TUGAS AKHIR – TE 145561

PROTOTIPE ALAT PENGHITUNG VOLUME LUBANG JALAN RAYA MENGGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH UNTUK PEMELIHARAAN JALAN RAYA

Rewinda
NRP 2213 030 088
Andre Perwiratama
NRP 2213 030 095

Dosen Pembimbing
Rudy Dikairono, ST,. MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

FINAL PROJECT – TE 145561

POTHOLE VOLUME METER FOR ROAD MAINTENANCE

Rewinda
NRP 2213 030 088
Andre Perwiratama
NRP 2213 030 095

Advisor
Rudy Dikairono, ST,. MT.

ELECTRICAL ENGINEERING D3 STUDY PROGRAM
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

PERNYATAAN KEASLIAN
TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul " **PROTOTIPE ALAT PENGHITUNG VOLUME LUBANG JALAN RAYA MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED UNTUK PEMELIHARAAN JALAN RAYA** " adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 30 Mei 2016

Mahasiswa I	Mahasiswa II
Rewinda	Andre Perwiratama
NRP 2213030088	NRP 2213030095

PROTOTIPE ALAT PENGHITUNG VOLUME LUBANG JALAN RAYA MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED UNTUK PEMELIHARAAN JALAN RAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada
Bidang Studi Komputer Kontrol
Program Studi D3 Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:
Dosen Pembimbing

Rudy Dikairono, ST., MT.
NIP. 19810325 200501 1002

SURABAYA
MEI, 2016

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

PROTOTIPE ALAT PENGHITUNG VOLUME LUBANG JALAN RAYA MENGGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH UNTUK PEMELIHARAAN JALAN RAYA

Nama Mahasiswa	**:**	**Rewinda**
NRP	**:**	**2213 030 088**
Nama Mahasiswa	**:**	**Andre Perwiratama**
NRP	**:**	**2213 030 095**
Dosen Pembimbing	**:**	**Rudy Dikairono, ST, MT.**

ABSTRAK

Dinas PU Bina Marga melakukan survei ke jalan raya dan mengukur jalan raya yang rusak tersebut dengan cara *manual*, yaitu mengukur lubang satu persatu. Tidak jarang pengukuran ini dilakukan pada siang hari. Hal ini akan mengganggu akses pengguna jalan yang akan menimbulkan kemacetan. Cara ini kurang efisien, maka dari itu diperlukan sebuah alat yang dapat mengukur volume lubang jalan raya dengan praktis. Alat pendeteksi lubang jalan raya mempunyai tiga komponen utama yaitu sensor yang terdiri dari sensor inframerah dan *rotary encoder* lalu mikrokontroler dan *display* yang menunjukkan hasil dari perhitungan volume, pendeteksi lebar dan kedalaman menggunakan inframerah sedangkan panjangnya menggunakan *rotary encoder*. Perhitungannya menggunakan mikrokontroler yang dihubungkan dengan LCD 16x2 yang akan menampilkan hasil volume dan luas dalam bentuk angka. Alat pendeteksi lubang jalan raya ini dapat menghitung nilai luas dan volume dengan menggabungkan data dari sensor inframerah dan *rotary encoder*. Alat ini dapat mengukur lubang dengan lebar maksimal 17 cm dan kedalaman maksimal 80 cm. Nilai volume didapatkan dari hasil perkalian antara nilai data panjang maksimal lubang, data lebar dan rata-rata data tinggi lubang sedangkan nilai luas merupakan perkalian antara nilai data panjang maksimal lubang dan data lebar.

Kata Kunci : Jalan Raya, *Rotary Encoder*, Sensor Inframerah, Lubang Jalan

POTHOLE VOLUME METER FOR ROAD MAINTENANCE

Name	:	**Rewinda**
NRP	:	**2213 030 088**
Name	:	**Andre Perwiratama**
NRP	:	**2213 030 095**
Advisor	:	**Rudy Dikairono, ST, MT.**

ABSTRACT

The public service who responsible for fixing the road that do the survey and measure the broken spot one by one manually and usually it is done in afternoon which can disturb the traffic and cause a jam. Because this method isnt effective enough, so there must be a machine that can measure the area and volume of hole road effectivell. This device consist of three major components first is sensor, consist of infrared sensor and rotary encoder secondly is microcontroller and the last is LCD. On the control panel are functioning microcontroller to run the system according to the program are included. Which is connected to the LCD 16x2 which display the volume in number. This device can measure the area and volume with uniting data from infrared sensor and rotary encoder. This device can measure hole that has maximum width of 17 cm and maximum depth of 80 cm. The value of volume is received from multiplying of maximum data length, the value of data width and average of the hole depth, while the value of area is received from multipying the value of maximum data length and the value of data width.

Keywords : *Highway, Rotary Encoder, Sensor Infrared, Hole Road*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma 3 pada Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

PROTOTIPE ALAT PENGHITUNG VOLUME LUBANG JALAN RAYA MENGGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH UNTUK PEMELIHARAAN JALAN RAYA

Dalam Tugas Akhir ini dirancang sebuah prototipe yang dapat menghitung volume lubang dengan menggunakan sensor Inframerah. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Rudy Dikairono, ST,. MT. dan orang tua kami atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 30 Mei 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN JUDUL iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR v
HALAMAN PENGESAHAN vii
ABSTRAK ix
ABSTRACT xi
KATA PENGANTAR xiii
DAFTAR ISI xv
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL xix

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Permasalahan 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan 2
1.5 Metodologi Penelitian 2
1.6 Sistematika Laporan 4
1.7 Relevansi 5

BAB II TEORI DASAR 7
2.1 Tinjauan Pustaka 7
2.2 Mikrokontroler ATMega 16 7
2.2.1 Arsietektur ATMega 16[4] 8
2.3 LCD 16x2 12
2.4 Sensor *Optocoupler* U [7] 14
2.4.1 *Transmitter* 14
2.4.2 *Receiver* 14
2.5 *Rotary Encoder* 15
2.5.1 *Absolute Rotary Encoder* 16
2.5.2 *Incremental Rotary Encoder* 18
2.6 Sensor Sharp Gp2y0a21yk[9] 19
2.6.1 Konversi ke Jarak 21
2.7 Aspal[8] 21
2.8 Perkerasan Jalan [5] 22
2.9 Cara Cemperbaiki Lubang Jalan 22

2.10 Analisa Biaya Pekerjaan 22

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT 25
3.1 Perancangan Perangkat Mekanik 26
3.1.1 Tempat Kabel 26
3.1.2 Roda Penggerak 27
3.2 Perancangan Perangkat Elektronik 28
3.2.1 Perancangan Perangkat Kontrol 28
3.3 Perancangan Perangkat *Monitoring* 30
3.3.1 Rangkaian LCD 16x2 30
3.4 Rangkaian Sensor Inframerah Sharp GP2y0a21yk 31
3.4.1 Rangkaian Sensor *Rotary Encoder* 31
3.5 Perancangan Perangkat Lunak 32
3.5.1 Program Sensor Inframerah 33

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT 39
4.1 Pengukuran Dan Pengujian Sensor *Rotary Encoder* 39
4.2 Pengukuran Dan Pengujian Sensor Sharp Gp2y0a21yk 42
4.2.1 Pengambilan Data Lebar 42
4.2.2 Penggambilan data tinggi 45
4.3 Data Keluaran Tiap Sensor Infrared 47
4.4 Pengujian Prototipe Secara Keseluruhan 49
4.5 Pengujian LCD 16x2 50

BAB V PENUTUP 53

DAFTAR PUSTAKA 55

LAMPIRAN A 57
A.1. Pengujian Keseluruhan Alat 57

LAMPIRAN B 61
B.1. Program Pengukuran Kedalaman dan Luas Lubang 61

DAFTAR RIWAYAT HIDUP 71

DAFTAR RIWAYAT HIDUP 73

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 1.1 Sistematika Pengerjaan Tugas Akhir 2
Gambar 1.2 Perencanaan Pembuatan Alat..... 3
Gambar 2.1 Diagram Blok Fungsional ATmega 16..... 8
Gambar 2.2 Konfigurasi *Pin I/O* ATmega 16..... 9
Gambar 2.3 LCD 16x2..... 12
Gambar 2.4 Konfigurasi Pin LCD 13
Gambar 2.5 Sensor *Optocoupler*..... 14
Gambar 2.6 Rangkaian dasar *Optocoupler*..... 15
Gambar 2.7 Contoh Susunan Pola 16 Cincin Konsentris Pada Absolut Encoder 16
Gambar 2.8 Contoh Diagram Keluaran Absolut Encoder 4-Bit Tipe Gray Code 17
Gambar 2.9 Contoh Diagram Keluaran Absolut Encoder 4-Bit Tipe *Binary Code* 18
Gambar 2.10 Susunan Piringan Untuk *Incremental Encoder*..... 18
Gambar 2.11 Contoh Pola Keluaran *Incremental Encoder* 19
Gambar 2.12 Gp2y0a21yk0f 20
Gambar 2.13 *Schematic* Sharp Gp2y0a21yk0f..... 20
Gambar 2.14 Tegangan *Output Analog* Vs Jarak *Reflektive Object*..... 21
Gambar 2.15 Susunan Lapis Perkerasan Jalan..... 22
Gambar 3.1 Diagram Blok Fungsional..... 25
Gambar 3.2 Perancangan Prototipe Secara Keseluruhan..... 26
Gambar 3.3 Tempat Kabel 27
Gambar 3.4 Roda Penggerak Alat..... 27
Gambar 3.5 *Rotary Encoder*..... 28
Gambar 3.6 Konfigurasi *Pin I/O* ATmega 16..... 29
Gambar 3.7 Rangkaian *Minimum System* ATmega 16..... 30
Gambar 3.8 Rangkaian LCD pada *Minimum System* ATmega 16 30
Gambar 3.9 Rangkaian Sensor Sharp GP2y0a21yk 31
Gambar 3.10 Rangkaian *Rotary Encoder*..... 32
Gambar 3.11 *Flowchart* sistem secara keseluruhan. 33
Gambar 4.1 Hasil Akhir Pembuatan Alat..... 39
Gambar 4.2 Contoh Lubang Untuk Pengambilan Data..... 40
Gambar 4.3 Grafik Pengukuran *Rotary Encoder*..... 42
Gambar 4.4 Ukuran Asli Lubang..... 42

Gambar 4.5 Grafik Pengukuran Lebar Dari Pengkuran Sharp Gp2y0a21yk. 45
Gambar 4.6 Grafik Pengukuran Tinggi Dari Pengkuran Sharp Gp2y0a21yk. 47
Gambar 4.7 Pengukuran Asli Tinggi Lubang. 47
Gambar 4.8 Tampilan LCD Pengukuran Tiap Sensor Sharp Gp2y0a21yk 49
Gambar 4.9 Pengujian Keseluruhan Prototipe 1 50
Gambar 4.10 Pengujian Keseluruhan Prototipe 2 50
Gambar 4.11 Pengujian LCD 16x2 Tampilan *Scaning*..... 51
Gambar 4.12 Pengujian LCD 16x2 Tampilan Pengukuran lubang 51

DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 1.1 Panjang Jalan Menurut Kodisi Jalan[3] 1
Tabel 2.1 Penjelasan Konfigurasi Pin LCD..... 13
Tabel 2.2 Perhitungan biaya pengaspalan per m^2 23
Tabel 4.1 Data Panjang Dari Pengkuran *Rotary Encoder* 41
Tabel 4.2 Data Lebar Dari Pengkuran Sharp Gp2y0a21yk. 44
Tabel 4.3 Data Pengukuran Tinggi Dari Pengkuran Sharp Gp2y0a21yk. 46
Tabel 4.4 Data Keluaran Tiap Sensor 48

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi jalan raya merupakan hal yang sangat penting. Tanpa jalan raya akan kesulitan untuk mencapai suatu tempat dengan cepat. Oleh karena itu, kondisi dan keadaan jalan raya sangat perlu untuk diperhatikan. Jenis kerusakan tersebut sangat bermacam-macam umumnya kerusakan berupa retak (*cracking*), berupa gelombang (*corrugation*), berupa alur/cekungan arah memanjang sekitar jalan jejak roda kendaraan (*rutting*), berupa genangan aspal dipermukaan jalan (*bleeding*), dan ada juga yang berupa lubang-lubang (*pothole*). Dampak paling buruk yang ditimbulkan dari kerusakan jalan raya adalah timbulnya kemacetan. Pada saat perbaikan jalan, saat siang hari tidak jarang perbaikan ini mengganggu akses pengguna jalan dan membuat terjadinya kemacetan. Hal ini tentunya sangat berbahaya bagi para pengguna jalan. Kemudian dalam hal pemeliharaan jalan banyak sekali step-step untuk mengukur lubang-lubang yang ada pada jalan raya.

