

BAB III

PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN PENGUJIAN

3.1 Rancangan

Perancangan merupakan tahap yang sangat penting didalam proses pembuatan alat, karena di dalamnya terdapat perencanaan fungsi dan karakteristik kerja dari setiap bagian, sehingga dapat ditentukan spesifikasi dari alat tersebut. Berdasarkan pada pembatasan masalah dan landasan teori yang telah diuraikan oleh penulis sebelumnya, maka penulis mencoba untuk merancang dan merealisasikannya.

Analisis kebutuhan merupakan batasan masalah pada tujuan yang diharapkan dari sistem yang di bangun yaitu alat pengukuran kecepatan aliran air dan ketinggian sebagai sistem peringatan terhadap bencana banjir dengan media *walky talky*. Analisis kebutuhan dari alat yang akan di bangun adalah sebagai berikut:

- Alat ini menggunakan sensor *optocoupler* dimana sensor ini menghitung putaran piringan, dan sensor ketinggian air menggunakan photo dioda dan infra merah

Sistem alat ini mampu menampilkan informasi level ketinggian dan

Setelah menganalisis kebutuhan dari alat yang dibuat, kita dapat menentukan spesifikasi alat. Secara umum alat pengukuran kecepatan aliran air dan ketinggian sebagai sistem peringatan terhadap bencana banjir dengan media *walky talky* mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Sensor untuk membaca putaran piringan untuk mengukur kecepatan aliran air.
2. Sensor untuk membaca ketinggian air
3. Rangkaian mikrokontroler sebagai pengolah input dari rangkaian sensor.
4. *Walky Talky* untuk mengirimkan data.
5. Rangkaian Catu Daya

Penjelasan spesifikasi diatas adalah sebagai berikut:

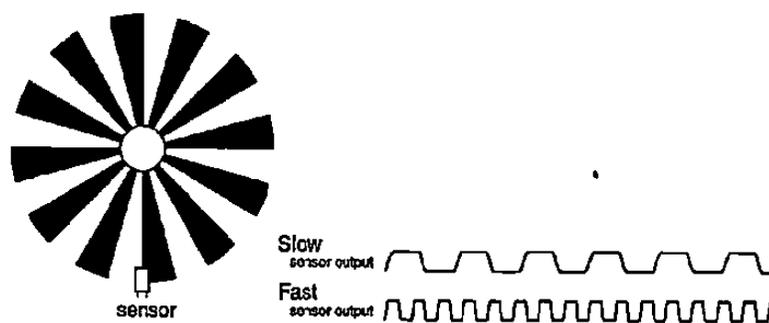
3.1.1 Sensor optocoupler

Optocoupler merupakan bagian dari *photo detector* yaitu suatu perangkat elektronika yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. *Optocoupler* digunakan sebagai sensor pembaca putaran, sensor ini terdiri dari diode pancar cahaya (*LED*) berlaku sebagai *transmitter* yaitu mengirimkan sinyal dalam bentuk cahaya sedangkan *receiver*-nya yaitu *phototransistor*, *phototransistor* menerima sinyal cahaya yang berasal dari diode pancar cahaya.

Sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran air sungai dengan menggunakan komponen *optocoupler*. Sensor *optocoupler* dipasang pada

1. di bagian belakang piringan. Sehingga *optocoupler* akan membaca

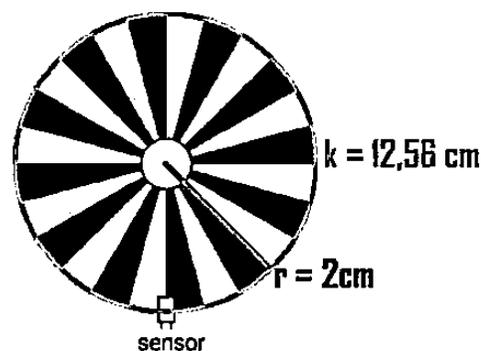
pulsa pada piringan yang terhubung dengan baling-baling yang langsung bersentuhan dengan air sungai. Dengan demikian kecepatan pulsa yang terbaca oleh *optocoupler* berbanding lurus dengan kecepatan aliran air sungai. Pada Gambar 3.1 dapat dilihat bentuk dari piringan *encoder*.



Gambar 3.1 Piringan *encoder*

Piringan yang digunakan menggunakan lubang celah sebanyak 12 buah. Sehingga setiap bagian mendapatkan jarak sudut 30° .

$$\frac{360^\circ}{12} = 30^\circ \quad (3.1)$$



Gambar 3.2 Jari-jari piringan *encoder*

Piringan lingkaran diperhitungkan jari-jarinya sehingga mendapatkan nilai keliling tertentu. Rumus keliling lingkaran adalah $2\pi r$, nilai r lingkaran dapat ditentukan sendiri.

$$\text{Keliling lingkaran} : 2\pi r \quad (3.2)$$

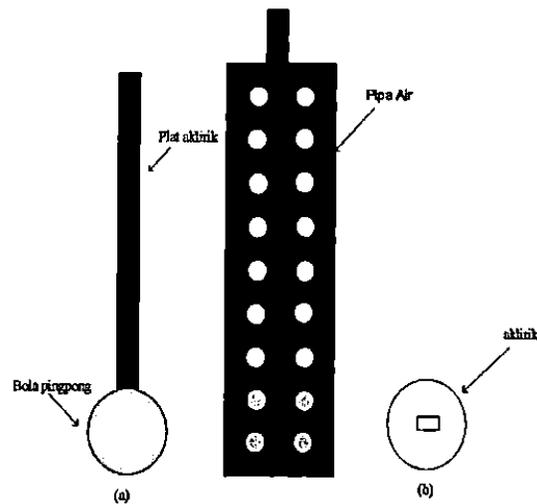
$$r : 2 \text{ cm}$$

$$\text{keliling} : 12,56 \text{ cm}$$

3.1.2 Sensor ketinggian air

Perangkat keras untuk membaca sensor ketinggian hanya terbuat dari perangkat sederhana. Menggunakan bantuan bola pingpong dan pipa sebagai pendeteksi ketinggian permukaan air. Dan dengan empat pasang infra merah dan *photo diode* sebagai sensor pendeteksi halangan dari pengaruh kenaikan air.

Sensor infra merah dan *photo diode* dipasang pada bagian ujung dari plat yang terbuat dari plastik. Sedangkan plat tersebut terhubung langsung dengan bola pingpong. Jika terjadi kenaikan permukaan air maka bola pingpong secara langsung akan mengalami kenaikan juga. Sehingga menyebabkan terhalangnya sinar dari sensor infra merah pada *photo diode*. Dengan demikian terdapat perubahan kondisi yang terbaca oleh mikrokontroler. Karena terdapat empat pasang sensor maka terdapat lima kondisi ketinggian permukaan air sungai yang



Gambar 3.3 Mekanika sensor ketinggian air

3.1.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler memiliki peran utama dalam sistem ini. Semua aktifitas sistem dikendalikan dengan program yang ada dalam mikrokontroler ini. Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler keluarga MCS51, keluaran Atmel yaitu AT89S52.

Peranan utama mikrokontroler ini antara lain adalah untuk *interupsi*, *counter* perhitungan matematis, Cara kerjanya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Dengan menggunakan *optocoupler* yang berguna sebagai pembaca pulsa dari pergerakan baling-baling yang ada, maka kecepatan aliran air dapat diukur dengan pengukuran kecepatan putaran baling-baling. Baling-baling yang bersentuhan langsung dengan objek pengukuran terhubung dengan sebuah tangkai, dan pada tangkai tersebut terdapat piringan yang sudah tercacah menjadi 12 bagian. Sehingga dalam satu putaran piringan tersebut mengeluarkan 12 pulsa cacahan. *Optocoupler* akan mengirimkan pulsa-

pulsa tersebut menuju mikrokontroler untuk dikonversi dalam satuan kecepatan. Sebelum masuk pada bagian *Timer* mikrokontroler, pulsa-pulsa tersebut dikuatkan terlebih dahulu dengan menggunakan IC *inverting* maksudnya adalah untuk mendapatkan keluaran yang pasti antara pulsa tinggi dan rendah.

Proses selanjutnya adalah pembacaan sensor ketinggian air sungai, dengan menggunakan infra merah dan *photo diode*. Dengan menggunakan 4 pasang infra merah dan *photo diode* maka ketinggian air sungai dapat terbaca sesuai dengan pembagian daerah ketinggian. Jika data tersebut telah didapatkan maka mikrokontroler akan menampilkan data kecepatan aliran air sungai dan ketinggian air pada LCD 16x2. Kemudian mikrokontroler akan mengirimkan data-data tersebut pada bagian penerima.

3.1.4 *Walky Talky*

Walky Talky yang digunakan pada rangkaian ini sesuai dengan perancangan yaitu Karce Kc - FR860. Karce Kc - FR860 di produksi oleh China dan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- *Walkie Talkie System*
- *Clear One-to-One or Group Communication with family or friends*
up to 2,5 Km away
- *22 Channels (8 GMRS, 7 GMRS/FRS, 7 FRS)*
- *Easy find to an open channel*

- *Unlimited airtime*
- *No Fees or monthly charges*
- *Audio/Visual*
- *Low Battery Alert*
- *Auto Scan*
- *Power supply 1.5 VDC x 3 buah baterai AAA*

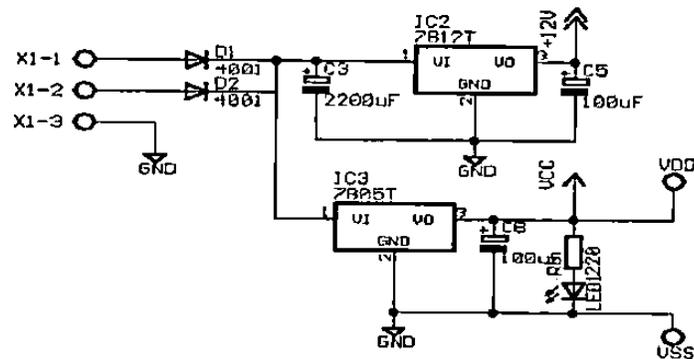
Berikut gambar *Walky talky* karce Kc-FR860:



Gambar 3.4. Karce Kc-FR860

3.1.5 Rangkaian Catu Daya

Catu daya merupakan bagian yang sangat penting pada rangkaian listrik karena tanpa catu daya alat ini tidak dapat bekerja. Seluruh piranti memerlukan catu daya yang dibutuhkan yaitu tegangan sebesar 5 V dan 12 V. Pada alat ini pelindung tegangan berlebih digunakan swiching regulator untuk



Gambar 3.5. Rangkaian switching regulator

3.2 Pembuatan

3.2.1 Pengadaan alat dan bahan

Sebelum kita mengerjakan alat ini maka sebaiknya kita mempersiapkan alat dan bahan sebagai berikut

