ultrasonik atau yang biasa disebut dengan sensor *PING*. Karena gelombang ultrasonik merambat melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai objek yang dalam hal ini ketinggian permukaan air dan memantul kembali ke sensor ultrasonik. Serta radio telemetri dinilai lebih mampu untuk mengirimkan sinyal informasi ketinggian air pada prototipe pemantau ketinggian air pada bendungan dengan lebih cepat dan bersifat *real time*. Sehingga penerapannya langsung akan lebih optimal, karena sensor akan

membaca setiap ketinggian air pada bendungan lebih cepat sehingga setiap kenaikan akan disampaikan pada penjaga pintu air dan segera dilakukan langkah pencegahan, diantaranya adalah menutup pintu air untuk mencegah kenaikan debit air dari bendungan ke hilir sungai. sehingga dampak akibat limpahan air pada bendungan bisa sedikit diminimalisir serta menjadi acuan kepada pihak terkait untuk menginformasikan kepada masyarakat tentang adanya bahaya banjir kiriman jika ketinggian air pada bendungan berada pada level berbahaya.

Atas dasar permasalahan diatas maka penulis mengambil judul **“PROTOTIPE TELEMETRI PEMANTAU TINGGI PERMUKAAN AIR PADA BENDUNGAN SEBAGAI LANGKAH PENCEGAHAN DAMPAK TERJADINYA BANJIR”**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun permasalahan yang diangkat pada pembuatan alat tugas akhir ini antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Penanganan banjir pada daerah rawan terjadi banjir yang kurang memadai.
- b. Media penginformasian kenaikan air pada bendungan ke penjaga pintu air belum tersedia, mengingat pengukur ketinggian hanya terdapat pada bibir bendungan
- c. Peralatan serta pengembangan alat yang sudah ada belum cukup untuk meminimalisir resiko kerugian akibat terjadinya banjir pada bendungan.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mempersempit ruang lingkup permasalahan yang akan dikaji lebih lanjut.

Pembatasan masalah tersebut antara lain :

- a. Penelitian ini terfokus terhadap pengembangan sistem pemantau ketinggian air pada bendungan menggunakan perangkat komunikasi 3DR radio telemetri.
- b. Menggunakan mikrokontroler arduino, radio telemetri serta sensor ultrasonik.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, rumusan Masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana tahapan pembuatan prototipe pemantau ketinggian air pada bendungan sebagai upaya pencegahan dampak terjadinya banjir ?
- b. Bagaimana tingkat ketelitian dan ketepatan pembacaan alat serta sistem transmisi pemantau ketinggian air pada bendungan ?
- c. Bagaimana tingkat kelayakan alat pemantau ketinggian air pada bendungan sebagai upaya meminimalisir dampak terjadinya banjir akibat limpahan air pada bendungan ?

1.5 Tujuan

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah :

- a. Membuat prototipe alat pemantau ketinggian air pada suatu bendungan menggunakan sensor ultrasonik sebagai sensor serta media transmisi yang lebih baik sebagai upaya pencegahan dampak terjadinya banjir.
- b. Mengetahui ketelitian dari alat pendeteksi ketinggian air pada bendungan menggunakan mikrokontroler arduino, sensor ultrasonik dan radio telemetri serta menampilkannya melalui *LabVIEW*.
- c. Mengetahui tingkat kelayakan alat pemantau ketinggian air pada bendungan sehingga kenaikan bisa langsung diketahui serta resiko dari banjir dapat diminimalisir.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat pada berbagai pihak diantaranya :

- a. Bagi peneliti, penelitian ini memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas penerapan pemantau tinggi permukaan air jarak jauh sebagai upaya pencegahan banjir.
- b. Bagi masyarakat, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan dalam hal mengembangkan alat yang berguna untuk menginformasikan ketinggian air pada bendungan yang berpotensi mengakibatkan banjir jika volume air pada bendungan tidak dapat dikendalikan sehingga penanggulangannya akan lebih cepat dan meminimalisir kerugiannya.