Pada dasarnya setiap struktur perkerasan jalan akan mengalami proses pengrusakan secara progresif sejak jalan pertama kali dibuka untuk lalu lintas (Sulaksono, 2001)**[1].** Bedasarkan data kondisi jalan menurut Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Jawa Timur tahun 2012-2014 , dengan total panjang jalan provinsi sepanjang 1.760.912 kilometer. Dari jumlah tersebut, sepanjang 983.522 kilometer jalan dikatakan baik, sedangkan 10.500 kilometer jalan dikatakan rusak berat. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1 Panjang Jalan Menurut Kodisi Jalan[3]

Kondisi Jalan	2012	2013	2014
	Jalan Provinsi (Km)	Jalan Provinsi (Km)	Jalan Provinsi (Km)
01. Baik	649,85	717,553	983,522
02. Sedang	859,79	839,068	588,42
03. Rusak Ringan	211,57	181,791	178,47
04. Rusak Berat	39,7	22,5	10,5

Kondisi Jalan	2012	2013	2014
	Jalan Provinsi (Km)	Jalan Provinsi (Km)	Jalan Provinsi (Km)
Jumlah	**1.760,91**	**1 760,912**	**1 760,912**
Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Jawa Timur			

1.2 Permasalahan

Pada Tugas Akhir ini yang menjadi permasalahan utama adalah kurang efisiennya pengukuran volume dan luas lubang jalan raya yang berjumlah banyak. Kemudian terganggunya arus arus lalu lintas pada saat pengukuran jalan raya pada waktu siang hari.

1.3 Batasan Masalah

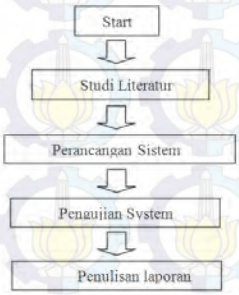
1. Jangkauan *scaning* penghitungan volume pada alat ini yaitu dengan lebar maksimal 17cm, kedalaman maksimal 80cm.
2. Jalan Raya harus bersih tanpa kotoran dan sampah.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat ukur yang dapat melakukan penghitungan volume lubang jalan secara efisien, dapat digunakan pada siang dan malam hari dengan menggunakan sensor inframerah dan *rotary encoder*.

1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Sistematika Pengerjaan Tugas Akhir

a. Studi Literatur

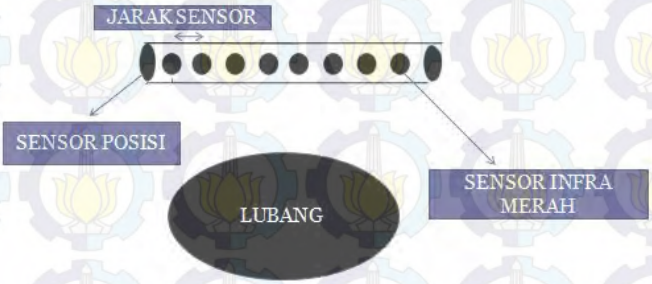
1. Studi literatur yaitu mencari jurnal dan *paper* yang berhubungan dengan judul Tugas Akhir.
2. Mempelajari karakteristik sensor yang akan digunakan yaitu sensor Inframerah sharp gp dan *rotary encoder*.
3. Mempelajari materi mikrokontroler Atmega 16, konfigurasi pin pada Atmega 16.
4. Mempelajari struktur jalan raya.
5. Konsultasi dengan dosen pembimbing.

b. Perancangan *System*

Pada tahap ini akan dilakukan perancangan pembuatan alat dan perancangan pembuatan *software* sesuai data yang telah didapatkan dari studi literatur.

1. Perencanaan dan Pembuatan Alat :

   Pada tugas akhir ini kami menggunakan sensor SHARP GP dan *Rotary Encoder*. Hal ini dapat kita lihat pada **Gambar 1.2** dibawah, dimana sensor sharp gp tersebut digunakan untuk mengukur kedalaman dan lebar suatu lubang, kemudian *rotary encoder* sebagai pengukur panjangnya kedua sensor tadi pengukur volume suatu lubang. Mikrokontroler tersebut digunakan untuk menghitung data hasil pengukuran yang dilakukan oleh kedua sensor. Data hasil penghitungan akan ditampilkan pada *display*.



Gambar 1.2 Perencanaan Pembuatan Alat

2. Perencanaan dan Pembuatan *Software*:

   Perancangan pembuatan *Software* untuk menghitung panjang dan kedalaman lubang.

c. Pengujian Sistem

Strategi untuk pengujian sistem dilakukan dengan menjalankan perangkat lunak yang telah dibangun sebelumnya terhadap kondisi jalan raya menggunakan miniatur jalan raya.

d. Penulisan Tugas dan Laporan Tugas Akhir

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada sistem yang telah dibuat dengan parameter keberhasilannya adalah dapat menghitung volume lubang prototipe jalan raya. Apabila hasil yang diperoleh dari tahap pengujian terjadi ketidak sesuaian atau mungkin hasilnya tidak memuaskan secara bentuk dan ketelitian penyelesaian maka perlu diadakan evaluasi pada *software* serta sistem secara keseluruhan. Kemudian dilakukan pengujian ulang sampai parameter keberhasilan tercapai.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I **Pendahuluan**

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan relevansi.

Bab II **Teori Dasar**

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka, teori penunjang yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

Bab III **Perancangan Sistem**

Membahas perencanaan dan pembuatan perangkat keras yang meliputi rangkaian-rangkaian, desain alat dan perangkat lunak yang meliputi program yang akan digunakan untuk mengaktifkan alat tersebut.

Bab IV **Simulasi, Implementasi dan Analisis Sistem**

Bab ini memuat hasil simulasi dan implementasi serta analisis dari hasil tersebut.

Bab V **Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

1.7 Relevansi

Dari Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Pengaplikasian alat penghitung volume lubang dalam bidang bina marga.
2. Mempermudah para pegawai untuk merencanakan berapa banyak aspal yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan jalan raya tersebut.
3. Mempermudah para pegawai untuk mengukur lubang jalan raya pada saat malam hari.
4. Penyelesaian Tugas Akhir.

BAB II
TEORI DASAR

2.1 Tinjauan Pustaka

Pernah dilakukan penelitian sebelumnya mengenai pendeteksi lubang jalan raya dengan cara menggunakan kamera yang dihubungkan dengan menggunakan GPS. Akan tetapi cara ini hanya dapat mendeteksi ada dan tidaknya lubang tanpa bisa mengukur berapa ukuran lubang.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan penghitungan volume lubang jalan raya dengan menggunakan sensor Inframerah dan *rotary encoder*. Teori dasar yang digunakan adalah pemrograman sensor inframerah dan *rotary encoder* dengan menggunakan AVR Studio. Dalam hal ini sensor inframerah berfungsi sebagai pengihtung kedalaman dan lebar lubang. Kemudian sensor *rotary encoder* dalam tugas akhir ini berfungsi sebagai penghitung panjang lubang. Hasil yang diharapkan dari penggabungan kedua sensor ini adalah memperoleh nilai volume dan luas dari lubang tersebut, yang nantinya dapat digunakan sebagai referensi untuk pemeliharaan jalan raya. Hasil penggabungan kedua sensor ini akan diujikan pada miniatur jalan raya.

2.2 Mikrokontroler ATMega 16

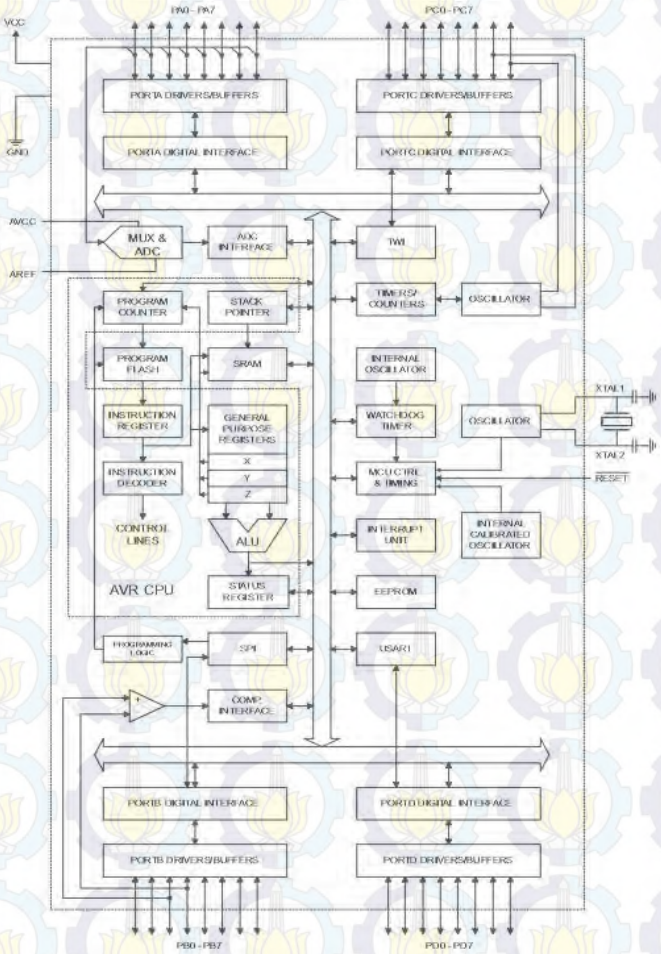
Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit (*16-bits word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi sangat ringkas[6].

Mikrokontroler AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega dan keluarga AT86RFxx.

Saat ini untuk menulis program pada AVR telah disediakan sebuah *software* yang bernama AVR Studio. Selain itu, sebagai pelengkap AVR Studio itu sendiri terdapat beberapa *cross compiler* dari pihak ketiga yang dapat digunakan seperti CodeVision AVR *Compiler* atau ICC AVR.

2.2.1 Arsietektur ATMega 16[4]

Mikrokontroler yang digunakan pada tugas akhir ini adalah ATmega 16. Blok diagram fungsional pada Atmega 16 ditunjukkan pada **Gambar 2.1.**



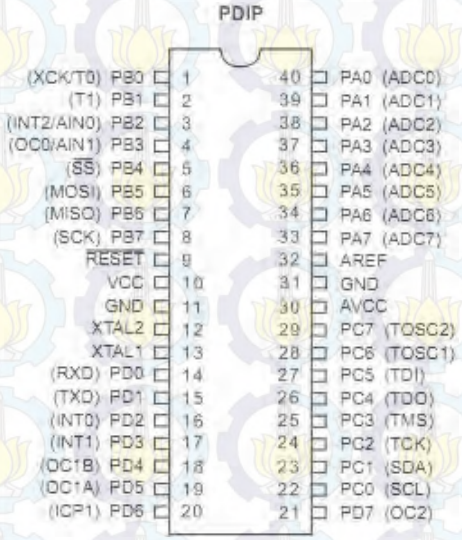
Gambar 2.1 Diagram Blok Fungsional ATmega 16

Pada **Gambar 2.1** tersebut terlihat bahwa ATmega 16 memiliki bagian sebagai berikut: pada Saluran I/O sebanyak 32 buah (*Port* A,

Port B, *Port* C dan *Port* D), memiliki dua buah 8-*bit Timer/Counter* dengan *Separates Prescalers* dan *Compare Modes*, memiliki satu buah 16-*bit Timer/Counter* dengan *Separates Prescalers*, *Compare Modes*, dan *Capture Modes*. Selain itu mikro ini juga memiliki CPU yang terdiri atas 32 buah *register*, w*atchdog Timer* dengan osilator internal, SRAM sebesar 1k *byte*, memori *Flash* sebesar 16k *byte* dengan kemampuan *Read While Write*, unit interupsi internal dan eksternal, *Port* antarmuka SPI, EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi, antarmuka komparator analog, dan *Port* USART untuk komunikasi *serial*.

2.2.2 Konfigurasi *Pin* ATMega 16

Konfigurasi pada *pin* ATMEGA 16 bisa dilihat pada **Gambar 2.2.** Dari gambar tersebut secara fungsional konfigurasi *pin* pada ATmega 16 adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Konfigurasi *Pin I/O* ATmega 16

Di bawah ini merupakan fungsi pin-pin pada Mikrokontroler Atmega16:

1. PIN 10, VCC

   Merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.