- **PERALATAN**

1. Solder
2. Timah, Pelarut
3. Papan PCB
4. Bor, Gergaji besi
5. Tang kombinasi, Obeng.

- **BAHAN :**

1. Transformator 1A CT 2 buah
2. Komponen pendukung (Elec, resistor, diode, Kapasitor dll)

4. LCD
5. Walky talky
6. IC RX2206 dan IC RX2211
7. *Optocoupler*
8. Kabel Penghubung, Stop Kontak, Steker, Saklar, dll

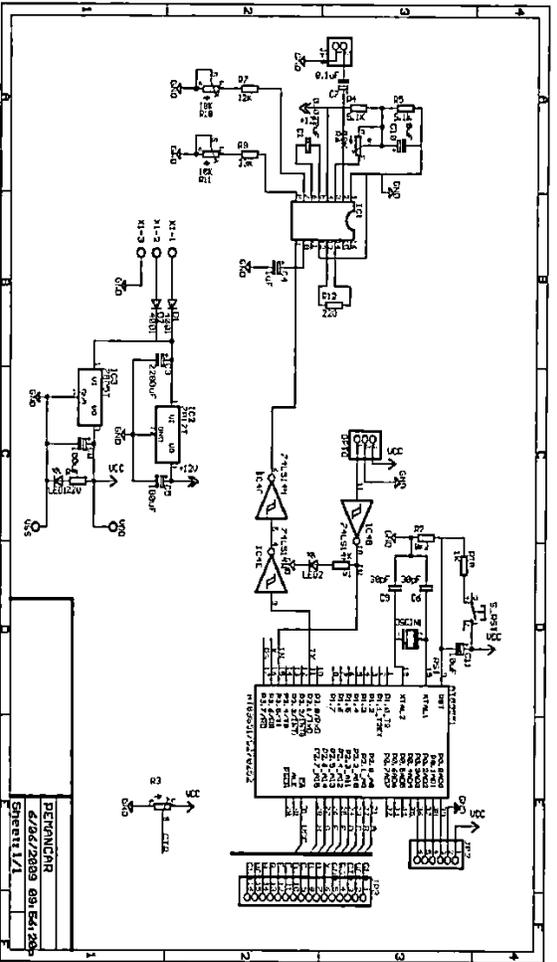
3.2.2. Perancangan

Pada perancangan alat ini meliputi perancangan hardware maupun software. Perancangan hardware meliputi perancangan rangkaian catu daya, rangkaian sensor, rangkaian mikrokontroler, rangkaian pemancar, rangkaian penerima. Untuk rancangan *software* meliputi program mikrokontroler dengan bahasa assembly. Penentuan komponen untuk memenuhi spesifikasi mengacu pada rencana perancangan.

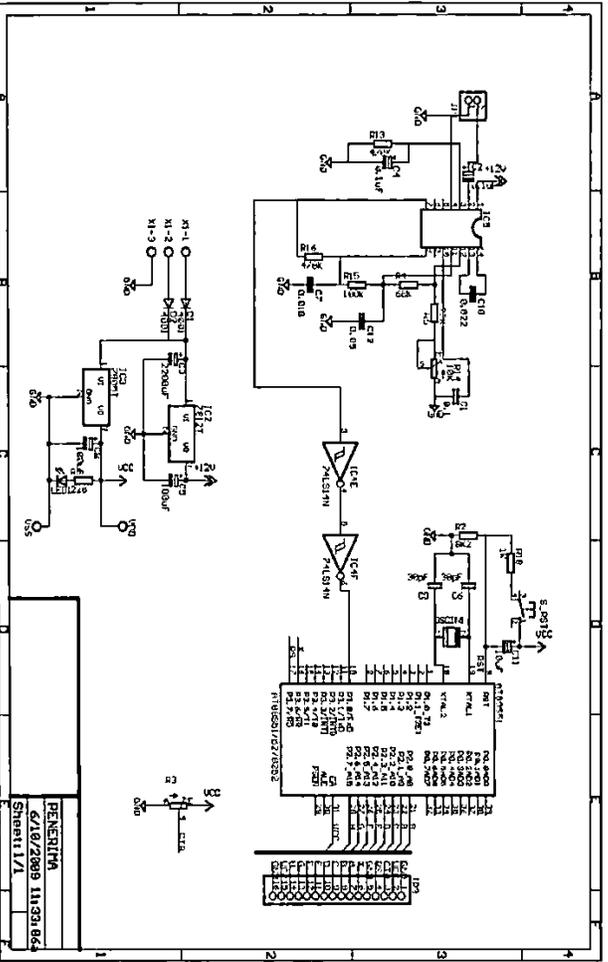
3.2.2.1. Langkah – langkah dalam perancangan alat

1. Merancang rangkaian pada program *Eagle Layout Editor*

Rangkaian utama dari sistem ini terdiri dari 2 bagian utama yaitu bagian pemancar dan bagian penerima, pada bagian blok pemancar terdiri dari mikrokontroler, LCD, catu daya berupa *swiching regulator* modulasi FSK, dan *walky talky* sebagai pentransmisi data. Pada bagian blok penerima terdiri dari mikrokontroler, LCD, catu daya berupa *swiching regulator*, demulator FSK. Untuk lebih jelasnya dapat di

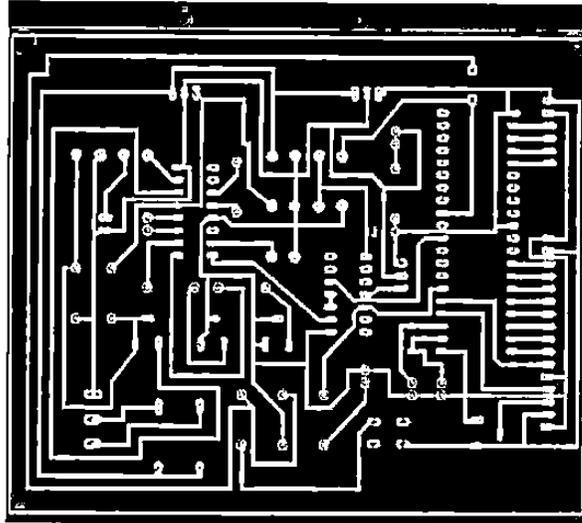


Gambar 3.6. Rangkaian pada blok pemancar



Gambar 3.7. Rangkaian pada blok penerima

2. Membuat rancangan rangkaian pada Eagle



Gambar 3.8. Layout PCB rangkaian Eagle

3. Mengkonversi gambar rangkaian kedalam PCB

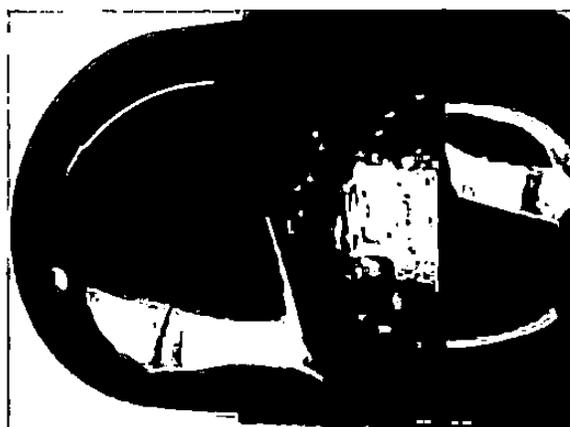
Hasil rancangan rangkaian di Eagle kemudian dicetak/ print pada kertas glossy agar dapat dikonversi ke PCB.

Setelah rangkaian dicetak lalu siapkan setrika untuk memanaskan gambar rangkaian tersebut agar jalur-jalur pada gambar rangkaian tersebut menempel pada PCB untuk kemudian dilakukan pelarutan



Gambar 3.9 Penempelan gambar rangkaian dengan pemanasan strika

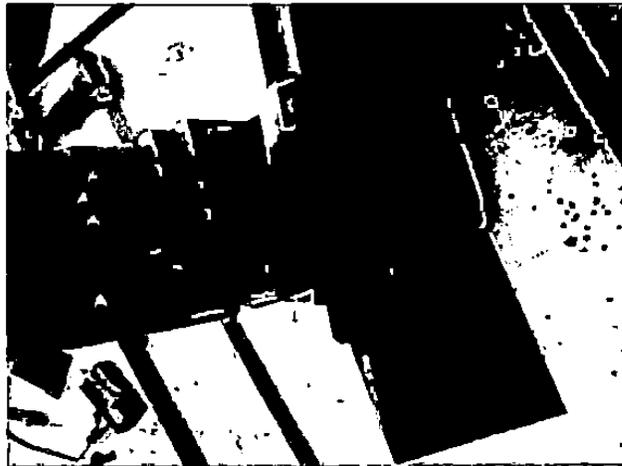
4. Lakukan pelarutan rangkaian dengan *Ferry Clorida* (F_3CL_3).
Ferry Clorida (F_3CL_3) dilarutkan dengan air panas agar larutan tercampur dengan baik. Lalu masukkan PCB yang telah ditempelin jalur rangkaian. Bagian yang di blok hitam/ yang bergambar jalur tidak akan larut sehingga akan membentuk jalur rangkaian.



Gambar 3.10 Melarutkan PCB dengan larutan Ferry Clorida

5. Pengeboran papan PCB

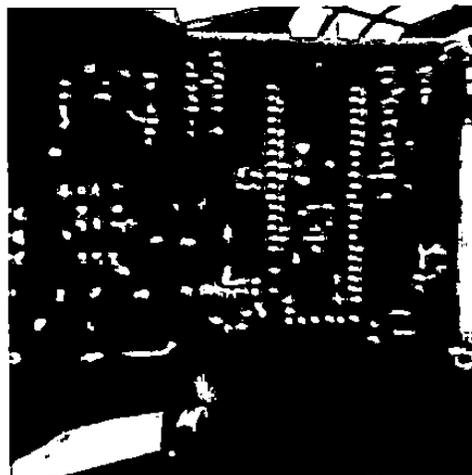
Pengeboran papan PCB dilakukan pada titik-titik yang telah ditentukan pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Bor dan Papan PCB

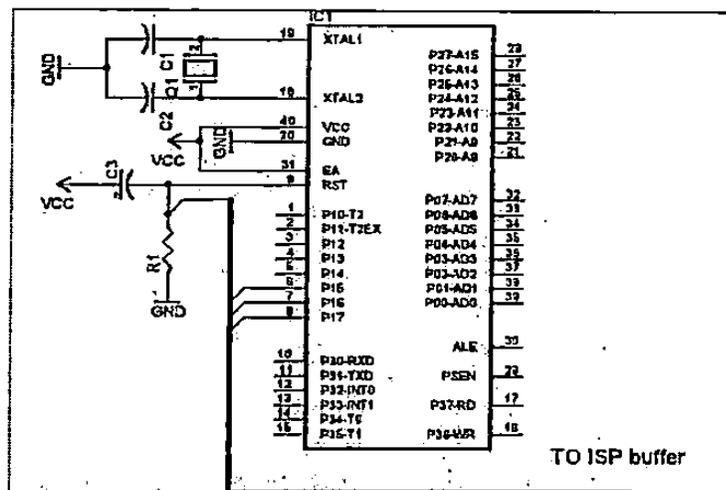
6. Penyolderan

Dalam melakukan penyolderan hendaknya menggunakan solder yang ujungnya benar-benar runcing dan pastikan selalu bersih sehingga hasil penyolderan menjadi bagus.