- c. Bagi universitas, sebagai salah satu bentuk sumbangan yang semoga berguna untuk menggugah minat belajar mahasiswa untuk menciptakan hal-hal yang berguna bagi masyarakat.
- d. Rujukan bagi peneliti lain yang akan melakukan pengembangan atau penelitian selanjutnya.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Landasan Teori

2.1.1 Banjir di Indonesia

Bencana banjir di Indonesia yang terjadi setiap tahun terbukti menimbulkan dampak pada kehidupan manusia dan lingkungannya terutama dalam hal korban jiwa dan kerugian materi. Sebagai contoh pada tahun 2006 banjir bandang di daerah Jember Jawa Timur telah mengakibatkan 92 orang meninggal dan 8.861 orang mengungsi serta di daerah Trenggalek telah menyebabkan 18 orang meninggal. Di Manado (Provinsi Sulawesi Utara) juga terjadi banjir disertai tanah longsor yang menyebabkan 27 orang meninggal dengan jumlah pengungsi mencapai 30.000 orang. Banjir disertai tanah longsor juga melanda Sulawesi Selatan pada bulan Juni 2006 dengan korban lebih dari 200 orang meninggal dan puluhan orang dinyatakan hilang (Data BAKORNAS PB, 23 Juni 2006 dalam RAN PRB).

Bencana banjir termasuk bencana alam yang hampir pasti terjadi pada setiap datangnya musim penghujan. Seperti yang terjadi di Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo, banjir terjadi akibat limpahan air Sungai Bogowonto yang menggenangi tambak udang sehingga mengakibatkan kerugian hingga ratusan juta rupiah. Banyak upaya yang dilakukan oleh pihak pemerintah untuk mengantisipasi bencana banjir, yang melibatkan berbagai sektor terkait, tetapi kejadian banjir tersebut masih terjadi dalam setiap tahun. Kejadian banjir seperti

tersebut di atas lebih diartikan sebagai banjir limpahan (*discharge overland flow*) atau di kalangan umum dikenal dengan istilah banjir kiriman, karena tipe banjir ini berasal dari aliran limpahan permukaan yang merupakan bagian dari hujan yang mengalir di permukaan tanah sebelum masuk ke sistem sungai. Dalam kondisi bio-geofisikal dan curah hujan yang khusus/unik banjir limpahan ini dapat membentuk banjir bandang (*flash flood*). (AB PRASETYO - 2011)

Banjir limpahan ini ciri-cirinya antara lain debit puncak (Q_p) yang tinggi dan waktu datangnya banjir (*time to peak*) yang sangat cepat, sehingga tidak memberikan kesempatan penduduk untuk persiapan mengungsi. Diperlukan suatu analisis untuk mengetahui sumber asal banjir dan daerah yang rawan terkena banjir, sehingga sebelum terjadi banjir dapat dilakukan langkah-langkah pengendalian banjir.

2.1.2 Definisi Banjir

Banjir adalah debit aliran air sungai yang secara relatif lebih besar dari biasanya akibat hujan yang turun di hulu atau disuatu tempat tertentu secara terus menerus, sehingga air limpasan tidak dapat ditampung oleh alur/palung sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya. Banjir bandang (*flash flood*) terjadi pada aliran sungai yang kemiringan dasar sungainya curam (Kementerian Kehutanan, 2009). Dari definisi diatas banjir juga dapat diklasifikasikan kedalam proses alamiah atau sebuah fenomena alam, yang dapat terjadi oleh karena beberapa faktor yaitu :

1. Faktor Kondisi Alam

Suatu kondisi berdasarkan topografi serta geometri suatu sungai, misalnya terjadinya penyempitan ruas sungai, sedimentasi dan adanya ambang atau pembendungan alami pada ruas suatu sungai.

2. Faktor Peristiwa Alam

Beberapa peristiwa alam yang menjadi penyebab banjir adalah :

- a. Curah hujan yang tinggi dan lamanya hujan berlangsung.
- b. Air laut pasang yang mengakibatkan pembendungan di muara sungai
- c. Air/ arus balik (*back water*) dari sungai utama
- d. Penurunan muka tanah (*land subsidance*)
- e. Pembendungan aliran sungai akibat longsor, sedimentasi dan aliran lahar dingin.

3. Faktor Aktifitas Manusia (*Proses Man-Made*)

Tidak terkendalinya aktifitas manusia dalam mengeksploitasi alam, mengakibatkan rusaknya kondisi alam dan lingkungan hal itu juga menjadi faktor penyebab terjadinya banjir, seperti :

- a. Pembudidayaan di daerah daratan tinggi
- b. Tata ruang di dataran banjir yang tidak sesuai
- c. Belum adanya pola pengelolaan dan pengembangan dataran banjir
- d. Pemukiman di bantaran sungai
- e. Sistem drainase yang kurang memadai
- f. Terbatasnya tindakan mitigasi banjir
- g. Kurangnya kesadaran masyarakat di sepanjang alur sungai