2. PIN 11, GND

   Merupakan pin *ground.*

3. Port A (PA0..PA7)

   Merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC. *Port* A juga merupakan *port* I/O 8-bit dua arah (*bi-directional*), apabila *converter* A/D tidak digunakan. Pin-pin *port* dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). *Port* A keluaran *buffer* mempunyai karakteristik gerakan *simetris* dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai masukan dan secara *eksternal* ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. Pin *Port* A adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

4. Port B (PB0..PB7)

   Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI. *Port* B merupakan *port* I/O 8-*bit* dua arah (*bi-directional*) dengan resistor *pull-up internal* (yang dipilih untuk beberapa *bit*). *Port* B keluaran *buffer* mempunyai karakteristik gerakan *simetris* dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai masukan, pin *port* B yang secara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin *Port* B adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif, sekalipun waktu habis.Sedangkan untuk fungsi masing-masing pin dari port B adalah :

   PB7 : *SCK* (*SPI Bus Serial Clock*)
   PB6 : *MISO* (*SPI Bus Master Input / SlaveOutput*)
   PB5 : *MOSI* (*SPI Bus Mater Output / Slave Input*)
   PB4 : $\overline{SS}$ (*SPI Slave Select Input*)
   PB3 : *AINI* (*Analog Comparator Negatif Input*)
   OC0 (*Output Compare Timer / Counter 0*)
   PB2 : *AINO* (*Analog Comparator Positif Input*)
   *INT*2 (*External Interrupt 2 Input*)
   PB1 : *T*1 (*Timer / Counter 1 External Counter Input*)
   PB0 : *T*0 (*Timer / Counter 0 External Counter Input*)
   XCK (*USART External Clock Input / Output*)

5. Port C (PC0..PC7)

   Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog dan *Timer Oscilator*. *Port* C merupakan *port*

I/O 8-bit dua arah (*bi-directional*) dengan *resistor pull-up internal* (yang dipilih untuk beberapa bit). *Port* C keluaran *buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai masukan, pin *port* C yang secara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin *Port* C adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun waktu habis. Apabila JTAG *interface* diaktifkan, *pull up* resistor pada pin PC5(TDI), PC3(TMS) dan PC2 (TCK) akan diaktifkan meskipun pada kondisi *reset*.Kemudian untuk pin-pin pada *port* C :

PC7 : *TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)*
PC6 : *TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)*
PC5 : *TDI (JTAG Test Data In)*
PC4 : *TDO (JTAG Test Data Out)*
PC3 : *TMS (JTAG Test Mode Select)*
PC2 : *TCK (JTAG Test Clock)*
PC1 : *SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)*
PC0 : *SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)*

6. Port D (PD0..PD7)

Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupasi eksternal dan komunikasi *serial*. *Port* D merupakan *port* I/O 8-bit dua arah (*bi-directional*) dengan *resistor pull-up internal* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port D keluaran *buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai masukan, pin *port* D yang secara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin *Port* D adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun waktu habis. Untuk pin-pin pada *port* D adalah sebagai berikut:

PD7 : *OC*2 (*Output Compare Timer / Counter 2*)
PD6 : *ICP*1 (*Timer / Counter 1 Input Capture*)
PD5 : *OC1A* (*Output Compare A Timer / Counter 1*)
PD4 : *OC1B* (*Output Compare B Timer / Counter 1*)
PD3 : *INT1* (*External Interrupt 1 Input*)
PD2 : *INT0* (*External Interrupt 0 Input*)
PD1 : *TxD* (*USART transmit*)
PD0 : *RxD* (*USART receiver*)

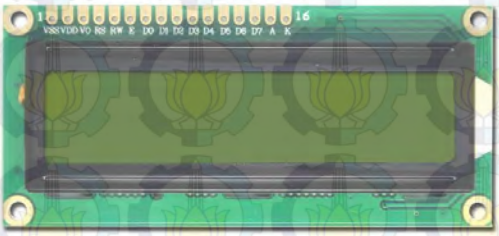
7. Pin 9, RESET

Merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.

8. Pin 12 dan 13, XTAL1 dan XTAL2
   Merupakan pin masukan *clock* eksternal
9. Pin 30, AVCC
   Merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. Pin 32, AREF
   Merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

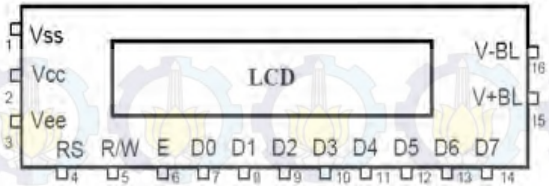
2.3 LCD 16x2

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf maupun grafik. LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis display elektronik. LCD merupakan media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih dibagian belakang susunan kristal cair tadi. **Gambar 2.3** berikut adalah gambar dari LCD.



Gambar 2.3 LCD 16x2

Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya disaring. Apabila baru membeli LCD 16x2 maka butuh *driver* supaya bisa dikoneksikan dengan sistem minimum dalam suatu mikrokontroler. *Driver* yang disebutkan berisi rangkaian pengaman, pengatur tingkat kecerahan maupun data, serta untuk mempermudah pemasangan di mikrokontroler. **Gambar 2.4** adalah konfigurasi pin dari LCD dan **Tabel 2.1** menunjukkan penjelasan dari masing-masing pin.



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin LCD

Tabel 2.1 Penjelasan Konfigurasi Pin LCD

No.	Simbol	Level	Fungsi
1	Vss	-	0 Volt
2	Vcc	-	5 + 10% Volt
3	Vee	-	Penggerak LCD
4	RS	H/L	H = memasukkan data L = memasukkan ins
5	R/W	H/L	H = baca L = tulis
6	E		*Enable signal*
7	DB0	H/L	Data Bus
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	V-BL		Kecerahan LCD
16	V-BL		

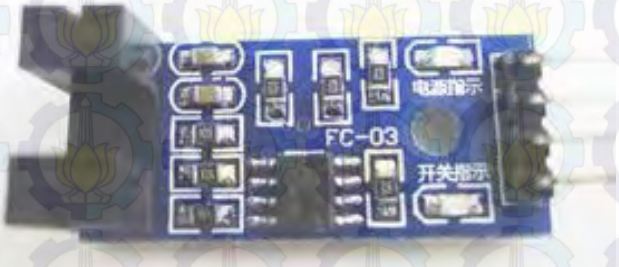
Yang sering digunakan dan paling murah adalah LCD dengan banyak karakter 16x2. Maksudnya semacam fungsi tabel di *ms office*. 16 menyatakan kolom dan 2 menyatakan baris. Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Terdapat 16x2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Setiap huruf terdiri dari 5x7 *dot-matrix cursor*.
3. Terdapat 192 macam karakter.
4. Terdapat 80x8 bit *display* RAM (maksimal 80 karakter).
5. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
6. Dibangun dengan *oscilator* lokal.

7. Sumber tegangan 5 Volt.
8. Otomatis *reset* saat tegangan dihidupkan.
9. Bekerja pada suhu 0℃ sampai 55℃.

2.4 Sensor *Optocoupler* U [7]

Optocoupler adalah piranti elektronika yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu *on-off* . *Opto* berarti optik dan *coupler* berarti pemicu. Jadi, dapat diartikan bahwa *optocoupler* merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optik, yang terdiri atas dua bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*. Bentuk *Optocoupler* dapat dilihat pada **Gambar 2.5.**



Gambar 2.5 Sensor *Optocoupler*

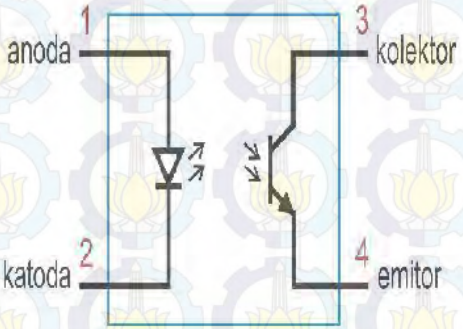
2.4.1 *Transmitter*

Transmitter dibangun dari sebuah LED inframerah yang cahaya tidak terlihat oleh mata telanjang. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED inframerah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak.

2.4.2 *Receiver*

Receiver dibangun dari sebuah phototransistor yaitu suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Spektrum infra merah yang merupakan sumber cahaya menghasilkan energi panas yang lebih besar dari cahaya tampak. Dasar rangkaian ditunjukkan pada **Gambar 2.6** dan bentuk fisiknya ditunjukkan pada **Gambar 2.5**. Prinsip kerja dari *optocoupler* adalah Jika antara *phototransistor* dan *LED* terhalang maka *phototransistor* tersebut akan *off* sehingga keluaran dari kolektor akan berlogika *high*. Sebaliknya jika antara Phototransistor dan *LED* tidak

terhalang maka *phototransistor* tersebut akan *on* sehingga keluarannya akan berlogika *low*.



Gambar 2.6 Rangkaian dasar *Optocoupler*

2.5 *Rotary Encoder*

Rotary encoder adalah divais elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan *serial* pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *rotary encoder* untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. *Rotary encoder* umumnya digunakan pada pengendalian robot, motor *drive*, dsb.

Rotary encoder tersusun dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang pada bagian lingkaran piringan. LED ditempatkan pada salah satu sisi piringan sehingga cahaya akan menuju ke piringan. Di sisi yang lain suatu *photo-transistor* diletakkan sehingga *photo-transistor* ini dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berseberangan. Piringan tipis tadi dikopel dengan poros motor, atau divais berputar lainnya yang ingin kita ketahui posisinya, sehingga ketika motor berputar piringan juga akan ikut berputar. Apabila posisi piringan mengakibatkan cahaya dari LED dapat mencapai *photo-transistor* melalui lubang-lubang yang ada, maka *photo-transistor* akan mengalami saturasi dan akan menghasilkan suatu pulsa gelombang persegi. Semakin banyak deretan pulsa yang dihasilkan pada satu putaran menentukan akurasi *rotary encoder* tersebut, akibatnya semakin banyak jumlah lubang yang dapat dibuat pada piringan menentukan akurasi *rotary encoder* tersebut.

2.5.1 *Absolute Rotary Encoder*

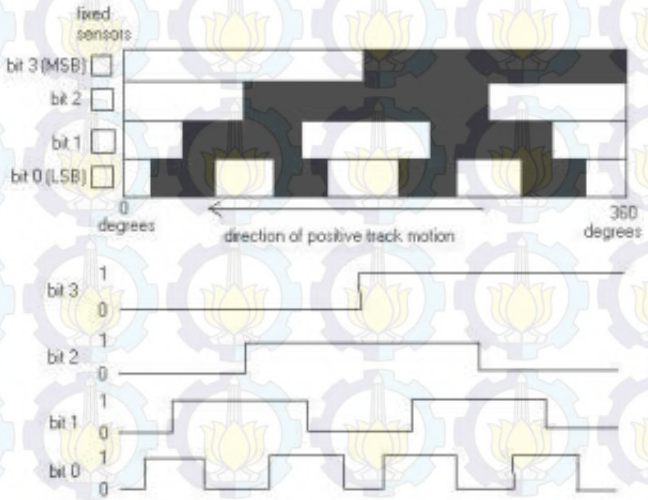
Absolute encoder menggunakan piringan dan sinyal optik yang diatur sedemikian sehingga dapat menghasilkan kode digital untuk menyatakan sejumlah posisi tertentu dari poros yang dihubungkan padanya. Piringan yang digunakan untuk absolut encoder tersusun dari segmen-segmen cincin konsentris yang dimulai dari bagian tengah piringan ke arah tepi luar piringan yang jumlah segmennya selalu dua kali jumlah segmen cincin sebelumnya. Cincin pertama di bagian paling dalam memiliki satu segmen transparan dan satu segmen gelap, cincin kedua memiliki dua segmen transparan dan dua segmen gelap, dan seterusnya hingga cincin terluar. Sebagai contoh apabila absolut encoder memiliki 16 cincin konsentris maka cincin terluarnya akan memiliki 32767 segmen. **Gambar 2.7** menunjukkan pola cincin pada piringan absolut encoder yang memiliki 16 cincin.

Gambar 2.7 Contoh Susunan Pola 16 Cincin Konsentris Pada Absolut Encoder

Karena setiap cincin pada piringan *absolute* encoder memiliki jumlah segmen kelipatan dua dari cincin sebelumnya, maka susunan ini akan membentuk suatu sistem biner. Untuk menghasilkan sistem biner pada susunan cincin maka diperlukan pasangan LED dan *photo-transistor* sebanyak jumlah cincin yang ada pada absolut encoder tersebut.

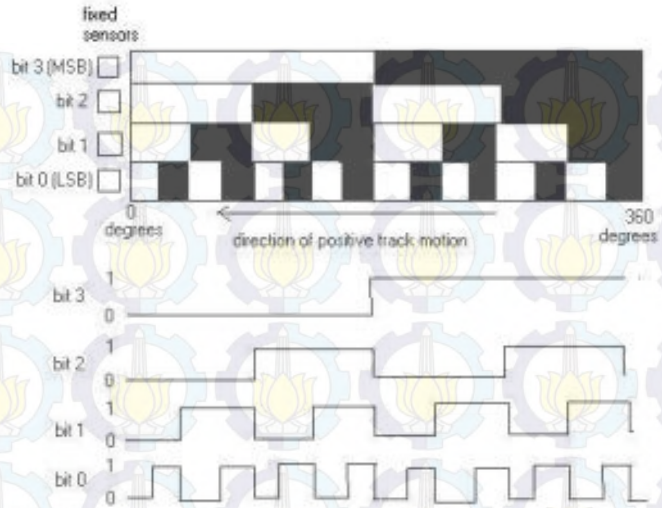
Sistem biner yang untuk menginterpretasi posisi yang diberikan oleh absolut encoder dapat menggunakan kode *gray* atau kode biner

biasa, tergantung dari pola cincin yang digunakan. Untuk lebih jelas, kita lihat contoh absolut encoder yang hanya tersusun dari 4 buah cincin untuk membentuk kode 4 bit. Apabila encoder ini dihubungkan pada poros, maka *photo-transistor* akan mengeluarkan sinyal persegi sesuai dengan susunan cincin yang digunakan. **Gambar 2.8** dan **Gambar 2.9** menunjukkan contoh perbedaan diagram keluaran untuk *absolute* encoder tipe *gray code* dan tipe *binary code*.



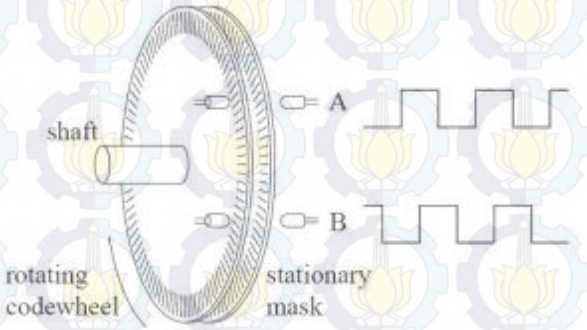
Gambar 2.8 Contoh Diagram Keluaran Absolut Encoder 4-Bit Tipe Gray Code

Dengan absolute encoder 4-bit ini maka kita akan mendapatkan 16 informasi posisi yang berbeda yang masing-masing dinyatakan dengan kode biner atau kode *gray* tertentu. Dengan membaca *output* biner yang dihasilkan maka posisi dari poros yang kita ukur dapat kita ketahui untuk diteruskan ke rangkaian pengendali. Semakin banyak bit yang kita pakai maka posisi yang dapat kita peroleh akan semakin banyak.