3.2.2.2. Pemrograman Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler memiliki peran utama dalam sistem ini. Semua aktifitas sistem dikendalikan dengan program yang ada dalam mikrokontroler ini. Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler keluarga MCS51, keluaran Atmel yaitu AT89S52.



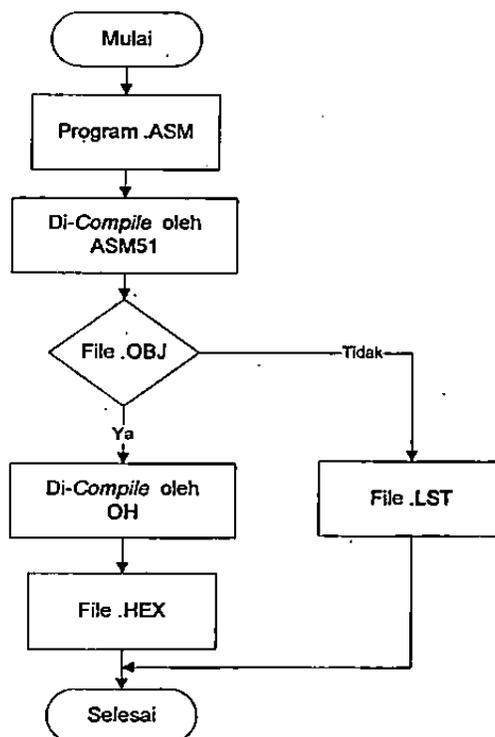
Gambar 3.13 Sistem minimum mikrokontroler.

Untuk dapat bekerja dengan mikrokontroler ini, kita harus membangun *hardware* minimal, atau dikenal dengan *sistem minimum* yang terlihat seperti Gambar 3.12.

Sistem ini memiliki komponen-komponen penting, antara lain :

- Single chip* AT89S52
- Sistem *Clock*, berupa X-tal 12 MHz dan Kapasitor 30pF
- Sistem Reset, berupa Resistor 8K2, dan Kondensator 10 μ F.

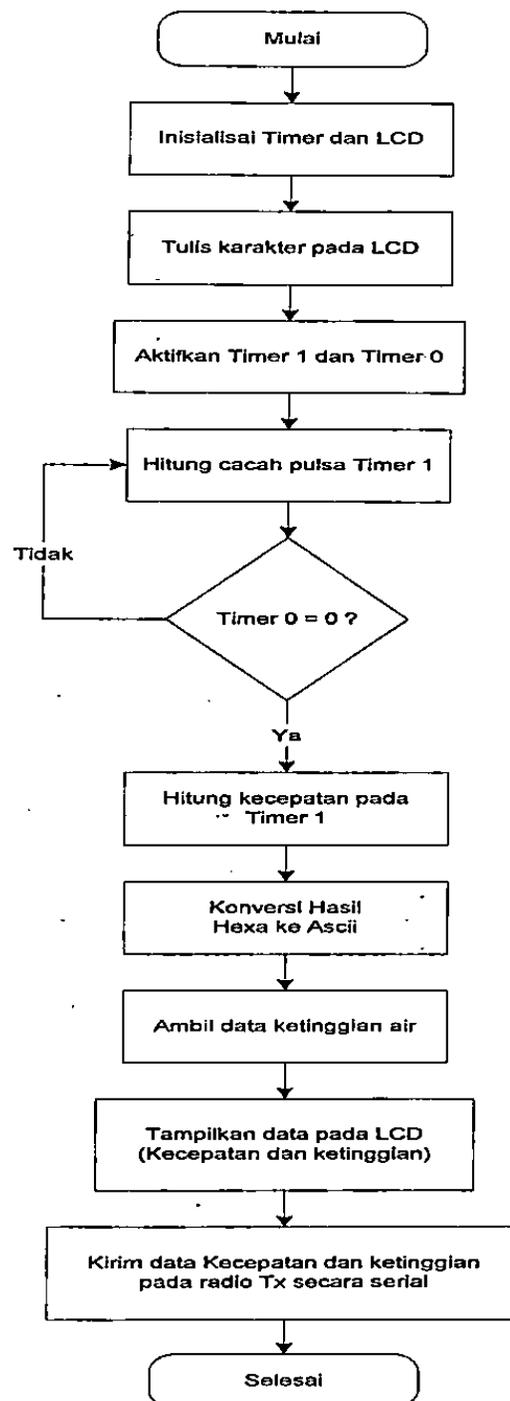
Sistem minimum bekerja sebagai berikut: Kapasitor C1 dan Resistor R1 digunakan untuk sistem Reset, saat pertama *supply* diberikan ke mikrokontroler maka kaki 9 akan berlogika 1, selama 2 siklus mesin. Setelah itu pin 9 akan berlogika 0 kembali. Proses seperti ini bisa terjadi berdasarkan proses pengisian dan pengosongan kapasitor. Kapasitor C2 dan C3, dipasang bersamaan dengan keramik resonator (x-tal) untuk menghasilkan Clock internal. Nilai dari *clock* ini tergantung dari keramik resonator (x-tal) yang diberikan.



Gambar 3.14 Proses pembuatan *file* hexa

Dalam proses pemrograman diperlukan peralatan untuk mengonversi dari listing program sampai di dalam *memory* program mikrokontroler. Urutan proses ini dapat dijabarkan pada Gambar 3.14.

Perencanaan program yang akan digunakan pada bagian pengirim dapat dilihat pada Gambar 3.15. Keseluruhan jalannya program utama sudah terpapar pada gambar tersebut.



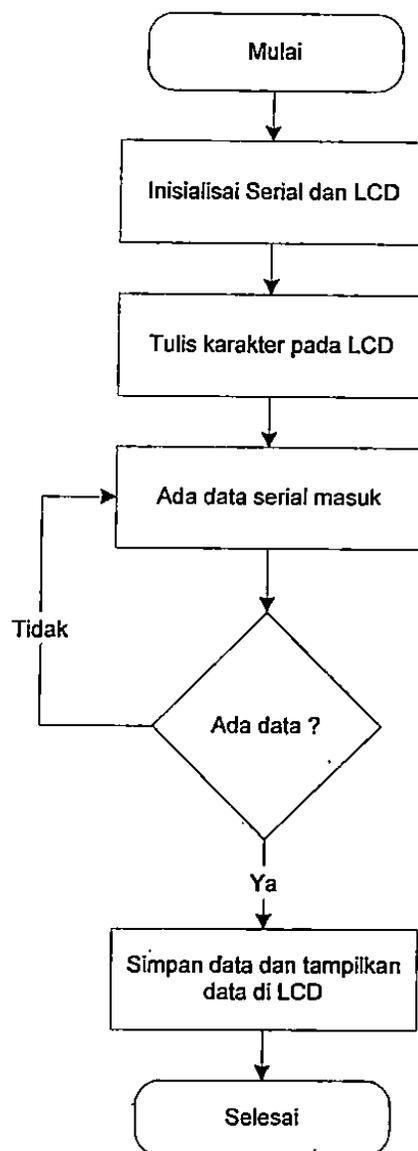
Gambar 3.15 Diagram alir program utama pada pengiriman data

Pada bagian pengirim, mikrokontroler melakukan beberapa urutan program yang harus terus dilakukan. Urutnya antara-lain adalah:

1. Inisialisasi alamat mikrokontroler dan inisialisasi LCD 16x2.
2. Menuliskan beberapa kata pada LCD 16x2 sebagai pembukaan, dan keterangan pendukung.
3. Mengaktifkan *Timer* untuk menghitung pulsa selama waktu tertentu. Timer akan selalu aktif untuk menghitung counter pulsa yang masuk melalui kaki P3.5. Dan timer mati apabila waktu yang dikendaki sudah terpenuhi.
4. Menghitung pulsa dan mengubahnya kedalam satuan kecepatan yang diprogramkan. Mikrokontroler akan mengubah data yang didapatkan dari proses perhitungan data pulsa yang berasal dari *encoder*.
5. Menampilkan data yang telah diolah pada LCD 16x2 dan mengirimkan data yang didapatkan menuju penerima, menggunakan media pengiriman data secara serial.

3.2.2.3 Program Mikrokontroler Pada Bagian Penerima

Sama halnya dengan bagian pengirim, bagian penerimapun memiliki urutan program. Karena peran utama bagian penerima adalah menerima data dari pengirim melalui radio Rx dan menampilkan data tersebut pada LCD. Maka diagram alir program utamanya dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gambar 3.16 Diagram alir program utama pada penerima data

Pada bagian penerima, mikrokontroler melakukan beberapa urutan program yang harus terus dilakukan. Urutnya antara lain adalah:

1. Inisialisasi alamat mikrokontroler dan inisialisasi LCD.
2. Menuliskan beberapa kata pada LCD sebagai pembukaan, dan keterangan pendukung.
3. Menunggu paket data yang masuk

4. Menampilkan data yang berasal dari paket data dan menampilkan data tersebut pada LCD
5. Menunggu data baru lagi.

3.2.2.4 Perancangan Perangkat Lunak Program LCD

Untuk menjalankan LCD ini diperlukan beberapa tahapan inisialisasi dengan program. Sub-rutin inisialisasi LCD disajikan sebagai berikut:

```

INIT_LCD:                ; RUTIN INISIALISASI LCD
    CLR    RS             ; CLEAR RS
    MOV    P2, #38H       ; ISI DATA 38H KE PORT2
    SETB   EN             ; SET BIT PADA EN
    CLR    EN             ; CLEAR EN
    CALL   WAIT_LCD       ; PANGGIL RUTIN WAIT_LCD
    CLR    RS             ; CLEAR RS
    MOV    P2, #0CH       ; SALIN DATA 0CH PADA PORT2
    SETB   EN             ; AKTIFKAN EN
    CLR    EN             ; MATIKAN EN
    CALL   WAIT_LCD1      ; PANGGIL RUTIN WAIT_LCD1
    CLR    RS             ; MATIKAN RS
    MOV    P2, #06H       ; KOPIKAN DATA 06H KE PORT2
    SETB   EN             ; AKTIFKAN EN
    CLR    EN             ; MATIKAN EN
    CALL   WAIT_LCD1      ; PANGGIL RUTIN WAIT_LCD1
    RET                    ; KEMBALI KE PROGRAM SEBELUMNYA