- h. Penggundulan hutan di daerah hulu
- i. Terbatasnya upaya pemeliharaan bangunan pengendali banjir
- j. Evakuasi bangunan tidak memperhatikan peil banjir

2.1.3 Banjir Pada Bendungan

Bendungan atau dam adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi. Seringkali bendungan juga digunakan untuk mengalirkan air ke sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air. Kebanyakan dam juga memiliki bagian yang disebut pintu air untuk membuang air yang tidak diinginkan secara bertahap atau berkelanjutan. Tujuan dibuatnya termasuk menyediakan air untuk irigasi atau penyediaan air di perkotaan, meningkatkan navigasi, menghasilkan tenaga hidroelektrik, menciptakan tempat rekreasi atau habitat untuk ikan dan hewan lainnya, pencegahan banjir dan menahan pembuangan dari tempat industri seperti pertambangan atau pabrik. Hanya beberapa dam yang dibangun untuk semua tujuan di atas. Berdasarkan ketinggian, dam besar lebih tinggi dari 15 meter dan dam utama lebih dari 150 m. Sedangkan, dam rendah kurang dari 30 m, dam sedang antara 30-100 m, dan dam tinggi lebih dari 100 m. Berdasarkan tujuannya, bendungan sadel adalah sebuah *dike*, yaitu tembok yang dibangun sepanjang sisi danau untuk melindungi tanah di sekelilingnya dari banjir. Mirip dengan tanggul, yaitu tembok yang dibuat sepanjang sisi sungai atau air terjun untuk melindungi tanah di sekitarnya dari banjir.

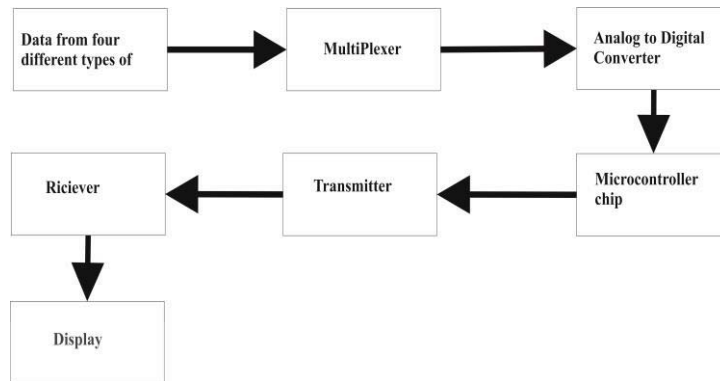
Bendungan pengecek adalah bendungan kecil yang didesain untuk mengurangi dan mengontrol arus erosi tanah. Bendungan kering atau *dry dam* adalah bendungan yang didesain untuk mengontrol banjir. Biasanya bendungan ini kering, dan pada musim hujan akan menahan air yang bila dibiarkan akan membanjiri daerah di bawahnya.

2.1.4 Radio Telemetry

Pada era modern ini teknologi *wireless* berkembang dengan pesat, terbukti dengan semakin banyaknya tingkat pengguna telepon selular, bukan hanya itu teknologi *wireless* juga digunakan untuk mengakses internet. Menurut Indra kurniawan 2015, *wireless* berdasarkan jangkauan dan kebutuhannya, teknologi *wireless* dibagi menjadi 4 :

1. PAN (*Personal Area Network*)
2. WLAN (*Wireless Local Area Network*)
3. MAN (*Metropolitan Area Network*)
4. WAN (*Wide Area Network*)

Telemetry adalah suatu proses yang digunakan untuk mengukur atau mencatat suatu besaran fisik pada suatu lokasi yang letaknya jauh dari pusat pengolahan hasil pengukurannya. Radio telemetry mempunyai beberapa keunggulan diantaranya adalah mempunyai probabilitas kesalahan yang relatif kecil, peralatan pemancar yang ringan dan jangkauan pentransmisiannya yang jauh.



Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem Radio Telemetri

(<http://circuitswiring.com>)

Telemetri radio secara sederhana terdiri atas transduser dan osilator RF (*Radio Frequency* atau frekuensi radio) dengan catu daya dari baterai, isyarat tegangan dari transduser akan memodulasi osilator kemudian dialirkan ke antenna. Suatu penerima menangkap isyarat FM (*Frequency Modulation*) dan mendemodulasikan isyarat yang dilewatkan ke *readout*. Modulasi frekuensi adalah suatu bentuk modulasi sudut, karena frekuensi sesaat gelombang sinus pembawa dipengaruhi untuk menyimpang dari frekuensi pembawa sehingga fasenya bergeser sebanding dengan himpunan nilai gelombang pemodulasi. Keuntungan modulasi FM antara lain adalah derau yang rendah dan tidak ada perubahan dari bentuk gelombang yang disebabkan oleh perubahan *amplitude* akibat *fading*. (Ratna Sulistyanti, 2008). Di bawah ini merupakan bentuk fisik radio telemetri.