Gambar 2.9 Contoh Diagram Keluaran Absolut Encoder 4-Bit Tipe *Binary Code*

2.5.2 *Incremental Rotary Encoder*

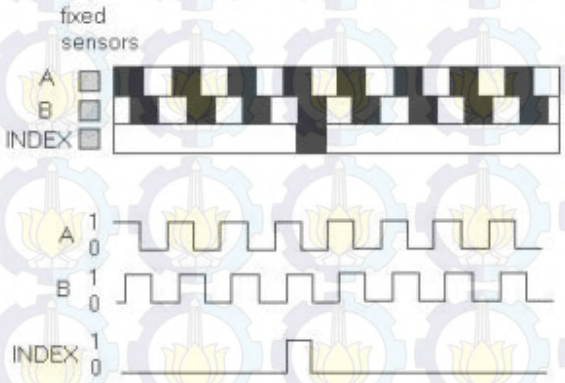


Gambar 2.10 Susunan Piringan Untuk *Incremental Encoder*

Incremental encoder terdiri dari dua *track* atau *single track* dan dua sensor yang disebut *channel* A dan B (Gambar 2.10). Ketika poros berputar, deretan pulsa akan muncul di masing-masing *channel* pada frekuensi yang proporsional dengan kecepatan putar sedangkan hubungan fasa antara *channel* A dan B menghasilkan arah putaran.

Dengan menghitung jumlah pulsa yang terjadi terhadap resolusi piringan maka putaran dapat diukur. Untuk mengetahui arah putaran, dengan mengetahui *channel* mana yang *leading* terhadap *channel* satunya dapat kita tentukan arah putaran yang terjadi karena kedua *channel* tersebut akan selalu berbeda fasa seperempat putaran *(quadrature signal).* Seringkali terdapat *output channel* ketiga, disebut *INDEX*, yang menghasilkan satu pulsa per putaran berguna untuk menghitung jumlah putaran yang terjadi.

Contoh pola diagram keluaran dari suatu *incremental encoder* ditunjukkan pada **Gambar 2.11.** Resolusi keluaran dari sinyal *quadrature* A dan B dapat dibuat beberapa macam, yaitu 1X, 2X dan 4X. Resolusi 1X hanya memberikan pulsa tunggal untuk setiap siklus salah satu sinyal A atau B, sedangkan resolusi 4X memberikan pulsa setiap transisi pada kedua sinyal A dan B menjadi empat kali resolusi 1X. Arah putaran dapat ditentukan melalui level salah satu sinyal selama transisi terhadap sinyal yang kedua. Pada contoh resolusi 1X, A = arah bawah dengan B = 1 menunjukkan arah putaran searah jarum jam, sebaliknya B = arah bawah dengan A = 1 menunjukkan arah berlawanan jarum jam.



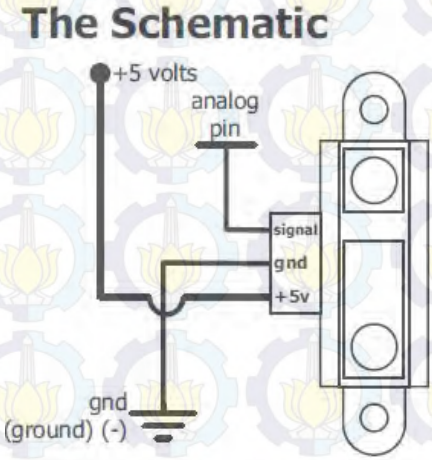
Gambar 2.11 Contoh Pola Keluaran *Incremental Encoder*

2.6 Sensor Sharp Gp2y0a21yk[9]

GP2Y0A21YK0F adalah (Analog) Modul sensor inframerah yang berfungsi sebagai pengukur jarak. Satuan jarak sensor pengukur, terdiri dari kombinasi terpadu dari PSD (Posisi detektor sensitif), IRED (inframerah memancarkan diode) dan sirkuit pemrosesan sinyal[9].

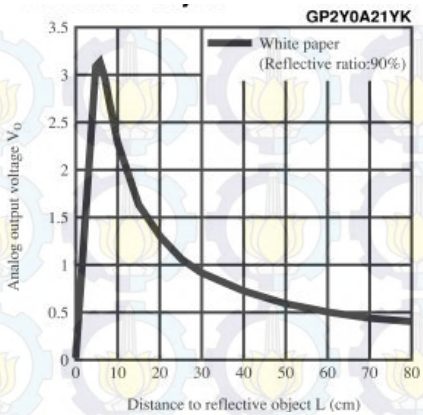
Gambar 2.12 Gp2y0a21yk0f

Gambar 2.12 merupakan gambar sensor sharp Gp2y0a21yk0f. Sensor ini merupakan komponen yang sangat rapi. Cukup dengan menghubungkan +5Vdan *ground* dan tegangan tegangan sebanding dengan jarak sensor dan sebuah ketika mendeteksi objek, objek di depannya akan dikembalikan ke sensor ini kembali (mulai dari 0,4 volt pada 80 cm ke 3 volt pada 10cm). **Gambar 2.13** merupakan *schematic* dari sensor sharp GP2Y0A21YK0F.



Gambar 2.13 *Schematic* Sharp Gp2y0a21yk0f

2.6.1 Konversi ke Jarak



Gambar 2.14 Tegangan *Output Analog* Vs Jarak *Reflektive Object*

Tegangan kembali itu tidak *linear* (lihat **Gambar 2.14**), namun bisa dikonversikan ke jarak dengan menggunakan beberapa rumus matematika sederhana. Akan ada beberapa variasi antara model tapi ada persamaan yang hasilnya mendekati linier (hasil + - ~ 5%)[10]. Persamaan matematikanya adalah sebagia berikut:

- Dari 10 bit A/D membaca ke *Centimeters* (dengan *supply* tegangan 5V)

  Jarak = 12343.85 * (10bit *reading*)^-1.15
- Dari Tegangan membaca ke *Centimeters* (dengan *supply* tegangan 5V)

  Jarak = 27.86 (*voltage reading*)^-1.15
- Kode Arduino (5v)

  float distance = 12343.85 * *pow(analogRead(sensorPin*),-1.15

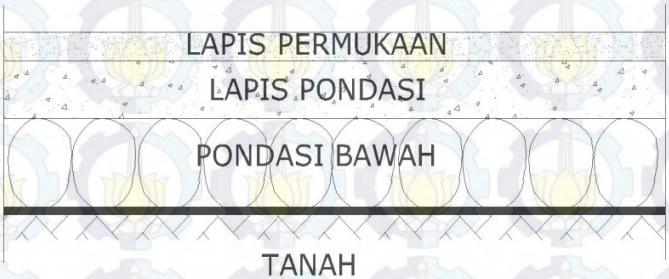
2.7 Aspal[8]

Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viscoelastis sehingga akan melunak dan cair apabila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya. Sifat viscoelastis inilah yang membuat aspal dapat menyelimuti dan menahan agregat tetap pada tempatnya selama proses produksi dan masa pelayanannya. Pada dasarnya aspal terbuat dari suatu rantai hidrokarbon yang disebut bitumen, oleh sebab itu aspal sering disebut material berbituminous.

Umumnya aspal didapatkan dari penyulingan minyak bumi, sehingga disebut aspal keras. Tinggkat pengontrolan yang dilakukan pada tahapan proses penyulingan akan menghasilkan aspal dengan sifat-sifat yang khusus yang cocok untuk pemakaianyang khusus pula, seperti untuk pembuatan campuran beraspal , pelindung atap dan penggunaan khusus lainnya.

2.8 Perkerasan Jalan [5]

Bagian Perkerasan jalan umumnya meliputi : lapis pondasi bawah *(sub base course)*, lapis pondasi *(base course)*, dan lapis permukaan *(surface course)*. Bagian perkerasan dapat dilihat pada **Gambar 2.15.**



Gambar 2.15 Susunan Lapis Perkerasan Jalan

2.9 Cara Cemperbaiki Lubang Jalan

Dalam hal pemeliharaan ketika terdapat lubang pada jalan raya, pertama-tama lubang tersebut diukur berapa luas area lubang untuk menentukan jumlah aspal yang akan dibeli hal ini dapat dilihat pada **Tabel 2.2**. Kemudian Lubang dibersihkan kemudian lubang tersebut diisi dengan Batu pecah pecah mesin yang berukuran 2/3 -3/5 cm dan digilas menggunakan roler. Kemudian diisi dengan Batu pecah mesin yang berukuran 1 -2 cm dan digilas lagi menggunakan roller. Setelah itu lubang diisi lagi dengan Batu pecah mesin yang berukuran 0,1 1 cm. Yang terahir aspal lapen panas dituangkan pada lubang dan area sekitar lubang dan ditaburi batu pecah mesin yang berukuran 0,1 1 cm kemudian di sapu.

2.10 Analisa Biaya Pekerjaan

Berikut ini merupakan tabel perhitungan biaya per meter persegi untuk Lapisan Penetrasi Macadam (lapen). Lapisan Penetrasi Macadam

(lapen) merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas lapen ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan bervariasi dari 4-10 cm. (Sukirman,1999). Dari **Tabel 2.2** dapat dilihat bahwa setiap meter persegi membutuhkan aspal 4,5 kg, dengan ketebalan 4cm. Kemudian koefisien digunakan untuk menentukan biaya yang dibutuhkan.

Tabel 2.2 Perhitungan biaya pengaspalan per m^2

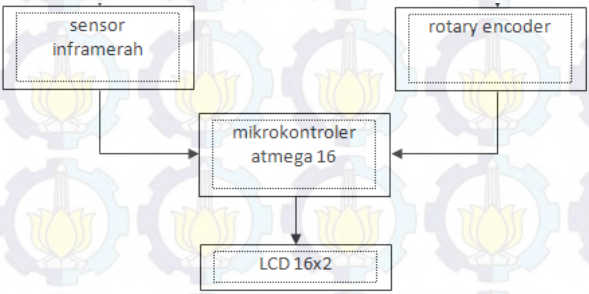
Tipe Aspal	Uraian	Koefisien	Satuan
Lapen	Pelapsan Penetrasi aspal 4,5 kg, t=4cm	**1**	**m2**
	Tenaga		
	1. Mandor	0,007	org,/hr,
	2. Operator	0,004	org,/hr,
	3. Pembantu operator	0,004	org,/hr,
	4. Sopir	0,002	org,/hr,
	5. Pembantu sopir	0,002	org,/hr,
	6. Tuang masak aspal	0,06	org,/hr,
	7. Pekerja	0,144	org,/hr,
	Bahan		
	1. Aspal AC	4.500	kg
	2. Batu pecah 2/3 -3/5 cm pecah mesin	0,044	m3
	3. Batu pecah mesin 1 -2 cm	0,014	m3
	4. Batu pecah mesin 0,1 1 cm	0,008	m3
	5 kayu bakar	0,004	m3
	Alat		
	1, Tandem roller	0,003	unit
	2, Aspal sprayer	0,014	unit

BAB III
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan pembuatan prototipe alat pengukur volume lubang jalan raya menggunakan sensor inframerah. Perancangan prototipe ini terdiri dari perancangan perangkat mekanik, perancangan perangkat elektronik , dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat mekanik menjelaskan tentang mekanik yang dibuat untuk membantu menunjang jalannya sistem. Perancangan rangkaian elektronik menjelaskan tentang rangkaian elektronik dan perangkat yang digunakan sebagai rangkaian kontrol dan rangkaian penunjang. Sedangkan perancangan perangkat lunak menjelaskan tentang penulisan program yang digunakan untuk membuat sistem bekerja sesuai dengan jalannya sistem yang direncanakan.

Untuk membuat prototipe alat pengukur volume lubang jalan raya menggunakan sensor inframerah dibutuhkan bagian utama, yaitu:

1. Mikrokontroler yang berfungsi untuk menerima data dari sensor inframerah dan *rotary encoder*, mengolah data, serta pemberi perintah.
2. Sensor inframerah sebagai pembaca pengukur kedalaman lubang dan menentukan lebar lubang.
3. *Rotary encoder* sebagai pengukur panjang lubang.
4. Roda untuk menggerakkan alat maju dan mundur.



Gambar 3.1 Diagram Blok Fungsional

Diagram Blok fungsional sistem merupakan gambaran dari keseluruhan sistem yang bekerja. Diagram blok terdiri dari blok–blok, dimana setiap blok berisi nama perangkat yang digunakan dalam sistem. Setiap blok saling berhubung dengan blok lainnya sesuai dengan sistem

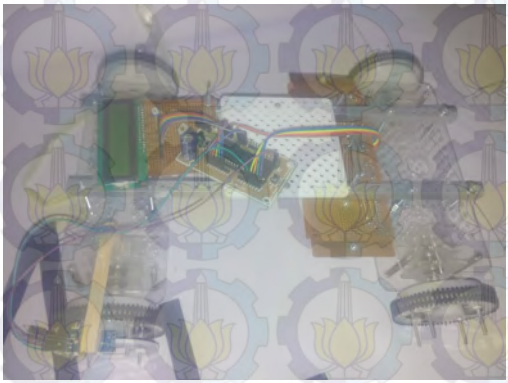
yang berjalan. Diagram blok berfungsi untuk mempetakan proses kerja dari suatu sistem. Dengan pemetaan dan gambaran dari suatu perangkat yang bekerja, maka dapat memudahkan dalam mengenal perangkat apa saja yang terpakai dalam sistem yang berjalan. Diagram blok ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1.**

Gambar 3.1 menjelaskan tentang semua perangkat rancang bangun prototipe alat pengukur volume lubang jalan raya. Tugas Akhir yang dibuat bertujuan untuk menghitung volume lubang jalan raya.