```

Pada *display* LCD karakter yang dikirim harus berupa kode dalam format ASCII. Sementara data yang diolah oleh mikrokontroler berupa data

Untuk penanganan karakter huruf dapat langsung dituliskan dengan

syntax sebagai berikut;

Huruf_Lcd:

```
Mov      A,#'a'      ; Register A di isi data hexa dari ;
                        huruf a dalam format ASCII
Acall    Write_Lcd  ; Tampilkan karakter a
Ret
```

Untuk data dalam perhitungan aritmatika, sebelum ditampilkan ke LCD diperlukan perubahan ke dalam format bilangan BCD kemudian disesuaikan dalam kode ASCII. *Subrutin* penanganan masalah tersebut disajikan sebagai berikut :

```
Hexa_Ascii:           ;Konversi Hexa ke Ascii
Mov      B,#100       ;Data berada di Acc
Div      AB           ;Data dibagi 100
Mov      30H,A        ;Disimpan data A pada alamat 30H
Mov      A,B          ;Salin data B pada A
Mov      B,#10        ;Sisa Pembagian dibagi 10
Div      AB           ;Bagi data A dengan B
Mov      31H,A        ;Data di simpan pada alamat 31H
Mov      32H,B        ;Simpan data B pada alamat 32H
Mov      A,30H        ;Salin data pada alamat 30H ke A
Add      A,#30H       ;Di konversi ke format Ascii
Mov      30H,A        ;Salin data A ke alamat 30H
Mov      A,31H        ;Salin data alamat 31H ke A
Add      A,#30H       ;Tambahkan data 30H ke A
Mov      31H,A        ;Salin data dari A ke alamat 31H
Mov      A,32H        ;Salin data dari alamat 32H ke A
Add      A,#30H       ;Tambahkan data 30H ke A
```

3.2.2.5 Perancangan Perangkat Lunak Program *Timer*

Berikut merupakan rancangan program yang digunakan untuk mengaktifkan Timer mikrokontroler dan mendapatkan nilai dari proses pembacaan pulsa dari putaran *encoder*.

MAIN:

```
MOV          TMOD,#01010001B    ;Timer 1 mode 16bit dan timer 0
          untuk mencacah
MOV          TH1,#0              ;Mengenolkan TH1
MOV          TL1,#0              ;Mengenolkan TL1
CLR          TR1                 ;Mengenolkan TR1
CLR          TF1                 ;Mengenolkan TF1
CLR          P1.1                ;Mengenolkan P1.1
MOV          R5,#120             ;WAKTU 120*50ms = 6 seconds
SETB        TR1                 ;Mengaktifkan TR1
LJMP        Lanjut              ;Lompat pada alamat LANJUT
```

TUNGGUDATA:

```
MOV          TH0,#HIGH CACAH    ;Kopi CACAH ke alamat TH0
MOV          TL0,#LOW CACAH     ;Kopi CACAH ke alamat TL0
SETB        TR0                 ;Mengaktifkan TR0
DJNZ        R5,TUNGGUDATA2     ;Lompat jika data R5 belum nol
CLR          TR1                 ;Mengenolkan TR1
MOV          PulsaLow,TL1       ;Kopi data TL1 ke alamat PulsaLow
MOV          PulsaHigh,TH1      ;Kopi data TH1 ke alamat PulsaHigh
MOV          TH1,#00H           ;Mengenolkan TH1
MOV          TL1,#00H           ;Mengenolkan TL1
```

TUNGGUDATA2:

```
JNB         TF0,TUNGGUDATA2    ;Lompat jika TF0 tidak aktif
CLR         TF0                 ;Mengenolkan TF0
CLR         TR0                 ;Mengenolkan TR0
LJMP        TUNGGUDATA         ;Lompat pada rutin TUNGGUDATA
```

Pada program diatas, adalah jabaran dari proses penginisialisasian

Timer 1 dan Timer 0. Timer 0 digunakan sebagai pewaktu yang berperan

menentukan sebatas mana waktu yang akan digunakan untuk mengaktifkan Timer

1. Dan Timer 1 digunakan sebagai pembaca data pulsa pada *encoder*.

Timer 1 dan Timer 0 akan aktif dalam waktu yang bersamaan dan akan mati dalam waktu yang bersamaan pula. Mula-mula yang dilakukan adalah pengosongan memori register TH dan TL pada Timer 1, kemudian dilanjutkan dengan pengaktifan Timer 0 selama nilai yang dimasukkan pada R5 (register 5).

Setelah Timer 1 dan Timer 0 sama-sama dalam kondisi mati, maka datayang berada di TH1 dan TL1 disalin pada alamat tertentu untuk kemudian dilanjutkan dengan proses pengolahan data.

3.2.2.6 Perancangan Perangkat Lunak Program Serial

Perancangan pengiriman data serial digunakan untuk mengirimkan data dari mikrokontroler menuju Radio Tx. Pada alat ini, antara pemancar dan penerima menggunakan dua jenis radio yang sama dan sama-sama menggunakan media pengiriman data dan penerima data secara serial. Pengiriman data secara serial diatur oleh mikrokontroler terlebih dahulu, kemudian data baru siap untuk dikirimkan. Berikut listing program untuk pengiriman data serial.

```

Main:
MOV      TMOD,#20H ; timer 1 mode 2 (8-bit)
MOV      TH1,#0F4H ; mengatur baudrate pengiriman 2400bps
MOV      SCON,#50H ; mode serial 8 bit UART
SETB     TR1      ; jalankan timer 1
Serial_out:
MOV      SBUF,A   ; kirimkan data dari A ke SBUF
JNB     TI,$     ; cek samapai SBUF TX kosong

```

Pertama yang dilakukan adalah proses inisialisasi serial, dengan mengatur timer yang digunakan, mode yang digunakan, dan *baudrate*-nya. Karena radio yang digunakan menggunakan *baudrate* 2400bps maka pengiriman data serial dari mikrokontroler juga diatur dengan menggunakan kecepatan pengiriman 2400bps. Apabila akan melakukan proses pengiriman data, yang dilakukan adalah memanggil rutin `serial_out`, dan menyalin data yang akan dikirimkan menuju A (*accumulator*) terlebih dahulu. Setelah itu data akan dikirimkan secara serial.

Jika pada bagian pengirim menggunakan pengiriman data secara serial, maka bagian penerima juga menggunakan penerimaan data yang sama. Oleh karena itu dibuat program yang dapat menerima data serial yang dikirimkan.

Berikut rancangan program yang digunakan:

```

Main:
MOV     TMOD,#20H ; timer 1 mode 2 (8-bit)
MOV     TH1,#0F4H ; mengatur baudrate pengiriman 2400bps
MOV     SCON,#50H ; mode serial 8 bit UART
SETB    TR1      ; jalankan timer 1
Serial_in:
JNB     RI,$     ; cek samapai SBUF TX kosong
MOV     SBUF,A   ; kirimkan data dari A ke SBUF
CLR     RI       ; kosongkan memori
RET

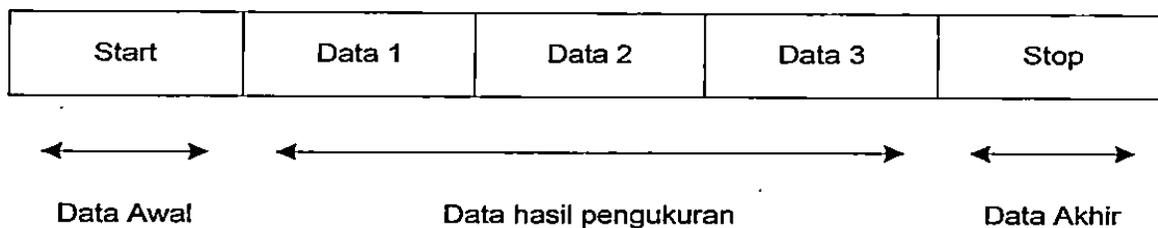
```

Pada langkah pertama yang dilakukan adalah inisialisasi serial. Sama seperti yang dilakukan pada proses pengiriman data serial sebelumnya. Karena untuk proses sinkronisasi antara pengirim dan penerima.

Proses penerimaan data akan dilakukan oleh *Accumulator*, jika ada

Accumulator untuk pertama kalinya yang kemudian akan disalin pada alamat SBUF.

3.2.2.7 Perancangan Perangkat Lunak Program Paket Data



Gambar 3.17 Format pengiriman paket data serial

Keterangan Gambar :

Data awal = data yang pertama kali dikirimkan (*start bit*) sebagai data pengenalan pada penerima.

Data 1 = data ketinggian permukaan air sungai (8 bit).

Data 2 = data kecepatan aliran air sungai (8 bit).

Data 3 = data kecepatan aliran air sungai (8 bit).

Data akhir = data yang digunakan untuk mengakhiri proses pengiriman data.

Pada saat mengirimkan data dari pengirim menuju penerima, data-data yang akan dikirimkan dibentuk semacam sebuah paket data. Maksudnya adalah untuk membuat pengiriman data secara lebih efisien.

Proses pengirimannya adalah dengan menggunakan cara yang menyenangi pengiriman data pada mode serial, yaitu dengan menggunakan start

bit dan *stop bit*. Data yang akan dikirimkan pertama ditampung terlebih dahulu pada alamat-alamat yang telah disiapkan, selanjutnya adalah menyusun sebuah paket data besar untuk mengirimkan data-data tersebut. Diawali dengan proses pengiriman data kepala (*start bit*) dengan maksud untuk memberikan informasi pada penerima bahwa ada data yang masuk. Supaya data pertama adalah data pengenal yang sama yang akan dimengerti oleh sisi penerima. Setelah itu data-data berupa data ketinggian permukaan air dan data kecepatan aliran air sungai dikirimkan, dalam tiga buah paket data terpisah. Akhir dari pengiriman paket data ini adalah mengirimkan ekor (*stop bit*) agar penerima mengerti bahwa data yang dikirimkan telah selesai dengan.