Gambar 2.2 Bentuk Fisik Radio Telemetri

(<http://www.geetech.com>)

Pada Radio telemetri kit 915 MHz memiliki harga yang relatif terjangkau, dengan jarak jangkauan untuk 915MHz sekitar 1000 meter dengan tambahan antena. Sistem ini menggunakan frekuensi 915MHz dan menyediakan *full-duplex link* menggunakan HopeRF's HM-TRP, modul berjalan *custom, open source, firmware*. *Sik firmware* termasuk *bootloader* yang memungkinkan *upgrade firmware* radio melalui antarmuka serial, dan *firmware* radio dengan parameter dikonfigurasi. *Upgrade firmware* dan konfigurasi sepenuhnya didukung dalam APM misi perencanaan. Konfigurasi juga dimungkinkan melalui 3DR Radio *configurator* dan *AT commands*.

2.1.5 Display LabVIEW

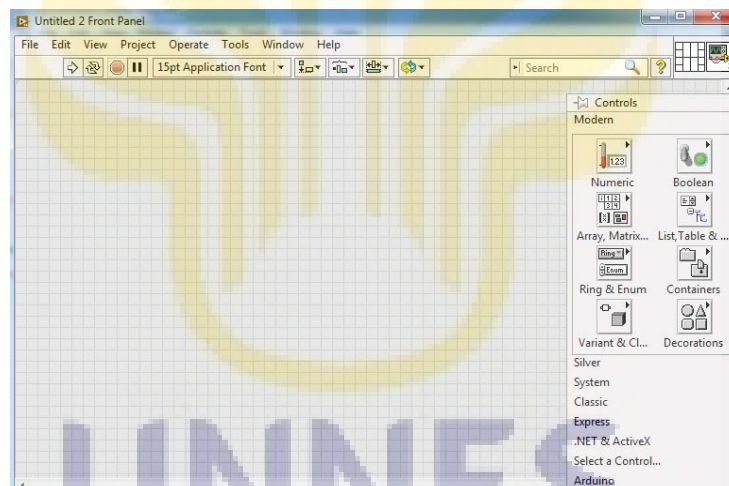
LabVIEW merupakan *software* pemrograman buatan *Naitonal Instrument* (NI). *LabVIEW* memiliki *tools* yang lengkap untuk merancang bangun sebuah sistem pengukuran dengan lebih hemat waktu jika dibandingkan dengan program yang memerlukan *coding* lainnya. Seperti bahasa pemrograman lainnya yaitu C++, matlab atau *visual basic*, *LabVIEW* juga mempunyai fungsi dan peranan yang

sama, perbedaannya adalah *labVIEW* menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman yang lain menggunakan basis *text*. Program *labVIEW* dikenal dengan sebutan Vi atau *virtual instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah *instruments*.

Software labVIEW memiliki tiga komponen utama, yaitu :

1. Front Panel

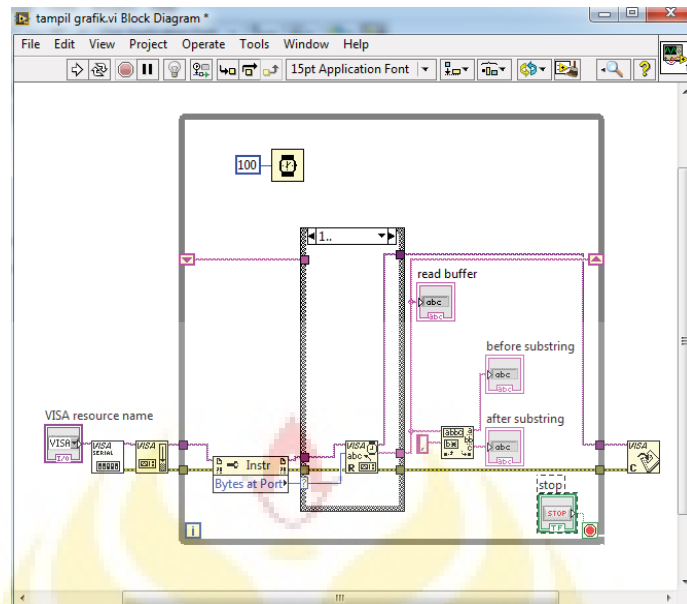
Front panel adalah bagian window yang berlatar belakang abu-abu serta mengandung *control* dan indikator. *Front panel* digunakan untuk membangun sebuah VI (*Virtual Instrumen*), menjalankan program dan *mendebug* program.