Sistem kontrol dari Tugas Akhir ini adalah alat ini dapat mengukur volume lubang yang ada pada jalan raya dengan mengkalikan jumlah dari penjang maksimal, lebar maksimal dan kedalaman maksimal lubang tersebut. Sistem *monitoring* yang dirancang dapat memantau besar volume lubang jalan raya dan ditampilkan ke LCD.

3.1 Perancangan Perangkat Mekanik

Mekanik dirancang dan dibuat untuk menunjang kelengkapan dari Tugas Akhir. Mekanik yang dibuat pada alat ini mempunyai struktur dan fungsi yang berbeda-beda. Gambar keseluruhan alat dapat dilihat pada **Gambar 3.2**. . Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa prototipe ini terdiri dari berapa bagian dan bagian tersebut adalah sebagai berikut:

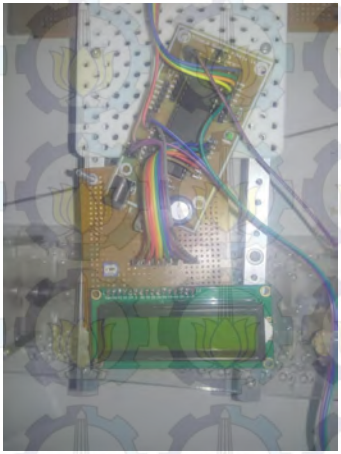


Gambar 3.2 Perancangan Prototipe Secara Keseluruhan

3.1.1 Tempat Kabel

Tempat kabel merupakan tempat meletakkan semua komponen seperti mikrokontroler dan sensor. Pada prototipe ini terdapat beberapa komponen seperti sensor inframerah dan LCD 16x2 yang dihubungkan

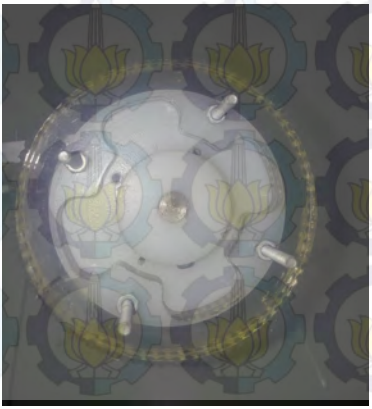
dengan kabel dan diletakkan pada tempat kabel ini. Tempat kabel pada prototipe ini dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Tempat Kabel

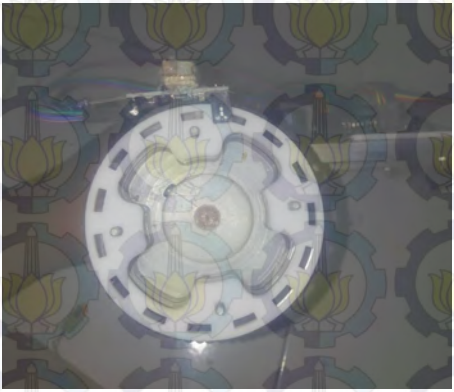
3.1.2 Roda Penggerak

Roda penggerak pada prototipe ini digunakan untuk menggerakkan prototipe secara maju mundur. Roda ini dapat dilihat pada **Gambar 3.4.** Roda penggerak memiliki fungsi lain selain menggerakkan roda maju dan mundur. Fungsi lain ini adalah sebagai *rotary encoder* atau dalam hal ini sebagai penghitung panjang dari lubang.



Gambar 3.4 Roda Penggerak Alat

Pada prototipe ini roda penggerak di desain berlubang sebagai celah sensor *Optocoupler U* untuk menghitung posisi. Lubang pada roda ini adalah 15 lubang yang mana ketika seluruh lubang terlewati hal ini menunjukkan bahwa roda sudah berputar 360°. Pada alat ini telah di program yaitu ketika sensor melewati 1 lubang hal ini sama dengan menempuh jarak 1 cm. Jadi, ketika lubang sudah terlewati semua sensor akan mendeteksi 15 cm. *Rotary encoder* pada alat ini dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3.5 *Rotary Encoder*

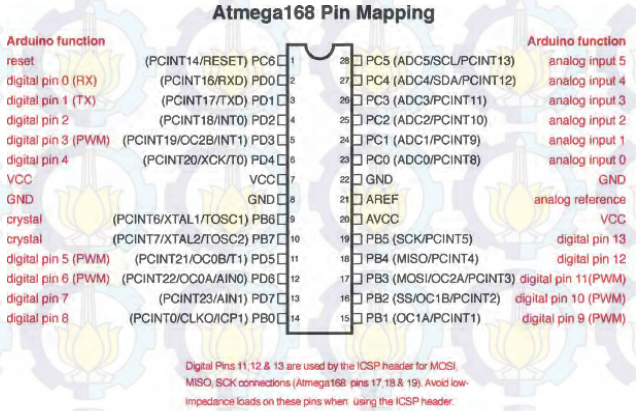
3.2 Perancangan Perangkat Elektronik

Perangkat Elektronik yang dirancang meliputi Perancangan Perangkat Kontrol dan Perancangan Perangkat *Monitoring*. Perangkat Kontrol berupa perangkat yang berfungsi untuk mengontrol hasil pembacaan sensor inframerah dan *Rotary Encoder*. Pada alat ini perangkat *monitoring* berupa perangkat yang berfungsi untuk menampilkan informasi yang diterima dan diolah oleh Mikrokontroler.

3.2.1 Perancangan Perangkat Kontrol

Perancangan Perangkat Kontrol menjelaskan tentang perangkat yang mengontrol prototipe alat pengukur volume lubang jalan raya. Perangkat yang mempengaruhi kontrol alat ini adalah *Minimum System.* Perangkat kontrol yang digunakan pada alat ini adalah *Minimum System.* adalah ATmega 16. *Minimum system* ATmega 16 ini berfungsi untuk mengolah data yang diterima dan mengatur kerja dari perangkat yang lain. ATmega 16 sendiri mempunyai 8 input analog, dan 24 input

digital. Konfigurasi pin pada ATmega ini dapat dilihat pada **Gambar 3.6.**

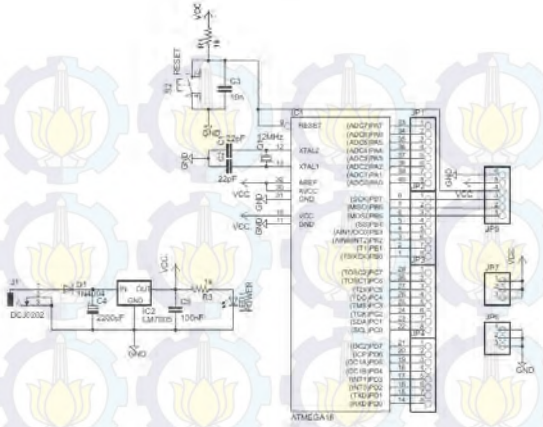


Gambar 3.6 Konfigurasi *Pin I/O* ATmega 16

Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain:

- Memiliki *EEPROM* (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena *EEPROM* tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan,
- Memiliki *SRAM* (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB,
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya *PWM* (*Pulse Width Modulation*) output,
- 32 x 8-bit register serba guna,
- Dengan *clock* 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS,
- 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash* memori sebagai *bootloader*, dan
- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock.*

Agar dapat dioperasikan dan diprogram ATmega 16 ini memerlukan sebuah rangkaian yang terdiri dari osilator (pembangkit frekuensi), *power supply*, *ISP (In-System Programmable) dan* rangkaian *reset.* Rangkaian *minimum system* yang digunakan pada alat ini dapat dilihat pada **Gambar 3.7.**

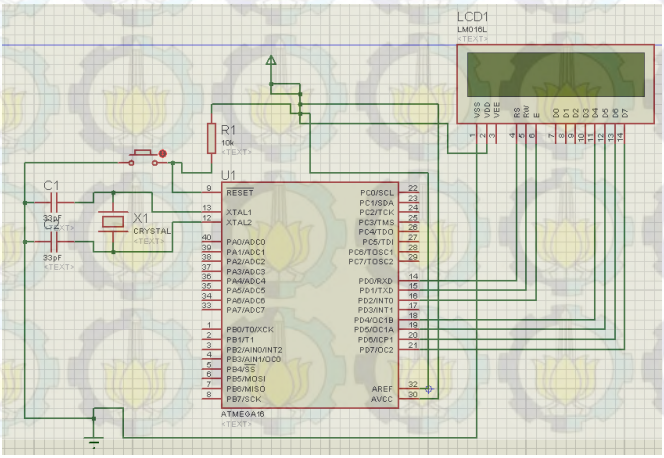


Gambar 3.7 Rangkaian *Minimum System* ATmega 16

3.3 Perancangan Perangkat *Monitoring*

Perancangan Perangkat *Monitoring* menjelaskan tentang perangkat yang mempengaruhi tampilan informasi yang diterima dari mikrokontroler pada prototipe pengukur volume lubang jalan raya yaitu sebagai berikut:

3.3.1 Rangkaian LCD 16x2

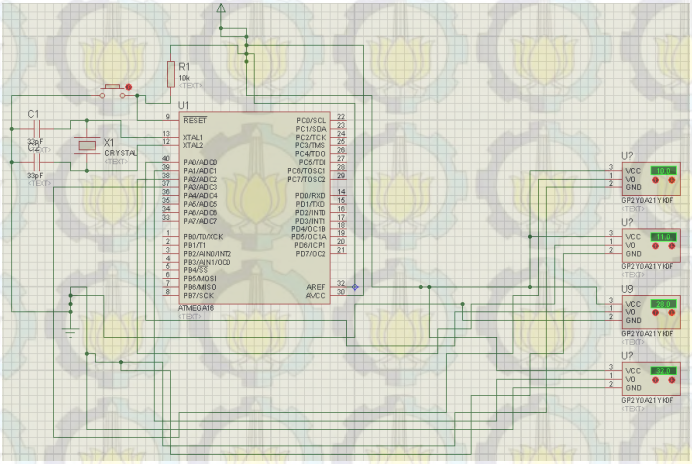


Gambar 3.8 Rangkaian LCD pada *Minimum System* ATmega 16

Rangkaian LCD 16x2 pada alat ini berfungsi untuk menampilkan hasil dari pembacaan sensor yang ada pada alat. Pada alat ini pin-pin yang terdapat pada LCD 16x2 disambungkan pada *minimum system* yaitu pada *port C*. Hal ini dapat dilihat lebih jelas pada **Gambar 3.8**.

3.4 Rangkaian Sensor Inframerah Sharp GP2y0a21yk

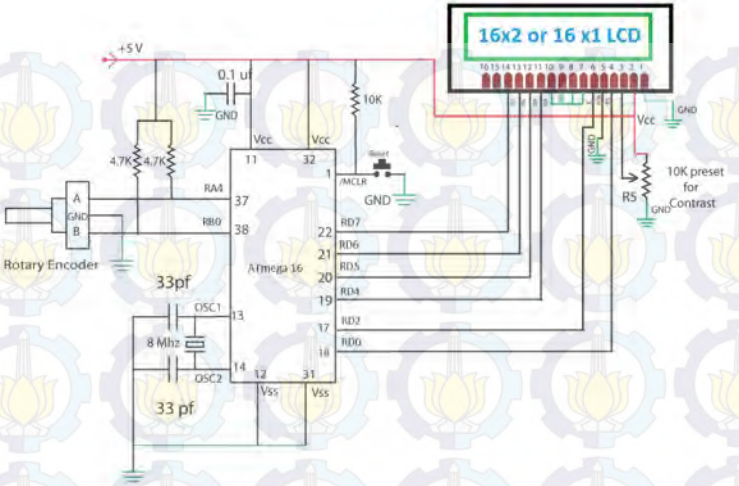
Rangkaian sensor inframerah berfungsi untuk mengambil data ADC dan memindahkannya ke mikrokontroler. Rangkaian ini membutuhkan 4 sensor inframerah sharp gp2y0a21yk dengan pin data disambungkan ke pin ADC mikrokontroler PIN A0 sampai A3. Sambungan kabelnya dapat dilihat pada **Gambar 3.9.**



Gambar 3.9 Rangkaian Sensor Sharp GP2y0a21yk

3.4.1 Rangkaian Sensor *Rotary Encoder*

Rangkaian sensor *rotary encoder* ini berfungsi untuk mengukur jarak panjang lubang yang diukur. Rangkaian *rotary encoder* dapat dilihat pada **Gambar 3.10**. Dari gambar tersebut dapat kita lihat bahwa pin *rotary encoder* memiliki 3 pin. Dalam rangkaian tersebut *sensor rotary encoder* dihubungkan ke vcc, *ground* dan data ADC pada mikrokontroler PIN 4.