3.2.2.8 Penggunaan Frekuensi 433 MHz Pada Pengiriman Data

Frekuensi 433 MHz merupakan salah satu kanal yang sering digunakan sebagai kanal untuk komunikasi jarak dekat. Biasa dikenal dengan sebutan frekuensi 70 cm. Frekuensi ini jika digunakan dalam keadaan nyata dilapangan haruslah menggunakan ijin terlebih dahulu, dalam hal perancangan alat ini penggunaan kanal 433MHz didasarkan atas mudah ditemukannya jenis pemancar dan penerima pada frekuensi tersebut. Untuk jarak yang relatif dekat dan dengan karakteristik pemancar yang mempunyai daya pancar rendah pada pengiriman data, tidak akan mengganggu kegiatan komunikasi yang sudah berlangsung pada frekuensi tersebut. Berikut tabel mengenai penggunaan frekuensi radio yang ada berdasarkan atas Peraturan Pemerintah nomor 53 tahun

Tabel 3.1 Penggunaan frekuensi radio amatir

Jenis	Kawasan Frekuensi (MHz)	Sebutan Jalur
MF	1,8 - 2	160m band
HF	3,5 - 3,8	80m band
	7 - 7,1	40m band
	10,1 - 10,14	30m band
	14 - 14,35	20m band
	21 - 21,45	15m band
	24,89 - 24,92	12m band
VHF	28 - 29,7	10m band
	50 - 54	6m band
UHF	144 - 148	2m band
	430 - 440	70cm band
	1.240 - 1.300	24cm band
SHF	2.300 - 2.450	13cm band
	3.300 - 3.500	9cm band
	5.650 - 5.850	6cm band
	10.000 - 10.500	3cm band
EHF	24.000 - 24.250	12mm band
	47.000 - 47.200	
	75.500 - 81.000	
	142.00 - 149.00	
	241.00 - 250.00	

Radio pemancar dan penerima pada perancangan alat ini termasuk dalam penggunaan jalur UHF. Jalur frekuensi yang digunakan bukan merupakan jalur yang bebas digunakan tetapi sudah ada aturan mengenai penggunaan jalur tersebut. Pembagian kanal yang ada pada frekuensi 430 – 440 MHz dapat dilihat lebih rinci dalam pembagian band plan dan kelas emisi berdasarkan atas

Tabel 3.2 Penggunaan frekuensi UHF

Jenis	Kawasan Frekuensi (MHz)	Fungsi
UHF	430,00 - 440,00	CW
	430,00 - 431,00	S.S.B
	432,00 - 432,08	DATA
	433,10 - 433,00	EME BEACON
	433,02 - 433,32	REPEATER INPUT
	433,34 - 433,66	REPEATER OUTPUT
	433,68 - 433,80	FM SIMPLEX
	433,82 - 434,00	REPEATER
	434,02 - 434,88	OUTPUT
	435,00 - 438,00	FM SIMPLEX
	438,02 - 438,32	SATELLITE
	438,34 - 438,66	REPEATER OUTPUT
	438,68 - 439,00	REPEATER INPUT
439,02 - 440,00	REPEATER LINK	

Maksud dari penggunaan frekuensi ini sendiri adalah sebagai pemodelan pengiriman data dan penerimaan data dengan menggunakan perantara frekuensi radio, sehingga tidak membutuhkan radio pemancar dengan daya pancar yang besar. Tetapi cukup dengan menggunakan pemancar dengan daya pancar yang rendah sehingga data informasi yang dikirimkan menuju penerima dapat diterima dengan baik. Kondisi pengiriman data antara pemancar dan penerima

3.3. Pengujian

Berdasarkan spesifikasi sistem yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dilakukan pengujian terhadap sistem menggunakan beberapa metode pengujian. Tujuan pengujian ini adalah untuk membuktikan apakah sistem yang diimplementasikan telah memenuhi spesifikasi yang telah direncanakan sebelumnya. Hasil pengujian akan dimanfaatkan untuk menyempurnakan kinerja sistem dan sekaligus digunakan dalam pengembangan lebih lanjut.

Metode pengujian dipilih berdasarkan fungsi operasional dan beberapa parameter yang ingin diketahui dari sistem tersebut. Data yang diperoleh dari metode pengujian yang dipilih tersebut dapat memberikan informasi yang cukup untuk keperluan penyempurnaan sistem.

Dalam penelitian ini dipilih dua macam metode pengujian, yaitu pengujian fungsional dan pengujian kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian fungsional digunakan untuk membuktikan apakah sistem yang diimplementasikan dapat memenuhi persyaratan fungsi operasional seperti yang direncanakan sebelumnya. Sedangkan pengujian kinerja sistem secara keseluruhan bertujuan untuk memperoleh beberapa parameter yang dapat menunjukkan kemampuan dan kehandalan sistem dalam menjalankan fungsi operasionalnya. Dengan penggunaan dua metode penelitian tersebut, diharapkan pada sistem dapat ditunjukkan kelebihan dan kekurangannya sehingga memudahkan jika dilakukan

3.3.1 Pengujian Fungsional

Ada dua macam metode pengujian fungsional yang dilakukan. Metode pertama adalah pengujian fungsional bagian demi bagian sedangkan yang kedua adalah pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian fungsional dilakukan bagian demi bagian, yang terdiri atas :

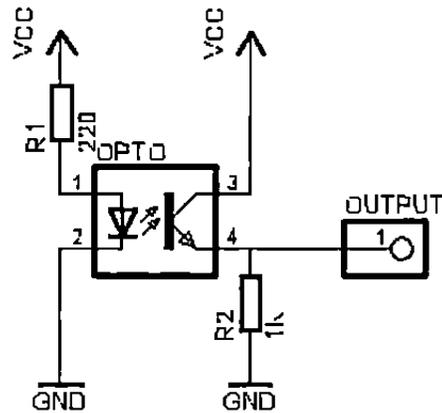
1. Pengujian pada sensor *optocoupler*
2. Pengujian pada sensor ketinggian air
3. Pengujian pada LCD
4. Pengujian pengiriman data serial
5. Pengujian penerimaan data serial
6. Pengujian data kecepatan aliran air
7. Kalibrasi sensor kecepatan aliran air

3.3.1.1 Pengujian pada sensor *optocoupler*

Pengamatan pada *optocoupler* dilakukan dengan langkah-langkah pengukuran sebagai berikut :

1. Menguji keluaran dari *optocoupler*, jika terdapat dua keadaan. Gambar rangkaiannya dapat dilihat pada Gambar 3.18.
2. Kaki 1 dan 3 dihubungkan dengan Vcc, kaki 2 dihubungkan dengan GND dan kaki 4 dipasang resistor sebelum terhubung dengan GND.

Keluaran dari *optocoupler* terdapat pada kaki 4



Gambar 3.18 Rangkaian *optocoupler*

3. Tegangan yang dihasilkan *optocoupler* jika terhalang dan tidak terhalang.

Berdasarkan hasil percobaan didapatkan data sebagai berikut :

- a. Kondisi foto transistor terhalang

Kondisi foto transistor terhalang adalah pada saat cahaya led infra merah tidak mengenai foto transistor secara langsung. Karena cahaya dari led terhalang maka foto transistor akan *off* sehingga kaki kolektor tidak terhubung dengan kaki emiter yang terhubung dengan *ground*.

- b. Kondisi foto transistor tidak terhalang

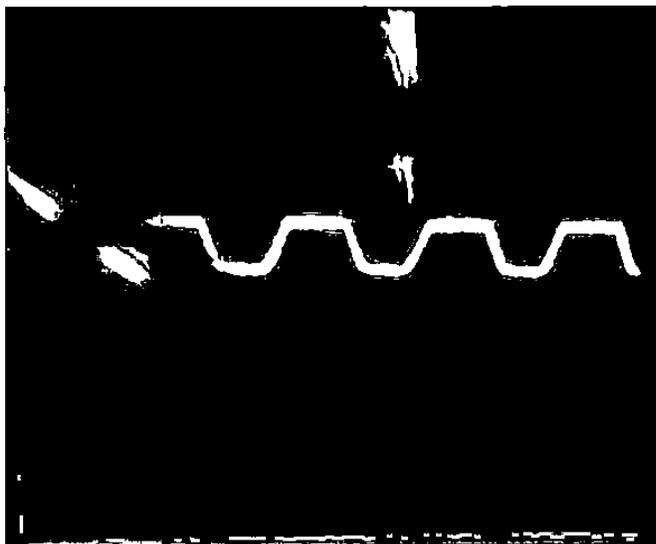
Kondisi normal dalam hal ini adalah pada saat cahaya led infra merah langsung mengenai foto transistor karena tidak ada penghalang. Karena tidak ada yang menghalangi maka cahaya dari led infra merah

mengenai foto transistor (on) sehingga kaki kolektor seakan akan

Tabel 3.3 Data pengukuran *optocoupler*

Kondisi	Tegangan yang dihasilkan (volt)
Terhalang	0
Tidak terhalang	4.90

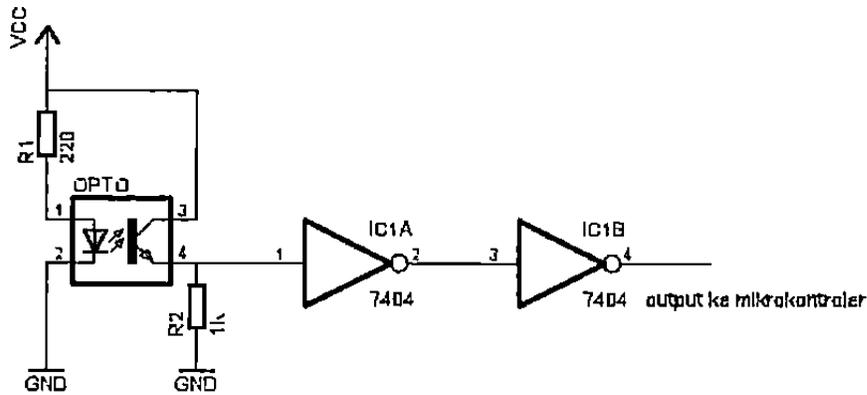
Pengamatan juga dilakukan dengan menggunakan bantuan osiloskop untuk melihat pulsa yang dihasilkan oleh *encoder* yang digunakan. Gambar pulsa yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.19



Gambar 3.19 Pengamatan pulsa *encoder*

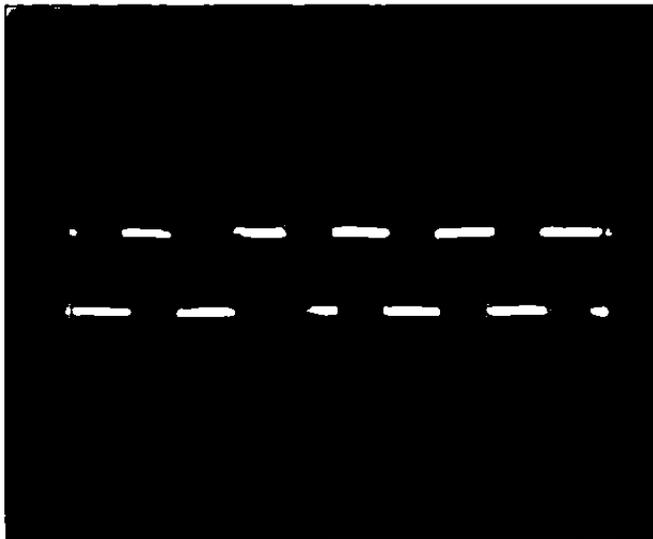
Pulsa yang ada pada Gambar 3.19, tidak langsung dibaca oleh mikrokontroler. Tetapi terlebih dahulu diumpankan pada rangkaian *inverter*.