Gambar 2.3 Tampilan Pada Front Panel *LabVIEW*

2. Blok diagram VI (*Virtual Instrument*)

Blok diagram adalah bagian window dengan berlatar belakang berisi *source code* yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi-instruksi untuk *front panel*.



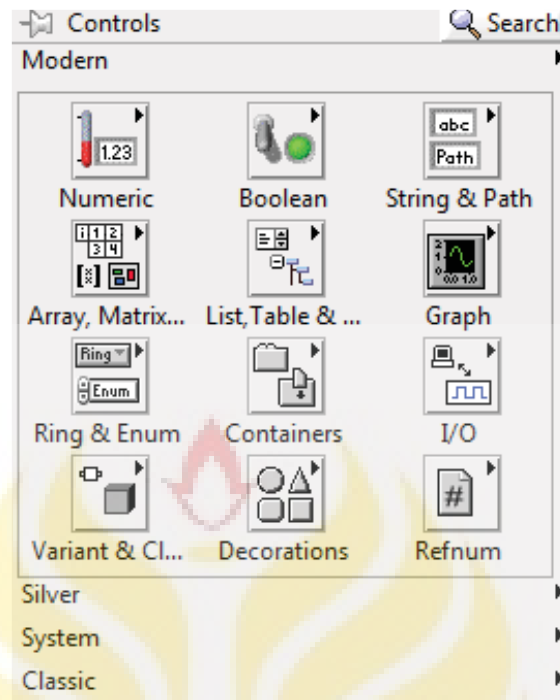
Gambar 2.4 Tampilan Blok diagram VI (*Virtual Instrument*)

3. *Control dan Functions Pallette*

Control dan Functions Pallette merupakan kumpulan perintah yang digunakan untuk membuat sebuah Vi.

a. *Control Pallette*

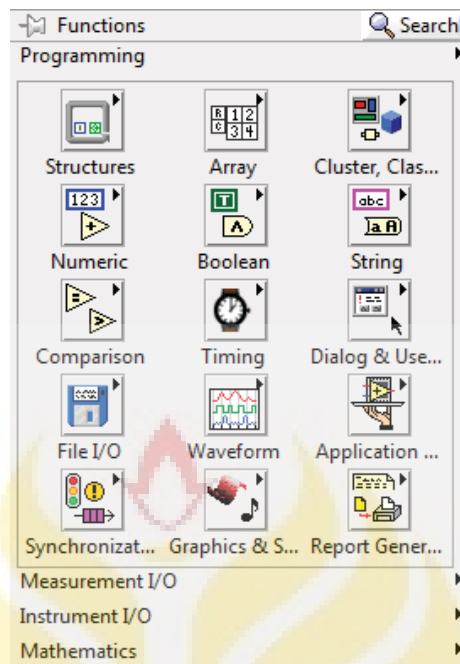
Control pallette merupakan tempat beberapa kontrol dan indikator pada *front panel*, *control pallette* hanya tersedia pada *front panel* saja. Contoh *control pallette* ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.5 Control Pallette

b. *Functions Pallette*

Functions Pallette digunakan untuk membangun sebuah blok diagram, *Functions Pallette* hanya tersedia pada blok diagram. Contoh dari *Functions Pallette* ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.6 *Control Fuctions*

2.1.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler atau kadang dinamakan pengontrol tertanam (*embedded controller*) adalah suatu sistem yang mengandung masukan/keluaran, memori, dan prosesor, yang digunakan pada produk seperti mesin cuci, pemutar video, mobil, dan telepon. Pada prinsipnya, mikrokontroler adalah sebuah komputer berukuran kecil yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan, melakukan hal-hal yang berulang, dan dapat berinteraksi dengan piranti-piranti eksternal, seperti sensor ultrasonik untuk mengukur jarak terhadap suatu objek, penerima *GPS* untuk memperoleh data posisi kebumihan dari satelit, dan motor untuk mengontrol gerakan pada robot. Sebagai komputer yang berukuran kecil, mikrokontroler

cocok diaplikasikan pada benda-benda yang berukuran kecil, misalnya sebagai pengendali pada *QuadCopter* ataupun robot (Abdul Kadir, 2015:16).