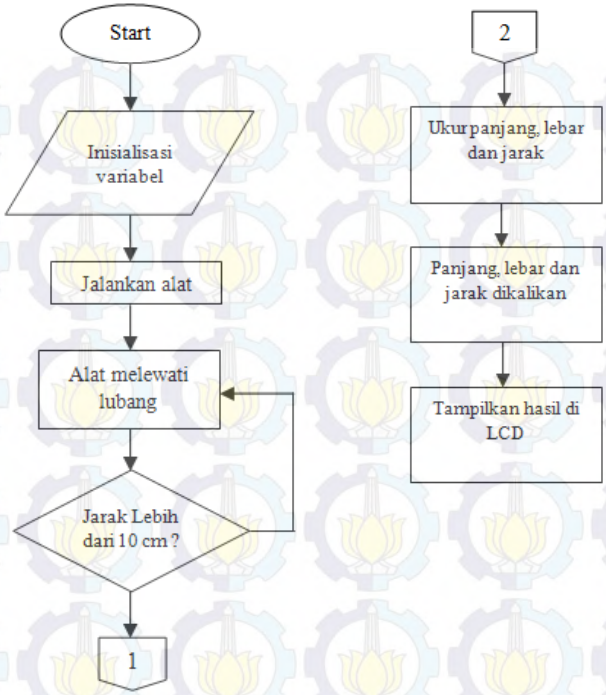
Gambar 3.10 Rangkaian *Rotary Encoder*

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada tugas akhir ini meliputi perangkat lunak *Code Vision AVR* untuk mikrokontroler ATmega 16. Dan akan ditampilkan pada *Display* yaitu LCD 16x2.

IC ATMega 16 yang terdapat dalam mikrokontroler akan mengolah data dan memberi perintah kepada perangkat lain dalam suatu sistem. Untuk dapat menjalankan urutan proses kerja sistem yang diinginkan, maka dibutuhkan aplikasi *Code Vision AVR*.

Aplikasi *Code Vision AVR* berfungsi sebagai sarana dalam menuliskan perintah kerja yang akan diunggah ke dalam mikrokontroler. Selain menuliskan kode program, *Code Vision AVR* juga dapat mengkonversi kode program berupa bahasa manusia ke dalam bentuk bahasa mesin. Sebelum membuat kode program untuk sistem yang digunakan, runtutan kerja dari sebuah sistem dirumuskan terlebih dahulu melalui pembuatan *flowchart*.



Gambar 3.11 *Flowchart* sistem secara keseluruhan.

3.5.1 Program Sensor Inframerah

Agar data sensor dapat ditampilkan data sensor harus diolah terlebih dahulu menggunakan program sensor inframerah. Pertama membuat rumus untuk sensor inframerah Sharp GP2y0a21yk dan mengubah data adc ke data cm, lalu membuat sampling data sebanyak 3 kali yang bertujuan untuk menghitung rata-rata pembacaan dari 4 sensor inframerah. Pembacaan akan dilakukan setiap 10ms, jadi untuk pembacaan 3 sampel membutuhkan sekitar 30 ms dan hasil ketiga data tersebut ditambah dan dibagi 3 agar diketahui rata-ratanya. Program sensor inframerah pada alat ini dapat dilihat sebagai berikut :

```
unsigned int sensor( int data ){ //rumus utk mengubah data adc ke cm
    sharp=((unsigned char)(7361.5694/(float)data) - 6.2304);
    return sharp;
```

```
}

void data_sensor(){  //sampling data sensor sebanyak 5kali
   for(a=0; a<3; a++){
        data1=sensor(read_adc(0));
        dat1+=data1;
        data2=sensor(read_adc(1));
        dat2+=data2;
        data3=sensor(read_adc(2));
        dat3+=data3;
        data4=sensor(read_adc(3));
        dat4+=data4;
   }
      dat1=dat1/3;
      dat2=dat2/3;
      dat3=dat3/3;
      dat4=dat4/3;
}
```

Program diberikan persyaratan yaitu dengan mengatur agar mikro mendeteksi ada lubang jika salah satu sensor memberikan besar data adc lebih dari 10, maka nilai flag akan sama dengan 1 jika sensor tidak ada yang memberikan besar nilai adc lebih dari 10, maka nilai *flag* sama dengan 0. Program dapat dilihat sebagai berikut:

```
data_sensor(); //cek data sensor
      if(dat1>10||dat2>10||dat3>10||dat4>10){      //cek kondisi jika ada lubang
        flag=1;
      }
      else flag=0;

}
```

Pada saat nilai *flag* sama dengan 1, yang mana ada lubang yang diukur, maka besar nilai adc pada setiap sensor akan dihitung dan tulisan *scanning* akan muncul pada layar dan mengubah nilai ambil menjadi 1. Hal ini dapat kita lihat pada *listing* program berikut :

```
while(flag==1){ //kondisi lubang terdeteksi dan menyimpan data lubang ke array setiap 50ms
        if(i>50) i=0;

        lebar1[i]=dat1;
        lebar2[i]=dat2;
        lebar3[i]=dat3;
        lebar4[i]=dat4;
        i++; ambil=1;

        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_puts("    Scanning");
        delay_ms(50);
    }
```

Pada saat nilai ambil sama dengan 1, maka langkah selanjutnya adalah mengukur lebar lubang , jika satu sensor membaca adc lebih dari 10, maka pada data lb di sensor tersebut diberi nilai 1, sedangkan untuk menghitung kedalaman lubang, maka hasil pembacaan adc dari sensor tersebut ditambahkan dengan data kedalaman yang ada sebelumnya. Program ditunjukkan pada *listing* program dibawah ini :

```
while(flag==0){ //kondisi lubang tidak terdeteksi
        if(ambil==1){
            panjang=1.5*count;  //panjang=(keliling lingkarang / jumlah lubang) * jumlah counter
            //count=0;
            for(x=0;x<=i;x++){
                //cek lebar lubang
                if(lebar1[x]>10) lb1=1;
                if(lebar2[x]>10) lb2=1;
                if(lebar3[x]>10) lb3=1;
                if(lebar4[x]>10) lb4=1;

                //menghitung kedalaman lubang
                ked1+=lebar1[x];
                ked2+=lebar2[x];
                ked3+=lebar3[x];
```

```
        ked4+=lebar4[x];
    }
```

Untuk kedalaman, x disini adalah berapa kali data kedalaman diambil, jika data diambil sebanyak 5 kali, maka hasil dari pertambahan nilai data adc dari sensor dibagi 5, dan sebagainya, tergantung oleh nilai x. dan untuk lebar lubang, diambil data sebelumnya, sebanyak data yang bernilai 1, jika ada satu data yang bernilai 1, maka lebar dianggap 4cm, jika ada dua data yang bernilai 1, maka lebar dianggap 8cm, jika ada tiga data yang bernilai 1, maka lebar dianggap 13cm, dan jika semua data lebar sensor bernilai 1, maka lebar dianggap 17cm, jika data lebar tidak ada yang bernilai 1, maka lebar dianggap 0. Program dapat dilihat pada *listing* program dibawah ini :

```
}
    ked1=ked1/x;
    ked2=ked2/x;
    ked3=ked3/x;
    ked4=ked4/x;
    ambil=0;

    //cek lebar lubang
    lebar = lb1+lb2+lb3+lb4;
    if(lebar==1) leb=4;
    else if(lebar==2) leb=8;
    else if(lebar==3) leb=13;
    else if(lebar==4) leb=17;
    else leb=0;
```

Untuk perhitungan luas dan kedalaman, untuk luas, maka hasil dari panjang dikalikan dengan hasil lebar, dan untuk volume, maka hasil dari luas, dikalikan dengan hasil dari kedalaman. *Listing* program dapat dilihat dibawah ini :

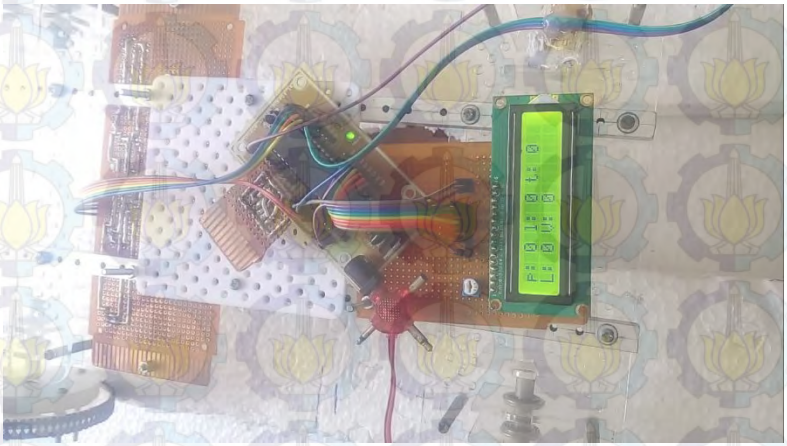
```
kedalaman=kedalaman-9;
    if(kedalaman < 0) kedalaman=0;

    luas=panjang*leb;
    volum=luas*kedalaman;
```

Lalu semua yang didapat dari pembacaan dan perhitungan, yaitu perhitungan panjang, lebar, kedalaman, luas dan volum ditampilkan di LCD 16x2. untuk hasil panjang, lebar dan kedalaman ditampilkan di sebelah atas, sedangkan untuk luas dan volum di sebelah bawah dengan *delay* 60ms. *Listing* program dapat dilihat dibawah ini :

```
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        sprintf(temp,"p:%2d l:%2d t:%2d",panjang,leb,kedalaman);
        lcd_puts(temp);

        lcd_gotoxy(0,1);
        sprintf(temp,"L:%2d V:%2d",luas,volum);
        lcd_puts(temp);

        delay_ms(50);

        }

      }
}
```

BAB IV
PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Untuk mengetahui bahwa prototipe telah bekerja dengan benar maka perlu dilakukan pengujian alat yang meliputi pengujian perangkat keras dan pengujian perangkat lunak. Pengujian yang dilakukan pada peralatan untuk mengetahui kesesuaian antara teori dengan hasil perancangan, yaitu dengan mengetahui hasil pengukuran pada setiap perangkat yang telah dibuat. Alat yang telah selesai dapat dilihat pada **Gambar 4.1.**



Gambar 4.1 Hasil Akhir Pembuatan Alat

4.1 Pengukuran Dan Pengujian Sensor *Rotary Encoder*

Pengujian dilakukan dengan cara mengambil data keluaran sensor *rotary encoder* pada lubang gabus sebanyak 10 kali yaitu pada 10 orang yang berbeda, contoh lubang yang diukur dapat dilihat pada **Gambar 4.2.** Data yang di dapatkan dari hasil pengujian alat dapat dilihat pada **Tabel 4.1.** Pada tabel tersebut kami mengambil nilai referensi 10, 11, 16. Dari pengukuran tersebut kami mendapatkan 3 *error* yaitu *error* pada setiap pengukuran, *error* yang dilakukan oleh setiap orang dan *error* alat. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Ukuran (Cm)} - \text{Nilai Referensi (Cm)}}{\text{Nilai Referensi (Cm)}}$$

Kemudian dari *error-error* pda setiap pengambilan data dapat kita rata-rata untuk mengetahui *error* yang dilakukan pada setiap orang yang melakukan pengambilan data. Dari data *error* yang dilakukan setiap orang yang mengambil data kemudian data *error* dari 10 orang tadi dirata-rata lagi dan diperolehlah nilai *error* alat ini. Hal ini dapat kita lihat pada **Tabel 4.1.**

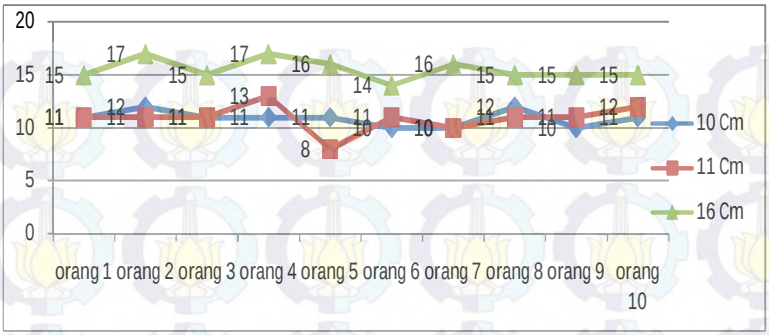
Dari tabel tersebut diketahui bahwa persentase *error* alat yaitu sekitar 7% jika dilakukan pada ukuran tersebut, hal ini disebabkan karena berbagai faktor, seperti posisi roda yang berbeda saat alat dijalankan, dan juga karena nilai ketepatan sensor *optocoupler* yang rendah, menyebabkan persentase kesalahan yang besar pada pengukuran panjang. Grafik hasil pengukuran dapat dilihat pada **Gambar 4.3.**

Gambar 4.2 Contoh Lubang Untuk Pengambilan Data

Tabel 4.1 Data Panjang Dari Pengkuran *Rotary Encoder*

No	Nilai Referensi (Cm)	Pengukuran Alat									
		Orang 1		Orang 2		Orang 3		Orang 4		Orang 5	
		Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)
1	10	11	10,00	12	20,00	11	10,00	11	10,00	11	10,00
2	11	11	0,00	11	0,00	11	0,00	13	18,18	8	27,27
3	16	15	6,25	17	6,25	15	6,25	17	6,25	16	0,00
Rata-Rata *Error* Setiap Orang (%)		5,42		8,75		5,42		11,48		12,42	
Error Alat (%)		7,00									

No	Nilai Referensi (Cm)	Pengukuran Alat									
		Orang 6		Orang 7		Orang 8		Orang 9		Orang 10	
		Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)
1	10	10	0,00	10	0,00	12	20,00	10	0,00	11	10,00
2	11	11	0,00	10	9,09	11	0,00	11	0,00	12	9,09
3	16	14	12,50	16	0,00	15	6,25	15	6,25	15	6,25
Rata-Rata *Error* Setiap Orang (%)		4,17		3,03		8,75		2,08		8,45	
Error Alat (%)		7,00									