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan hasil yang dihasilkan pada pulsa keluaran



Gambar 3.20 Rangkaian *optocoupler* dan *inverter*

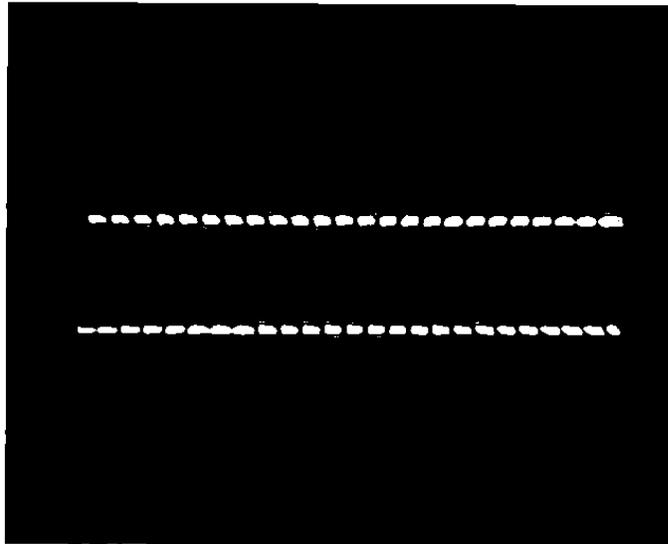
Dengan demikian maka pulsa yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.19 dengan masukan pulsa yang sama seperti pada Gambar 3.21



Gambar 3.21 Pengamatan hasil output *inverter*

Pulsa yang telah melalui proses *inverting* yang berasal dari pulsa cacahan yang dihasilkan oleh *encoder* inilah yang akan dibaca oleh mikrokontroler sebagai data kecepatan aliran air. Jika putaran pada piringan

... maka ... output ... dibaca oleh mikrokontroler dalam waktu

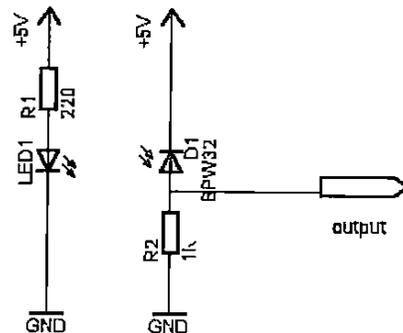


Gambar 3.22 Pengamatan keluaran *inverter* pada putaran cepat *encoder*

3.3.1.2 Pengujian Pada Sensor Ketinggian air

Rangkaian yang digunakan untuk membaca ketinggian air sungai dengan menggunakan bantuan beberapa pasang infra merah dan *photo diode*. Pada pembuatan model ini, menggunakan empat pasang infra merah dan *photo diode*. Masing-masing pasangan akan mendeteksi ketinggian tertentu, sehingga dalam model ini terdapat lima kondisi yang dapat dipantau, yaitu kondisi *level 1* sampai dengan *level 5*.

Terdapat dua keadaan yang dapat mempengaruhi keadaan keluaran *photo diode*, yaitu saat terhalang dan tidak terhalang. Untuk dapat membaca keluaran maka dilakukan pengujian pada sensor. Jika pengukuran dilakukan pada air sungai, maka yang akan menyebabkan pendeteksian ketinggian air sungai adalah naiknya pelampung yang dilengkapi dengan sekat plastik yang



Gambar 3.23 Rangkaian sensor ketinggian air

Gambar 3.23 merupakan sepasang sensor yang digunakan untuk membaca satu tingkat pengukuran ketinggian air sungai. Jika dalam kondisi tidak terhalang maka keluaran menuju mikrokontroler akan bernilai *low* (0 volt), tetapi jika sensor terhalang oleh sekat plastik maka mikrokontroler akan membaca data *high* (5 volt).

Tabel 3.4 Data pengukuran sensor ketinggian air

Kondisi	Tegangan yang dihasilkan (volt)
Terhalang	4.95
Tidak terhalang	0

Dengan demikian maka kemudian mikrokontroler akan membaca data tersebut yang selanjutnya akan ditampilkan pada pada LCD. Data yang akan ditampilkan oleh LCD adalah data yang sudah diolah oleh mikrokontroler.

Jika pada keempat pasang sensor yang ada tidak terhalang oleh sekat pada pelampung, maka mikrokontroler akan menampilkan kondisi ketinggian permukaan air pada *level* 1. Tetapi jika pada sensor yang diletakkan paling bawah sendiri terhalang oleh sekat, maka mikrokontroler akan membaca bahwa ketinggian permukaan air pada *level* 2. Begitu seterusnya proses pembacaan sensor sampai dengan kondisi maksimum yang ada, yaitu *level* 5.

Pengujian di lakukan pada wadah yang berukuran tinggi 30 cm, dan diameter sebuah wadah sebesar 28,5 cm. pertama tama mistar pengukur di letakkan kedalam wadah bersamaan dengan alat pengukur ketinggian air, kemudian air di alirin ke dalam wadah sedikit demi sedikit, Dari proses yang kita coba dibawah ini hasil pengamatan:

Tabel 3.5 Hasil pengamatan dari ketinggian air

Tingkat ketinggian air	Ring ketinggian air menggunakan mistar
Level 1	0 – 9 cm
Level 2	9,1 – 10,8 cm
Level 3	11 – 13 cm
Level 4	13,1 – 15 cm
Level 5	15,1 – 17 cm

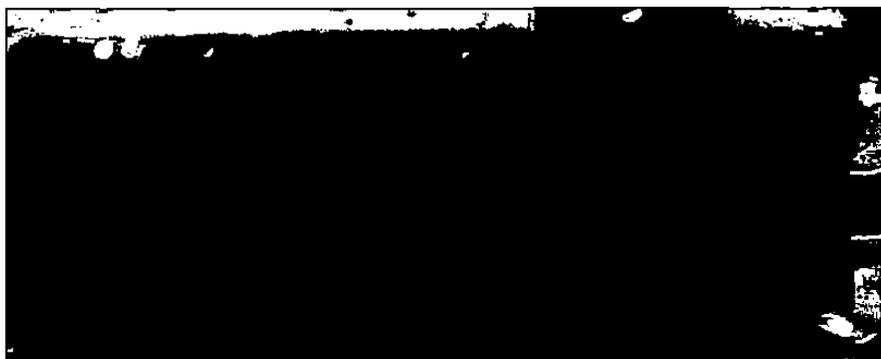
3.3.1.3 Pengujian Pada LCD

Rangkaian LCD digunakan untuk menampilkan data kecepatan aliran air dan ketinggian air sungai berdasarkan *level* yang ada. Pengujian dilakukan dengan menampilkan data pada LCD, dan hasilnya bisa dilihat secara langsung.

Beberapa informasi yang ditampilkan pada LCD antara lain adalah tampilan pembukaan, tampilan pembuat, dan tampilan informasi data kecepatan aliran air dan ketinggian permukaan air sungai. Beberapa contoh tampilan dapat dilihat pada Gambar 3.24 dan Gambar 3.25. Maka dari hasil pengamatan, LCD dapat menampilkan karakter dengan sangat baik sesuai dengan program pada mikrokontroler.



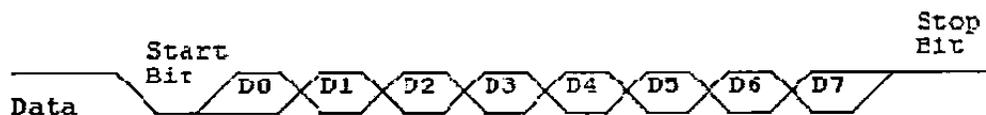
Gambar 3.24 Gambar tampilan awal alat



Gambar 3.25 Gambar tampilan awal alat

3.3.1.4 Pengujian Pengiriman Data Serial

Mode pengiriman yang digunakan pada mikrokontroler, untuk mengirimkan data menuju bagian penerima menggunakan prinsip UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*). Penggunaan cara ini lebih mudah dibandingkan dengan metode sinkron karena tidak harus menyertakan sinyal clock pada penerima, sehingga dapat mengurangi kemungkinan kesalahan pembacaan data pada bagian penerima. Pada Gambar 3.26 ditunjukkan gambar pengiriman data serial secara asinkron, dimana pada pengiriman data tersebut tidak mengirimkan data *clock* bersamaan dengan data yang dikirimkan.

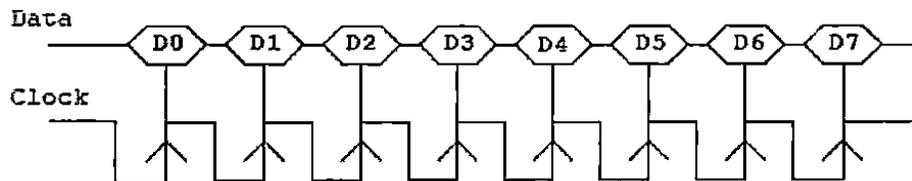


Gambar 3.26 Pengiriman data serial secara asinkron

Jika yang digunakan adalah metode sinkron maka pada setiap kali pengiriman data sinyal *clock* harus disertakan pada pengiriman datanya. Dengan demikian peluang adanya kesalahan pembacaan data lebih besar karena pengaturan *clock* yang berbeda pada sisi pengirim dan penerima.

Pengiriman data secara sinkron berarti sinyal clock turut dikirim pada saat proses pengiriman data. Sinyal *clock* dikirim sebagai sinyal sinkronisasi data pada *receiver*. Pada pengiriman data serial secara sinkron, antara *transmitter* dan

dahulu. Contoh pengiriman data serial secara sinkron adalah seperti pada Gambar 3.27



Gambar 3.27 Pengiriman data serial secara sinkron

Pada pengiriman data serial menuju pemancar, sama halnya dengan pengiriman data serial menuju *device* lain yang dapat bekerja sebagai penerima data serial, seperti pengiriman data menuju mikrokontroler lain ataupun menuju komputer .

Sesuai dengan mode pengiriman data serial secara asinkron yang digunakan pada mikrokontroler, maka data yang dikirimkan menuju pemancar terdapat sepuluh bit pada setiap kali pengiriman data. Data pertama yang dikeluarkan oleh mikrokontroler adalah *start* bit yang bernilai 0, diikuti dengan 8 bit data dengan urutan LSB terlebih dahulu kemudian MSB, dan akhir dari pengiriman paket data adalah *stop* bit yang bernilai 1.

Data yang dikirimkan oleh mikrokontroler pada saat pengiriman data menuju penerima melalui radio pemancar, berjumlah tiga buah data. Data yang pertama yang dikirimkan adalah data informasi ketinggian air, dan dilanjutkan dengan 16 bit data kecepatan aliran air. Data tersebut dipisahkan dengan waktu



Gambar 3.28 Format pengiriman paket data serial

Keterangan Gambar :

- Data awal = data yang pertama kali dikirimkan (*start bit*) sebagai data pengenalan pada penerima.
- Data 1 = data ketinggian permukaan air sungai (8 bit).
- Data 2 = data kecepatan aliran air sungai (8 bit).
- Data 3 = data kecepatan aliran air sungai (8 bit).
- Data akhir = data yang digunakan untuk mengakhiri proses pengiriman data.