Perusahaan yang terkenal sebagai pembuat mikrokontroler antara lain adalah Atmel, Cypress Semiconductor, Microchip Technology, dan Silicon Laboratories. Contoh nama-nama mikrokontroler untuk vendor masing-masing adalah seperti berikut:

- Atmel: AVR (8bit), AVR32 (32 bit), AT91SAM (32 bit);
- Cypress Semiconductor: M8C Core;
- Microchip Technology: PIC;
- Silicon Laboratories: 8051

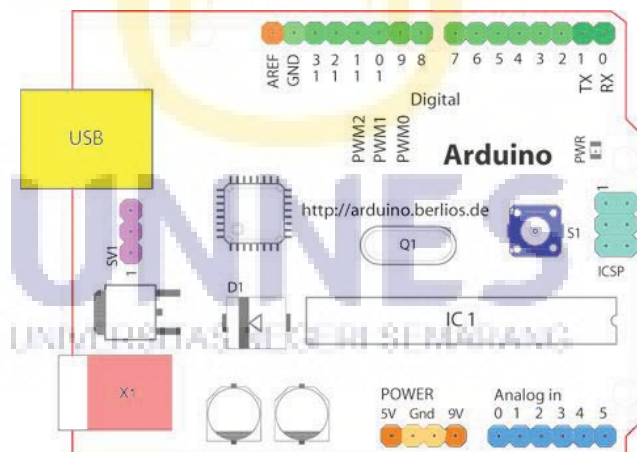
2.1.7 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino adalah kit mikrokontroler yang serba bisa dan sangat mudah penggunaannya. Untuk membuatnya diperlukan chip programmer (untuk menanamkan *bootloader* Arduino pada chip). Arduino merupakan *single board hardware* yang *open-source* dan juga softwarenya pun dapat kita nikmati secara *opensource*. Di sisi software arduino dapat dijalankan dimulti platform, yaitu linux, windows, atau juga mac. Hardware arduino merupakan mikrokontroller yang berbasis AVR dari ATMEL yang didalamnya sudah diberi bootloader dan juga sudah terdapat standart pin I/Onya.



Gambar 2.7 Arduino UNO

Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah *ICSP header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.



Gambar 2.8 Bagian Papan Arduino

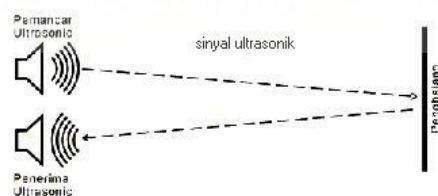
Dengan mengambil contoh sebuah papan Arduino tipe USB, bagian-bagiannya dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. 14 pin *Input/output* digital berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.
- b. USB berfungsi memuat program dari komputer ke dalam papan serta komunikasi serial antara papan dan komputer
- c. Sambungan SV1 Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.
- d. Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*) Jika *microcontroller* dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada *microcontroller* agar melakukan sebuah perintah untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).
- e. Tombol Reset S1Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram *microcontroller* secara langsung, tanpa melalui *bootloader*. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.
- f. IC 1 – *Microcontroller* Atmega Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

- g. X1 – sumber daya eksternal Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.
- h. 6 pin input analog (0-5) Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor ultrasonik yang digunakan. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

2.1.8 Sensor Ultrasonik

Gelombang ultrasonik adalah gelombang dengan besar frekuensi diatas frekuensi gelombang suara (> 20 kHz). Sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik (transmitter) dan rangkaian penerima ultrasonik (receiver). Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari transmitter ultrasonik. Ketika sinyal mengenai benda penghalang, maka sinyal ini dipantulkan, dan diterima oleh receiver ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian receiver dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda didepannya (bidang pantul). Prinsip Kerja Sensor ultrasonik di jelaskan pada gambar.



Gambar 2.9 Prinsip Kerja Sensor

Prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut :

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik (berfrekuensi diatas 20 kHz), biasanya yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah 40 kHz. Sinyal tersebut dibangkitkan oleh rangkaian pemancar ultrasonik.
2. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal atau gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 340 m/s. Sinyal tersebut kemudian akan dipantulkan dan akan diterima kembali oleh bagian penerima ultrasonik.
3. Setelah sinyal tersebut sampai dipenerima ultrasonik, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya. Jarak dihitung berdasarkan rumus :

$$S = \frac{340.t}{2} (m)$$

S adalah jarak antara sensor ultrasonik dengan bidang pantul, dan adalah selisih waktu antara pemancaran gelombang ultrasonik sampai diterima kembali oleh bagian penerima ultrasonik. Sensor ini mempunyai kisaran jangkauan 100-300cm. Selain itu HC-SR04 memiliki sudut deteksi terbaik pada 15 derajat, dengan tegangan kerja 5 VDC.