Gambar 4.3 Grafik Pengukuran *Rotary Encoder*

4.2 Pengukuran Dan Pengujian Sensor Sharp Gp2y0a21yk

Pada alat ini lebar dan kedalaman didapatkan dari keluaran sensor inframerah Sharp Gp2y0a21yk. Dari pengujian sensor inframerah ini dapat didapatkan 2 data yaitu data lebar dan panjang sebagai berikut:

4.2.1 Pengambilan Data Lebar

Gambar 4.4 Ukuran Asli Lubang

Pengujian lebar dilakukan dengan cara mengambil data keluaran sensor Sharp Gp2y0a21yk sebanyak 10 kali pada 10 orang yang

berbeda, kami mengambil nilai referensi 8, 13, 17. Dari pengukuran tersebut kami mendapatkan 3 *error* yaitu *error* pada setiap pengukuran, *error* yang dilakukan oleh setiap orang dan *error* alat. Rumus yang digunakan untuk mencari *error* setiap pengukuran adalah sebagai berikut :

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Ukuran (Cm)} - \text{Nilai Referensi (Cm)}}{\text{Nilai Referensi (Cm)}}$$

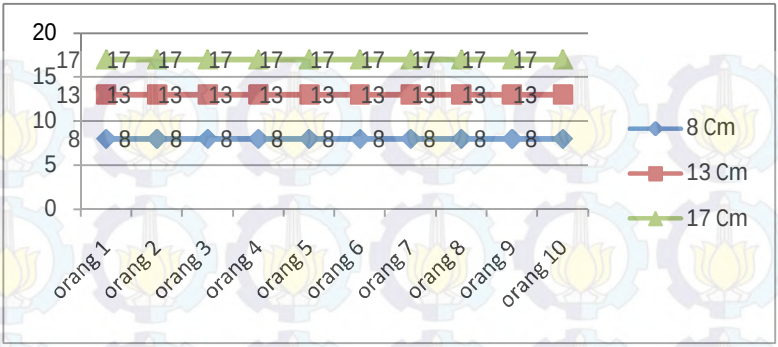
Dari hasil pembacaan 10 orang tersebut diambil rata-rata *error* pada setiap orang yang mengambil data. Kemudian data *error* dari 10 orang tadi dirata-rata lagi dan diperolehlah *error* alat ini. Hal ini dapat kita lihat pada tabel **Tabel 4.2.**

Dari data pada **Tabel 4.2** menunjukkan bahwa data yang dibaca bila jarak lubang sebesar 4, 8, 13, dan 17 cm, yang terukur pada alat juga sebesar 4, 8, 13, dan 17 cm, jadi sehrusnya persentase kesalahan adalah 0%, hal ini disebabkan karena ukuran jarak untuk alat ini sudah ditentukan, yaitu sebesar 4, 8, 13 dan 17 cm untuk setiap sensor yang mendeteksi lubang, jadi saat lebar lubang sebesar 8 cm, maka yang mendeteksi adalah 2 sensor, jadi pada alat akan terukur 8 cm. Grafik hasil pengukuran dapat dilihat pada **Gambar** 4.5**.** Rata-rata *error* yang didapatkan untuk pengukuran lebar ini yaitu sebesar 16,88%. Gambar pengukuran asli lubang dapat dilihat pada **Gambar 4.4.**

Tabel 4.2 Data Lebar Dari Pengkuran Sharp Gp2y0a21yk.

No	Nilai Referensi (Cm)	Pengukuran Alat									
		Orang 1		Orang 2		Orang 3		Orang 4		Orang 5	
		Ukuran (Cm)	Error (%)	Ukuran (Cm)	Error (%)	Ukuran (Cm)	Error (%)	Ukuran (Cm)	Error (%)	Ukuran (Cm)	Error (%)
1	8	8	0,00	8	0,00	8	0,00	8	0,00	8	0,00
2	13	13	0,00	13	0,00	13	0,00	13	0,00	13	0,00
3	17	17	0,00	17	0,00	17	0,00	17	0,00	17	0,00
Rata-rata Error (%)		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
Rata-rata Error Setiap Pengukuran (%)		0,00									

No	Nilai Referensi (Cm)	Pengukuran Alat									
		Orang 6		Orang 7		Orang 8		Orang 9		Orang 10	
		Ukuran (Cm)	Error (%)	Ukuran (Cm)	Error (%)	Ukuran (Cm)	Error (%)	Ukuran (Cm)	Error (%)	Ukuran (Cm)	Error (%)
1	8	8	0,00	8	0,00	8	0,00	8	0,00	8	0,00
2	13	13	0,00	13	0,00	13	0,00	13	0,00	13	0,00
3	17	17	0,00	17	0,00	17	0,00	17	0,00	17	0,00
Rata-rata Error (%)		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
Rata-rata Error Setiap Pengukuran (%)		0,00									



Gambar 4.5 Grafik Pengukuran Lebar Dari Pengkuran Sharp Gp2y0a21yk.

4.2.2 Penggambilan data tinggi

Pengujian dilakukan dengan cara mengambil data keluaran sensor *rotary encoder* sebanyak 10 kali dengan orang yang berbeda. Kami mengambil nilai referensi 3, 6 dan dari pengukuran tersebut kami mendapatkan 3 *error* yaitu *error* pada setiap pengukuran, *error* yang dilakukan oleh setiap orang dan *error* alat. Rumus yang digunakan untuk mencari *error* setiap pengukuran adalah sebagai berikut :

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Ukuran (Cm) - Nilai Referensi (Cm)}}{\text{Nilai Referensi (Cm)}}$$

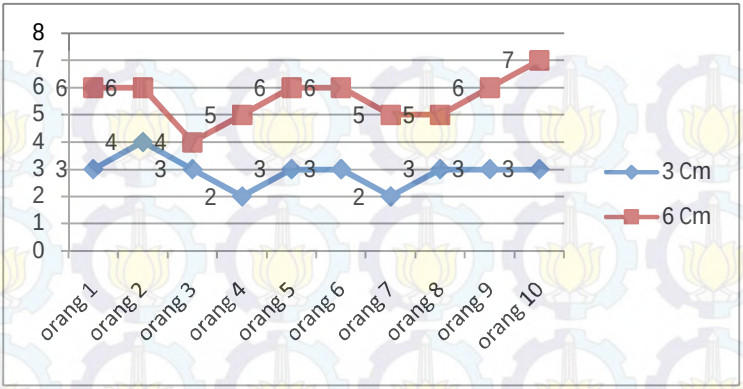
Dan dari hasil pembacaan 10 orang tersebut diambil rata-rata *error* pada setiap orang yang mengambil data. Kemudian data *error* dari 10 orang tadi dirata-rata lagi dan diperoleh *error* pengukuran prototipe ini. Hal ini dapat kita lihat pada **Tabel 4.3.**

Rata-rata *error* yang didapatkan untuk pengukuran tinggi ini yaitu sebesar 10,83%. Persentase *error* yang masih tinggi tersebut diakibatkan karena jarak dari sensor ke dasar lubang berada diantara 10 cm dan 11cm (hal ini sudah di tentukan dalam program) jadi karena sensor menghitung rata-rata, maka terkadang sensor membaca jarak kedalaman lubang sebesar 10cm atau 11 cm, dari data yang ada, dapat disimpulkan bahwa kedalaman lubang lebih mendekati 10cm dari pada 11 cm. Gambar pengukuran sebenarnya dapat dilihat pada **Gambar 4.7.**

Tabel 4.3 Data Pengukuran Tinggi Dari Pengkuran Sharp Gp2y0a21yk.

No	Nilai Referensi (Cm)	Pengukuran Alat									
		Orang 1		Orang 2		Orang 3		Orang 4		Orang 5	
		Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)
1	3	3	0,00	4	33,33	3	0,00	2	33,33	3	0,00
2	6	6	0,00	6	0,00	4	33,33	5	16,67	5	16,67
Rata-rata *Error* (%)		0,00		16,67		16,67		25,00		8,33	
Rata-rata *Error* Setiap Pengukuran (%)		10,83									

No	Nilai Referensi (Cm)	Pengukuran Alat									
		Orang 6		Orang 7		Orang 8		Orang 9		Orang 10	
		Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)	Ukuran (Cm)	*Error* (%)
1	3	3	0,00	2	33,33	3	0,00	3	0,00	3	0,00
2	6	6	0,00	5	16,67	5	16,67	6	0,00	7	16,67
Rata-rata *Error* (%)		0,00		25,00		8,33		0,00		8,33	
Rata-rata *Error* Setiap Pengukuran (%)		10,83									



Gambar 4.6 Grafik Pengukuran Tinggi Dari Pengkuran Sharp Gp2y0a21yk.

Dari data pada **Tabel 4.3** dapat di buat grafik pengukuran yang dilakukan oleh 10 orang sampel. Grafik dapat dilihat pada **Gambar 4.6**

Gambar 4.7 Pengukuran Asli Tinggi Lubang.

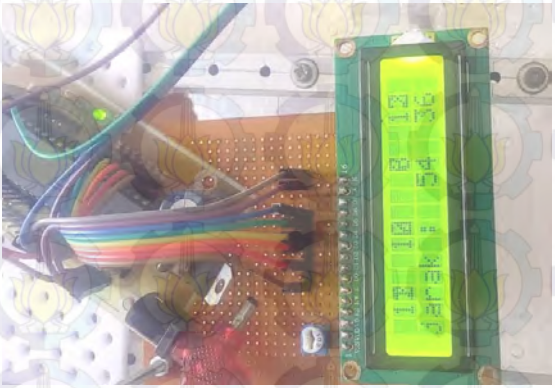
4.3 Data Keluaran Tiap Sensor Infrared

Pada alat ini terdapat 4 sensor infrared, berikut merupakan data dari tiap sensor tersebut :

Tabel 4.4 Data Keluaran Tiap Sensor

No	Ukuran Asli (Cm)	Sensor 1 (Cm)		Sensor 2 (Cm)		Sensor 3 (Cm)		Sensor 4 (Cm)	
		Output (Volt)	Terbaca di LCD	Output (Volt)	Terbaca di LCD	Output (Volt)	Terbaca di LCD	Output (Volt)	Terbaca di LCD
1	5,6	2,65	6-7	2,73	6-7	2,69	6-7	2,65	6-7
2	8	2,66	6-7	2,69	6-7	2,68	6-7	2,69	6-7
3	11	2,15	11-12	2,19	11-12	2,18	11-12	2,18	11-12
4	12,7	1,96	12-14	1,93	12-14	1,97	12-14	1,98	12-14

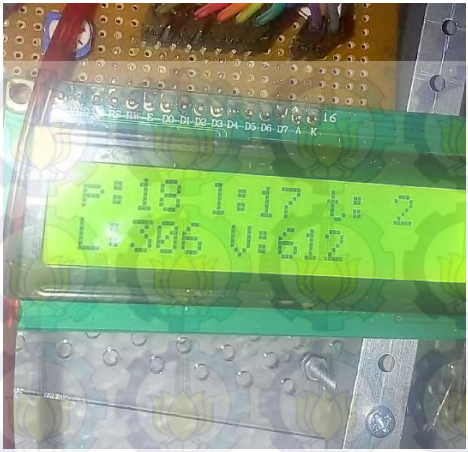
Data pada **Tabel 4.4** adalah data keluaran tegangan tiap sensor sharp gp2y0a21yk dan tampilan pada LCD pada alat untuk tiap pengukuran sensor sharp gp2y0a21yk, dari data tersebut diketahui bahwa sensor hanya dapat membaca data untuk jarak minimal 10 cm, dan tegangan keluaran yang dihasilkan berbanding terbalik dengan jarak yang diukur, jadi semakin besar jaraknya, tegangan keluaran yang dihasilkan akan semakin kecil. Tampilan LCD dapat dilihat pada **Gambar 4.8.**



Gambar 4.8 Tampilan LCD Pengukuran Tiap Sensor Sharp Gp2y0a21yk

4.4 Pengujian Prototipe Secara Keseluruhan

Pada pengujian keseluruhan pertama, lubang yang diukur mempunyai ukuran asli yaitu lebar maksimal 17cm, panjang maksimal lubang 16cm dan ketinggian maksimal lubang 3cm. Setelah alatdijalankan di atas lubang maka pada LCD akan tampil hasil pengukuran pada alat tersebut. Pada **Gambar 4.9** dapat dilihat bahwa pengukuran yang tampil pada prototipe yaitu lebar lubang 17cm, panjang lubang 18cm, dan tinggi lubang adalah 2cm. Dari hasil pengukuran ini terdapat beda pengukuran atau *error* yang dikarenakan berbagai faktor yaitu ketelitian sensor dan kekuatan dorongan yang berbeda-beda setiap orang. Pengujian secara keseluruhan yang lain dapat dilihat pada lampiran.