3.3.1.5 Pengujian Penerimaan Data

Pengujian yang dilakukan untuk menguji proses pengiriman data adalah dengan melakukan pengujian data tersebut secara langsung terlebih dahulu. Dengan menghubungkan *port* Tx pada mikrokontroler pengirim dengan *port* Rx pada mikrokontroler penerima maka proses pengujian pengiriman data dapat

Program yang digunakan pada penerima merupakan program mikrokontroler yang mempunyai tugas untuk selalu memantau data serial yang masuk, maka jika terdapat data serial yang masuk pada mikrokontroler tersebut maka mikrokontroler akan menyimpan data tersebut terlebih dahulu yang kemudian baru menampilkan data setelah dilakukan proses pengolahan. Proses pengolahan data bertujuan untuk menampilkan data hexa yang diterima menjadi karakter tertentu supaya mudah untuk dipahami oleh *user*.

Seperti pada pembahasan proses pengiriman data sebelumnya, pada proses penerimaan data kegiatannya hanya merupakan kegiatan kebalikan dari program yang ada pada pengirim.

Tabel 3.6 hasil pengamatan pengiriman dan penerima pada buka kran air 50%

	Pengirim			Penerima
	Pulsa	Kecepatan m/s	Kecepatan m/s	Kecepatan m/s
50%	134	0,2	0,2320	0,2
	179	0,3	0,3110	0,3
	245	0,4	0,4250	0,4
	141	0,2	0,2440	0,4
	210	0,3	0,3780	0,3
	227	0,3	0,3940	0,3
	231	0,4	0,4010	0,4
	163	0,2	0,2820	0,4
	124	0,2	0,2150	0,4
	133	0,2	0,2390	0,2
	205	0,3	0,3550	0,3
	154	0,2	0,2674	0,2
	149	0,2	0,2580	0,2

3.3.1.6 Pengujian Kecepatan aliran air

Untuk menguji sensor kecepatan aliran permukaan air sungai maka yang harus dilakukan adalah melakukan pengujian perhitungan pada mikrokontroler terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan kalibrasi alat yang telah dibuat

Data kecepatan aliran air merupakan data hasil pengolahan yang dilakukan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler mengolah data yang berasal dari pembacaan pulsa *encoder* selama waktu tertentu sehingga mendapatkan jumlah pulsa. Nilai pulsa inilah yang dijadikan nilai pengali dalam mendapatkan nilai kecepatan aliran air sungai.

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai kecepatan adalah:

$$v_{air} = k \times 2\pi r_{encoder} \quad (3.3)$$

Nilai k sebagai berikut:

$$k = \frac{\sum_{t=0}^{t=t_n} x}{n \times t} \quad (3.4)$$

Sehingga nilai kecepatan aliran permukaan adalah:

$$v_{air} = \frac{\sum_{t=0}^{t=t_n} x \times 2\pi r_{encoder}}{n \times t} \quad (3.5)$$

dengan :

- v_{air} = kecepatan aliran permukaan (m/s)
- x = jumlah pulsa encoder selama waktu cuplik yang digunakan
- $2\pi r_{encoder}$ = keliling lingkaran dari piringan *encoder* (m)
- n = jumlah lubang yang terdapat pada piringan

jumlah pulsa yang terdapat pada mikrokontroler (s)

Dengan demikian maka nilai kecepatan aliran permukaan air sungai dapat diketahui dengan mendapatkan pulsa dalam waktu tertentu. Waktu selama 6 detik diambil berdasarkan pendekatan perhitungan pada mikrokontroler. Sehingga mikrokontroler akan menampilkan data sesuai dengan kemampuan algoritma perhitungan mikrokontroler. Karena pada perancangan alat ini dengan menggunakan perhitungan 16 bit, maka data yang ditampilkan pada perhitungan untuk mencari nilai kecepatan aliran air hanya dengan menampilkan 5 bit data perhitungan.

Berikut salah satu perhitungan kecepatan aliran air menggunakan mikrokontroler dengan waktu cuplik yang digunakan mikrokontroler selama 6 detik. Dan dengan jumlah pulsa *encoder* yang terbaca oleh mikrokontroler sebanyak 160 pulsa.

$$v_{air} = \frac{\sum_{t=0}^{t=t_n} x \times 2 \pi r_{encoder}}{n \times t} \quad (3.6)$$

Dengan nilai sebagai berikut:

$r_{encoder}$: 2 cm
waktu cuplik	: 6 detik
jumlah lubang <i>encoder</i>	: 12 lubang
jumlah pulsa <i>encoder</i>	: 160 pulsa

Tabel 3.7 Data perhitungan kecepatan aliran air dengan menggunakan mikrokontoler

Pulsa	Pembacaan kecepatan aliran pada mikrokontroler m/s	
4	0,0060	0,0
5	0,0080	0,0
6	0,0100	0,0
19	0,0320	0,0
30	0,0520	0,0
50	0,0860	0,0
95	0,1640	0,1
114	0,1970	0,1
160	0,2770	0,2
190	0,3290	0,3
210	0,3780	0,3
268	0,4650	0,4
346	0,6000	0,6
452	0,7840	0,7

Mikrokontroler akan melakukan perhitungan kecepatan aliran air sungai dengan proses demikian. Tabel 3.7 merupakan data pengamatan perhitungan kecepatan aliran air dengan menggunakan mikrokontroler dimana nilai pulsa yang ada pada kolom pulsa nilainya dimasukkan pada program

mikrokontroler sehingga mikrokontroler akan langsung menampilkan hasil perhitungannya.

3.3.1.7 Kalibrasi Sensor Kecepatan Aliran Air

Proses kalibrasi merupakan suatu proses yang diperlukan sekali untuk mendapatkan hasil pengukuran dengan tingkat kesalahan yang rendah. Begitu juga dalam penggunaan sensor kecepatan aliran air sungai ini.

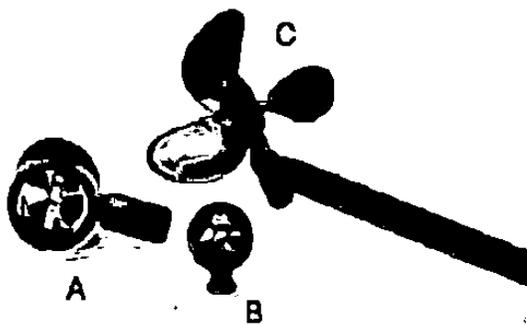
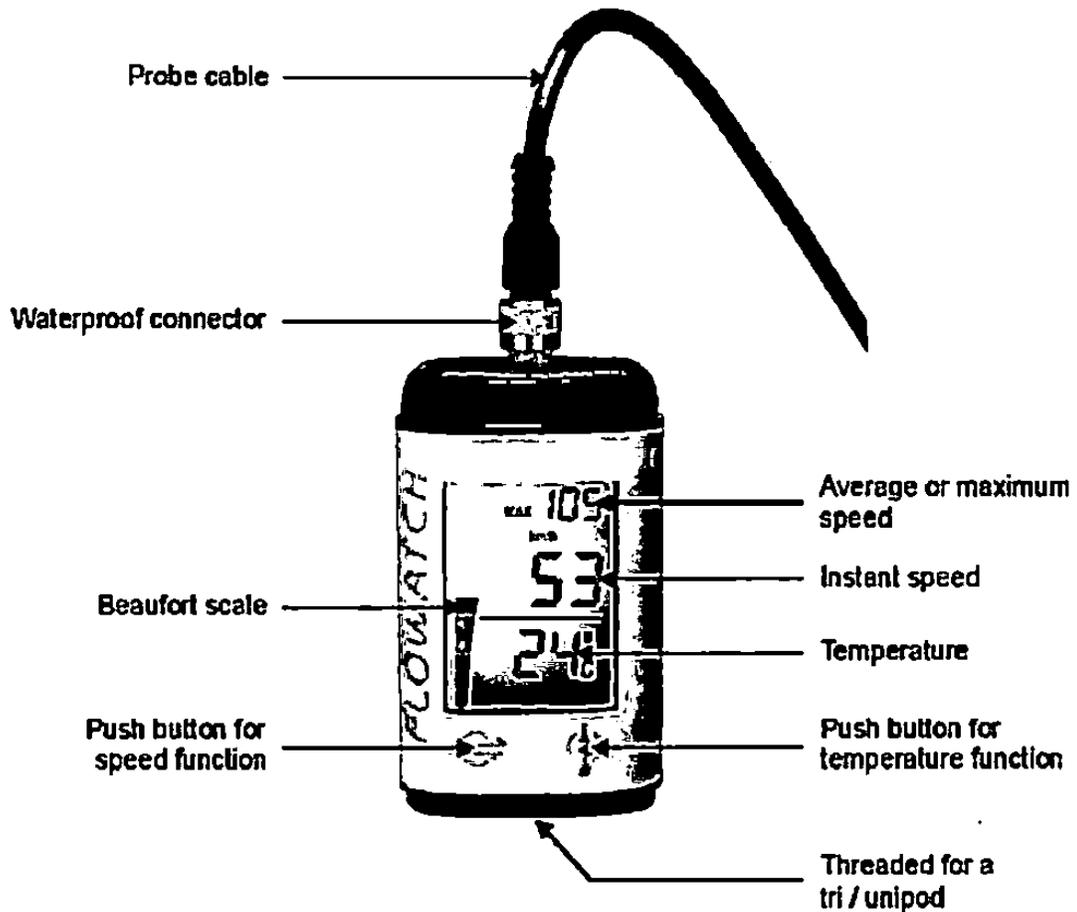
Kalibrasi dilakukan di laboratorium mekanika fluida Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan alat yang sudah standar. Alat yang di gunakan adalah FLOWATCH produksi dari JDC USA.