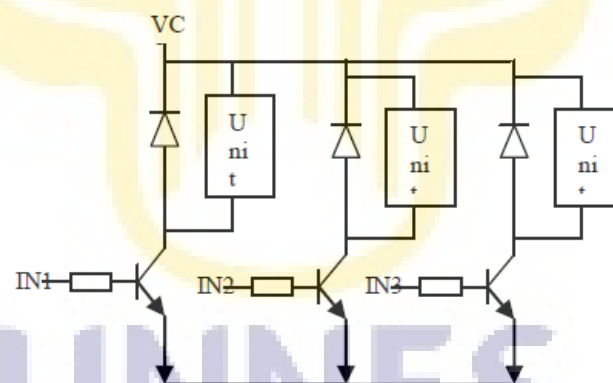
2.1.9 Relay

Dalam dunia elektronika, relay dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 70an, relay merupakan otak dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi relay. Relay yang paling sederhana ialah relay

elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Rangkaian *driver* relay berfungsi sebagai *switch* /saklar masukan kepada mikrokontroler berdasar kondisi sensor. Dalam penelitian digunakan 4 buah rangkaian *driver* yang dirangkai secara paralel untuk mendapat kondisi sensor yang berbeda. Dengan demikian rangkaian *driver* relay terdiri 4 terminal masukan dan keluaran. Rangkaian *driver* relay dapat dilihat pada gambar 2.4



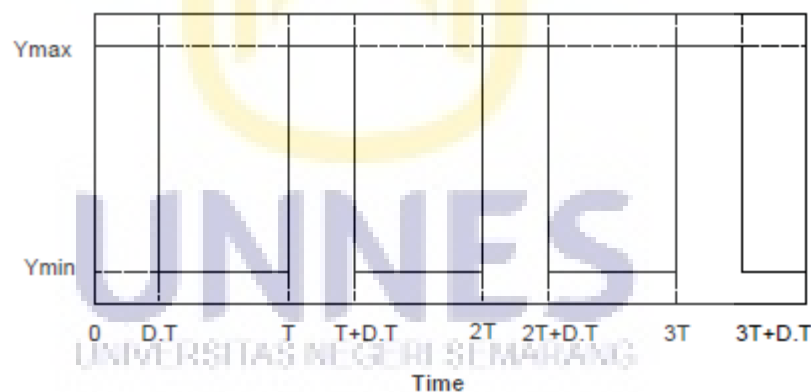
Gambar 2.10 Rangkaian *Driver* Relay

Rangkaian *driver* relay adalah sebuah rangkaian yang berfungsi sebagai penghubung antara rangkaian sensor dengan mikrokontroler. Rangkaian mempunyai 4 buah terminal masukan dan 4 buah terminal keluaran. Terminal masukan dihubungkan dengan rangkaian sensor dan terminal keluaran dihubungkan dengan mikrokontroler.

2.2.0 Pulse Width Modulation(PWM)

PWM adalah sebuah cara untuk memanipulasi lebar sinyal atau tegangan yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode, yang akan digunakan untuk mentransfer data telekomunikasi ataupun mengatur tegangan sumber yang konstan untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Penggunaan PWM sangat banyak, mulai dari pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrol daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, *audio effect* dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya.

PWM menggunakan sinyal kotak dengan *duty cycle* tertentu menghasilkan berbagai nilai rata-rata dari suatu bentuk gelombang kotak $f(t)$ dengan nilai bawah y_{min} batas atas y_{max} dan *duty cycle* D seperti yang terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.12 Gelombang kotak PWM (Mohammad, 2015)

Nilai rata-rata bentuk gelombang diatas adalah :

$$Y = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

Jika $f(t)$ adalah gelombang kotak, maka nilai y_{max} adalah dari $0 < t < D.T$ dan nilai y_{min} dari $D.T < t < T$ didapatkan :

$$\begin{aligned}
 Y &= \frac{1}{T} \left(\int_0^{DT} y_{\max} dt + \int_{DT}^T y_{\min} dt \right) \\
 &= \frac{D \cdot T \cdot y_{\max} + T(1-D)y_{\min}}{T} \\
 &= -D \cdot y_{\max} + (1-D) y_{\min}
 \end{aligned}$$

$$Y = D \cdot y_{\max}$$

Persamaan diatas dapat disederhanakan dalam berbagai kasus dimana $y_{\min} = 0$ sehingga kita dapat melihat bentuk persamaan akhir. Dari persamaan ini jelas bahwa nilai rata-rata dari sinyal (Y) secara langsung bergantung pada nilai *duty cycle*.