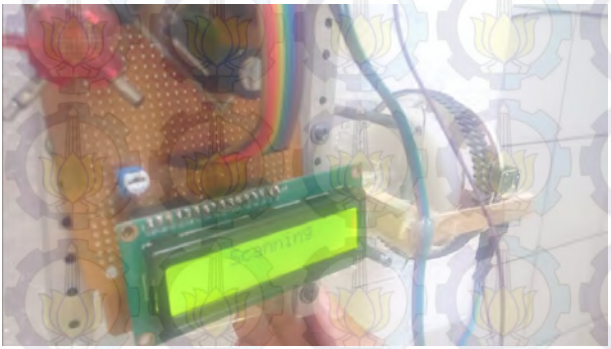
Gambar 4.9 Pengujian Keseluruhan Prototipe 1

Gambar 4.10 Pengujian Keseluruhan Prototipe 2

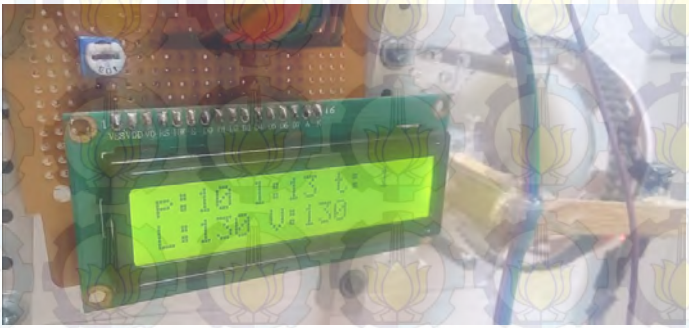
4.5 Pengujian LCD 16x2

LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran sensor dan menampilkan tampilan *scanning* ketika sensor melakukan pengukuran. Tampilan dapat dilihat pada **Gambar 4.11**. Untuk menguji apakah LCD 16x2 dapat bekerja dengan baik maka perlu dilakukan

pengujian yaitu dengan melakukan *wiring* yang benar dan menampilkan *output* dengan baik**. Gambar 4.12** adalah hasil pengujian dari LCD.



Gambar 4.11 Pengujian LCD 16x2 Tampilan *Scaning*



Gambar 4.12 Pengujian LCD 16x2 Tampilan Pengukuran lubang

BAB V
PENUTUP

Dari hasil pengujian prototipe alat penghitung volume dan luas lubang jalan raya simulasi maupun dengan alat ukur (penggaris), dapat diambil kesimpulan bahwa prototipe pendeteksi lubang jalan raya ini dapat menghitung nilai luas dan volume dengan menggabungkan data dari sensor inframerah dan *rotary encoder*. Prototipe ini dapat mengukur lubang dengan lebar maksimal 17 cm dan kedalaman maksimal 80 cm. Nilai volume didapatkan dari hasil perkalian antara nilai data panjang maksimal lubang, data lebar dan rata-rata data tinggi lubang sedangkan nilai luas merupakan perkalian antara nilai data panjang maksimal lubang dan data lebar.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan sensor dalam jumlah yang lebih banyak agar data yang didapatkan lebih presisi, selain itu dapat juga ditambahkan beberapa variasi pengujian lain pada berbagai macam lubang maupun tipe jalan maupun guna menguji tingkat ketepatan pengukuran alat.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hustim, Muralia., Abdurrahman, M.Asad., dan Iskandar, A. Cempana Sari., “Analisis Nilai Kondisi Lapis Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Arteri Primer Di Kota Makassar “, *The 18th FSTPT International Symposium*, Unila, Bandar Lampung, August 28, 2015. (diakses pada 15 Maret, 2016)

[2] Putra , Rizki Anhar Ramadlan., " Implementasi Registrasi Citra Untuk Pencatatan Kondisi Jalan Raya Dengan *Global Positioning System (Gps)*", *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2014.

[3] _____, 2016. BPS Jawa Timur " Panjang Jalan Menurut Kondisi Permukaan Jalan 2013 - 2014 "<URL: http://jatim.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/298 (diakses pada 15 Maret, 2016)

[4] _____Hadi, Mokh.Sholihul., “MENGENAL MIKROKONTROLER AVR ATMega16,http://ilmukomputer.org/ wpcontent/uploads/2008/08/sholihul-atmega16.pdf (diakses pada18 Maret 2016)

[5] Depatemen Pekerjaan Umum, *“Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*”,Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta,Oktober 7,1987.

[6] _____, 2016. *Pengertian Dan Kelebihan Mikrokontroler*, http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/pengertian-dan-kelebihan-mikrokontroler.html, (diakses pada 18 Maret 2016)

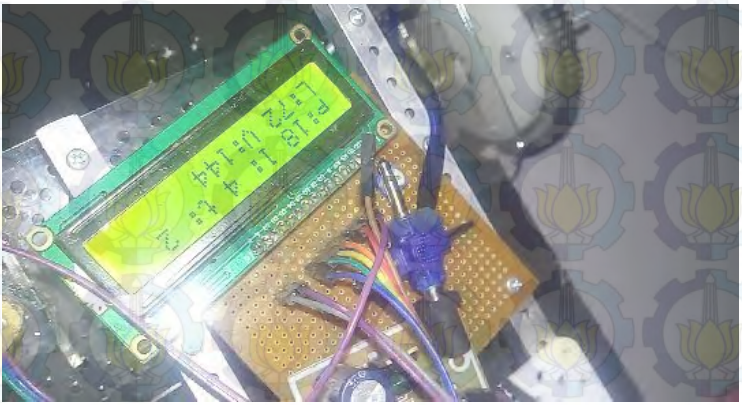
[7] Subito, Mery., Rizal., “ Alat Pengukur Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor *Optocoupler* Dan Mikrokontroler At89s52”Jurnal Ilmiah Foristek Vol.2, No.2, September 2012 (Diakses pada tanggal 10 Mei 2015)

[8] Suaryana , Nyoman., Widayat , Joko., Kurniadji., A.Dachlan , Tatang.,Yamin , Anwar., *“Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas”*, Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah direktorat Jendral Prasarana Wilayah, Jakarta, Nopember, 2002

LAMPIRAN A

A.1. Pengujian Keseluruhan Alat

Gambar A. 1 Pengujian Keseluruhan 1



Gambar A. 2 Pengujian Keseluruhan 2

Gambar A. 3 Pengujian Keseluruhan 3

Gambar A. 4 Pengujian Keseluruhan 4

Gambar A. 5 Pengujian Keseluruhan 5

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN B

B.1. Program Pengukuran Kedalaman dan Luas Lubang

```
/*****************************************************
This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
http://www.hpinfotech.com

Project :
Version :
Date    : 29/4/2016
Author  :
Company :
Comments:


Chip type               : ATmega16A
Program type            : Application
AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz
Memory model            : Small
External RAM size       : 0
Data Stack size         : 256
*****************************************************/

#include <mega16a.h>

#include <delay.h>

// Alphanumeric LCD functions
#asm
   .equ __lcd_port=0x15 ;
#endasm

#include <alcd.h>

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>
```

```
//////////deklarasi fungsi//////////
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input);
void data_sensor();

/////////deklarasi global variabel//////////
int count=0,panjang=0,lebar=0,leb,lb1=0,lb2=0,lb3=0,lb4=0;
char temp[32],ambil=0,flag=0;
int a,i=0,x=0,kedalaman=0,volum=0;
unsigned int data1,dat1,data2,dat2,data3,dat3,data4,dat4,sharp;
unsigned int ked1=0,ked2=0,ked3=0,ked4=0,luas=0;
int lebar1[50],lebar2[50],lebar3[50],lebar4[50];

// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void) //interrupt untuk
membaca rotary
{
// Reinitialize Timer 0 value
TCNT0=0xFF;
   if(read_adc(4)<500 && flag==1){  //kondisi cek data adc rotary
      count++;
   }
}

// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void) //interrupt timer
setiap 10ms utk sek data sensor
{
// Reinitialize Timer1 value
TCNT1H=0xC568 >> 8;
TCNT1L=0xC568 & 0xff;
// Place your code here
      data_sensor(); //cek data sensor
      if(dat1>10||dat2>10||dat3>10||dat4>10){      //cek  kondisi  jika
ada lubang
         flag=1;
      }
      else flag=0;
```

```
}

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}

unsigned int sensor( int data ){ //rumus utk mengubah data adc ke
cm
   sharp=((unsigned char)(7361.5694/(float)data) - 6.2304);
   return sharp;
}

void data_sensor(){  //sampling data sensor sebanyak 5kali
   for(a=0; a<3; a++){
         data1=sensor(read_adc(0));
         dat1+=data1;
         data2=sensor(read_adc(1));
         dat2+=data2;
         data3=sensor(read_adc(2));
         dat3+=data3;
         data4=sensor(read_adc(3));
         dat4+=data4;
   }
      dat1=dat1/3;
      dat2=dat2/3;
      dat3=dat3/3;
      dat4=dat4/3;
```

```
}

// Declare your global variables here

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
```

```
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: T0 pin Falling Edge
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x06;
TCNT0=0xFF;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 1500.000 kHz
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: On
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x02;
TCNT1H=0xC5;
TCNT1L=0x68;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
```

```
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x05;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x4D;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 750.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;
```

```
// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
//    Project|Configure|C    Compiler|Libraries|Alphanumeric    LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 7
// EN - PORTC Bit 1
// D4 - PORTC Bit 2
// D5 - PORTC Bit 3
// D6 - PORTC Bit 4
// D7 - PORTC Bit 5
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

// Global enable interrupts
#asm("sei")

while (1)
    {
    // Place your code here
      while(flag==1){ //kondisi lubang terdeteksi dan menyimpan
data lubang ke array setiap 50ms
          if(i>50) i=0;

          lebar1[i]=dat1;
          lebar2[i]=dat2;
          lebar3[i]=dat3;
          lebar4[i]=dat4;
          i++; ambil=1;
```

```
            lcd_clear();
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_puts("    Scanning");
            delay_ms(50);
        }

        while(flag==0){ //kondisi lubang tidak terdeteksi
            if(ambil==1){
                panjang=1.5*count;    //panjang=(keliling    lingkarang    /
jumlah lubang) * jumlah counter
                //count=0;
                for(x=0;x<=i;x++){
                    //cek lebar lubang
                    if(lebar1[x]>10) lb1=1;
                    if(lebar2[x]>10) lb2=1;
                    if(lebar3[x]>10) lb3=1;
                    if(lebar4[x]>10) lb4=1;

                    //menghitung kedalaman lubang
                    ked1+=lebar1[x];
                    ked2+=lebar2[x];
                    ked3+=lebar3[x];
                    ked4+=lebar4[x];
                }
                ked1=ked1/x;
                ked2=ked2/x;
                ked3=ked3/x;
                ked4=ked4/x;
                ambil=0;

                //cek lebar lubang
                lebar = lb1+lb2+lb3+lb4;
                if(lebar==1) leb=4;
                else if(lebar==2) leb=8;
                else if(lebar==3) leb=13;
                else if(lebar==4) leb=17;
                else leb=0;

                //cek kedalaman lubang
```

```
                if(lebar==1&&lb1==1) kedalaman=ked1;
                else if(lebar==1&&lb4==1) kedalaman=ked4;
                else
if(lebar==2&&lb1==1&&lb2==1)kedalaman=(ked1+ked2)/2;
                else
if(lebar==2&&lb2==1&&lb3==1)kedalaman=(ked2+ked3)/2;
                else
if(lebar==2&&lb3==1&&lb3==4)kedalaman=(ked3+ked4)/2;
                else
if(lebar==3&&lb1==1&&lb2==1&&lb3==1)kedalaman=(ked1+ked2+k
ed3)/3;
                else
if(lebar==3&&lb2==1&&lb3==1&&lb4==1)kedalaman=(ked2+ked3+k
ed4)/3;
                else kedalaman=(ked1+ked2+ked3+ked4)/4;

                kedalaman=kedalaman-9;
                if(kedalaman < 0) kedalaman=0;

                luas=panjang*leb;
                volum=luas*kedalaman;

              }
             //tampilan LCD
            lcd_clear();
            lcd_gotoxy(0,0);
            sprintf(temp,"p:%2d l:%2d t:%2d",panjang,leb,kedalaman);
            lcd_puts(temp);

            lcd_gotoxy(0,1);
            sprintf(temp,"L:%2d V:%2d",luas,volum);
            lcd_puts(temp);

            delay_ms(50);


            }
          }
      }
```

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Rewinda
NRP : 2213 030 088
TTL : Trenggalek, 15 Mei 1994
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat Rumah : Perum Griya Taman Agung B.14, Trenggalek
Telp/HP : 083846023858
E-mail : rewinda088@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2001 – 2007 : SDN 1 Sumbergedong Trenggalek
2. 2007 – 2010 : SMPN 1 Trenggalek
3. 2010 – 2013 : SMAN 1 Trenggalek
4. 2013 – 2016 : Program Studi D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PT.PETROWIDADA Gresik

PENGALAMAN ORGANISASI

1. Sekertaris Divisi Minat dan Bakat HIMAD3TEKTRO (Himpunan Mahasiswa D3 T. ELEKTRO) FTI ITS 2014 – 2015.
2. Staff Departemen Kewirausahaan BEM FTI (Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Industri) FTI ITS 2014 – 2015.
3. Kabiro Pengembangan Kewirausahaan BEM FTI (Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Industri) FTI ITS 2015-2016.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama	: Andre Perwiratama
NRP	: 2213 030 095
TTL	: Kediri, 26 Maret 1996
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Islam
Alamat Rumah	: Jl sakura no 2a Pare Kediri
Telp/HP	: 085645701438
E-mail	: andre_perwiratama@yahoo.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2001 – 2007 : SD Negeri Pare 1 Kediri
2. 2007 – 2010 : SMPN 2 Pare Kediri
3. 2010 – 2013 : SMAN 2 Pare Kediri
4. 2013 – 2016 : Program Studi D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PT.PETROWIDADA Gresik

PENGALAMAN ORGANISASI

-