Spesifikasi alat sebagai berikut:

- *Flow Speed Units* : km/h, mph, knots, m/s and cm/s
- *Flow Speed Accuracy* : +/- 5 % from - 10° to + 50°C
- *Flow Speed Range* : 2 to 150km/h
- *Temp Units* : °C, °F and windchill
- *Temp Accuracy* : +/- 1°
- *Temp Functions* : Current, minimum, average, maximum temperature and windchill factor
- *Waterproof Display*
- *60mm Water Impelle*
- *Aluminum Carving Case*

FLOWATCH®

Air or Liquid Flow
Measurement Instrument



A. Regular size impeller (∅ 25 mm)
B. Small size impeller (∅ 18 mm)
C. Water impeller (∅ 60 mm)

Proses kalibrasi yang kita lakukan dengan bantuan wadah yang sudah tersedia di lab mekanika fluida, seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3.30 wadah untuk kalibrasi

Kran air dibuka 100% pada wadah untuk mengalirkan air, kemudian alat yang kita buat letakkan ke tempat yang sudah kita tentukan terlebih dahulu, seperti gambar di bawah ini:

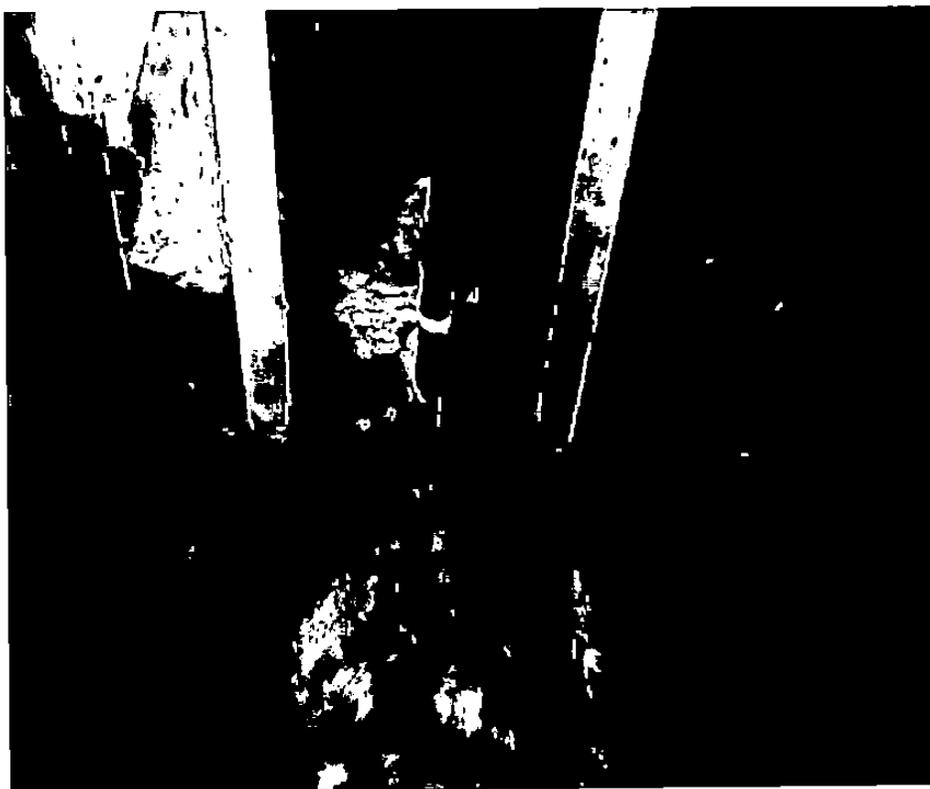


Gambar 3.31 Alat untuk besaran aliran air

Kemudian baru alat yang sudah ada standar nasionalnya kita letakkan pada tempat yang sama, seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3.32 Peletakan Alat kecepatan aliran air FLOWATCH



Gambar 3.33 Alat kecepatan aliran air FLOWATCH

Posisi kran air dari *minimum* sampai *maximum* sekitar 10 putaran kran air, jadi untuk membuka kran air 100% sekitar 10 putaran kran air kemudian untuk membuka kran air 50% sekitar 5 putaran

Dari proses yang telah kita coba diatas maka dapat kita lihat hasil pengamatan dibawah ini:

Tabel 3.8 Hasil pengamatan kalibrasi untuk buka kran air 100%

FLOWATCH	Alat yang di rancang		
m/s	Pulsa	m/s	m/s
0,3	181	0,3	0,3130
0,3	186	0,3	0,3240
0,3	192	0,3	0,3330

Tabel 3.9 Hasil pengamatan kalibrasi untuk buka kran air 50%

FLOWATCH	Alat yang di rancang		
m/s	Pulsa	m/s	m/s
0,1	92	0,1	0,1580
0,1	73	0,1	0,1260
0,1	121	0,1	0,3330

3.3.1.8 Analisis Pengukuran Alat

Percobaan alat dan pengambilan data dilakukan di laboratorium mekanika fluida Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan alat yang sudah standar. Alat yang di gunakan adalah FLOWATCH produksi dari IDC

Proses pengambilan data yang kita lakukan menggunakan bantuan wadah yang sudah tersedia di lab mekanika fluida. Posisi kran air dari *minimum* sampai *maximum* sekitar 10 putaran kran air, jadi untuk membuka kran air 100% sekitar 10 putaran, kemudian untuk membuka kran air 50% sekitar 5 putaran.

➤ Percobaan 1

Tabel 3.10 Pengamatan kecepatan aliran air

Putaran kran air	Pulsa	Alat ukur yang dirancang (m/s)		Alat ukur standar (m/s)	Error (%)	
		(y)	(y ₁)		(y ₂)	(y ₃)
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	69	0,1	0,1200	0,1	0	20
4	69	0,1	0,1200	0,1	0	20
5	81	0,1	0,1400	0,1	0	40
6	158	0,2	0,2740	0,3	33,33	8,66
7	164	0,2	0,2840	0,3	33,33	8,66
8	186	0,3	0,3230	0,3	0	7,66
9	197	0,3	0,3420	0,3	0	14
10	216	0,3	0,3740	0,3	0	24,66
□					6,66	14,36

Keterangan tabel:

- (y) = Merupakan tampilan satu digit dibelakang koma pada LCD
- (y₁) = Merupakan tampilan empat digit di belakang koma pada LCD
- (y₂) = Hasil perhitungan error untuk satu digit dibelakang koma
- (y₃) = Hasil perhitungan error untuk empat digit dibelakang koma

Dari perbandingan data terukur dengan menggunakan alat ukur yang di rancang dan alat ukur standar maka dapat diketahui prosentase kesalahan dan nilai rerata kesalahan dengan rumus:

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\square x - \square x_1}{\square x} \times 100\% \quad (3.7)$$

Dimana :

$\square x$ = Alat ukur standar

$\square x_1$ = Alat ukur yang dirancang

Untuk mencari persentase kesalahan contoh perhitungannya adalah sebagai berikut, misalnya yang di cari adalah pada putaran kran yang ke 8 yaitu;

$$\begin{aligned} \% \text{ kesalahan} &= \frac{0,3 - 0,3}{0,3} \times 100\% \\ &= \frac{0}{0,3} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Untuk data perhitungan selanjutnya dapat di lihat pada Tabel 3.10

Jumlah keseluruhan % rerata error pada putaran kran 1 samapai 10 adalah 66,66%

$$\% \text{ rerata kesalahan} = \frac{\sum \% \text{ kesalahan}}{\sum \text{ pengukuran}} \quad (3.8)$$

$$66,66\% = 66,66\%$$

➤ Percobaan 2

Tabel 3.11 Pengamatan kecepatan aliran air

Putaran kran air	Pulsa	Alat ukur yang dirancang (m/s)		Alat ukur standar (m/s)	Error (%)	
		(y)	(y ₁)		(y ₂)	(y ₃)
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	67	0,1	0,1160	0,1	0	16
4	87	0,1	0,1500	0,1	0	50
5	98	0,1	0,1690	0,1	0	69
6	126	0,2	0,2180	0,3	33,33	27,33
7	139	0,2	0,2410	0,3	33,33	19,67
8	192	0,3	0,3330	0,3	0	11
9	202	0,3	0,3050	0,3	0	1,66
10	205	0,3	0,3550	0,3	0	18,33
□					6,66	21,29

Keterangan tabel:

- (y) = Merupakan tampilan satu digit dibelakang koma pada LCD
- (y₁) = Merupakan tampilan empat digit di belakang koma pada LCD
- (y₂) = Hasil perhitungan error untuk satu digit dibelakang koma
- (y₃) = Hasil perhitungan error untuk empat digit dibelakang koma

Dari perbandingan data terukur dengan menggunakan alat ukur

... alat ukur standar maka dapat diketahui persentase kesalahan

Dimana :

- σ_x = Alat ukur standar
- σ_{x_1} = Alat ukur yang dirancang

Untuk mencari persentase kesalahan contoh perhitungannya adalah sebagai berikut, misalnya yang di cari adalah pada putaran kran yang ke 8 yaitu;

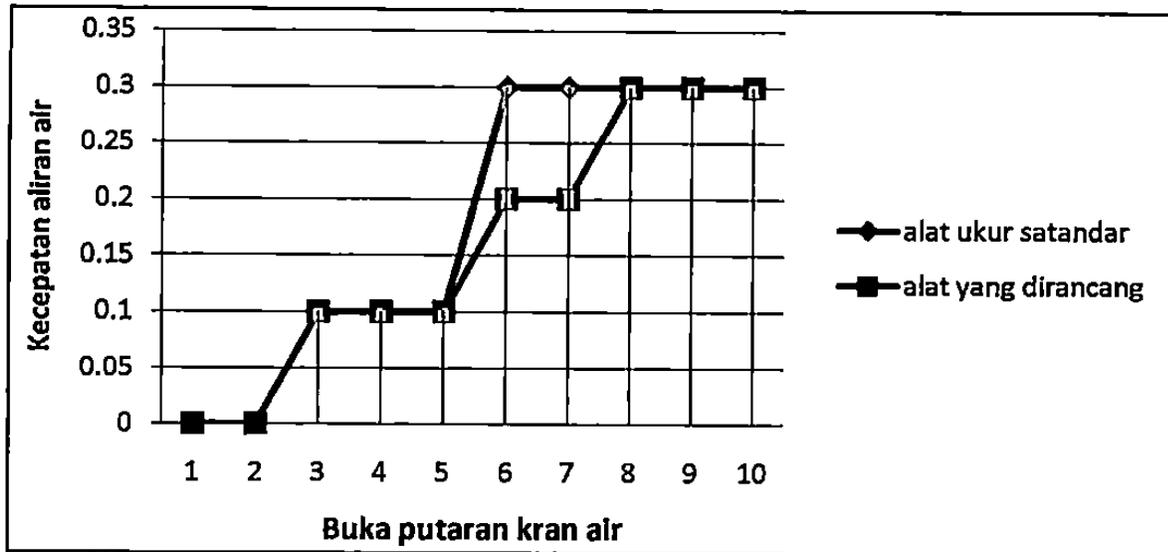
$$\begin{aligned} \% \text{ kesalahan} &= \frac{0,3 - 0,3}{0,3} \times 100\% \\ &= \frac{0}{0,3} \times 100\% = 0\% \end{aligned}$$

Untuk data perhitungan selanjutnya dapat di lihat pada Tabel 3.10

Jumlah keseluruhan % rerata error pada putaran kran 1 samapai 10 adalah 66,66%

$$\begin{aligned} \% \text{ rerata kesalahan} &= \frac{\sum \% \text{ kesalahan}}{\sum \text{ pengukuran}} \\ (3.8) \end{aligned}$$

$$\% \text{ Rerata kesalahan} = \frac{66,66\%}{1} = 66,66\%$$



Cambar 3.34 Grafik perbandingan alat standar dengan alat yang di rancang