Cara termudah untuk menghasilkan sinyal PWM yaitu dengan metode *intersective*. Metode ini hanya membutuhkan sinyal segitiga atau gergaji yang dihasilkan oleh generator dan sebuah komparator. Sinyal gergaji merupakan sinyal input dan sinyal sinusoida merupakan referensi. Jika sinyal *input* lebih besar dari sinyal referensi, maka tegangan yang dikeluarkan oleh *komparator* adalah *high*, begitu sebaliknya jika *input* lebih kecil *komparator* akan mengeluarkan tegangan *low* (Nianda, 2014: 24).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan sebuah prototipe telemetri pemantau ketinggian air pada bendungan sebagai upaya pencegahan dampak terjadinya banjir dengan sensor ultrasonik sebagai sensor pengukur ketinggian air pada bendungan dan dimonitoring melalui komputer atau laptop.
2. Telemetri pemantau ketinggian air ini memiliki tingkat kesalahan (*error*) nilai linearitas terhadap kalibrator sebesar 0,8%. Sehingga alat ini sangat efektif untuk mengetahui kenaikan air pada model prototipe bendungan. tetapi implementasinya pada bendungan secara langsung perlu menggunakan sensor dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah untuk meminimalisir dampak banjir serta mengetahui indikasi adanya banjir secara nyata.
3. Tingkat kelayakan alat pemantau ketinggian air jarak jauh berdasarkan rata-rata keseluruhan kriteria yang digunakan untuk mengetahui hasil kinerja dari alat adalah 76,7% atau bisa dikatakan berada diatas batas minimal kategori baik (>70%) sehingga alat pemantau ketinggian air ini layak digunakan sebagai acuan pengembanganya terhadap bendungan secara langsung.

5.2 Saran

Prototipe pemantau ketinggian air pada bendungan sudah bekerja sesuai dengan yang diinginkan, baik dari sensor maupun kelayakan alat yang telah diuji oleh pakar/ahli, namun masih memiliki kekurangan dalam akurasi pembacaan sensor serta jarak pengiriman sinyal antara *transmitter* dan *receiver* yang terbatas hanya sejauh 1 km. Pakar juga memberikan masukan penggunaan buzzer saat terindikasi ketinggian air pada kondisi bahaya yaitu dimana ketinggian air lebih dari 19 cm.



DAFTAR PUSTAKA

- Bejo, Agus. 2008. *C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535. Edisi Pertama. Cetakan Pertama*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kadir, Abdul. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. ANDI OFFSET. Yogyakarta
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. ALFABETA, CV. Bandung
- _____. 2015. *Metode Penelitian & Pengembangan Research and Development*. Cetakan Pertama. ALFABETA, Bandung
- Supriyatna. 2017. “*Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Daerah Rawan Longsor*”. *Skripsi*. Semarang : Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang
- Syahwil, Muhammad. 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino*. ANDI OFFSET. Yogyakarta
- Rosyidie, Arief. 2013. “Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan”. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* vol.24/No. 3 Desember 2013
- Kusuma, dkk. 2013.”*Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Mikrokontroler ATmega32*”. *Skripsi*. Surabaya : Fakultas Teknologi Industri Institut Sepuluh November Surabaya
- Yuwana, Lila, Kurriawan Budi Pranata. 2012. “Pengendalian Level Ketinggian Air pada Bendungan dengan memanfaatkan Komunikasi Data Serial”. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* Vol. 8/No. 1 Januari 2012
- Prasetyo, Agus Budhi. 2011. “*Kajian Kerentanan dan Daerah Rawan Banjir Limpasan Sungai Bogowonto dalam Upaya Pengelolaan DAS Secara Terpadu dan Berkelanjutan*”. *Thesis*. Semarang : Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro
- Sulistiyanti, S. Ratna, dkk. 2008. “Rancang Bangun Model Sistem Pemantauan Tinggi Muka Air Sungai Menggunakan Telemetry Radio”. *Electrician Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro* Vol. 2/No. 1 Januari 2008