

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Pendahuluan

Penulisan dalam BAB IV ini berupa pengujian dan analisis keseluruhan tentang obyek tugas akhir yang berjudul Pengukur Curah Hujan Sistem Telemetri Berbasis Mikrokontroler. Dalam tugas akhir ini, dibuat sistem yang difungsikan untuk mendapatkan data curah hujan dan data tersebut ditampilkan menggunakan Personal Computer (PC).

Seperti yang telah tertera pada latar belakang masalah di atas, pengukur curah hujan ini dapat menampilkan data secara real time, menggunakan system telemetri dan dilengkapi dengan penyimpanan data secara otomatis. Sehingga dengan adanya pengiriman data jarak jauh akan mempermudah petugas dalam pengambilan data secara kontinyu.

B. Rangkaian Keseluruhan

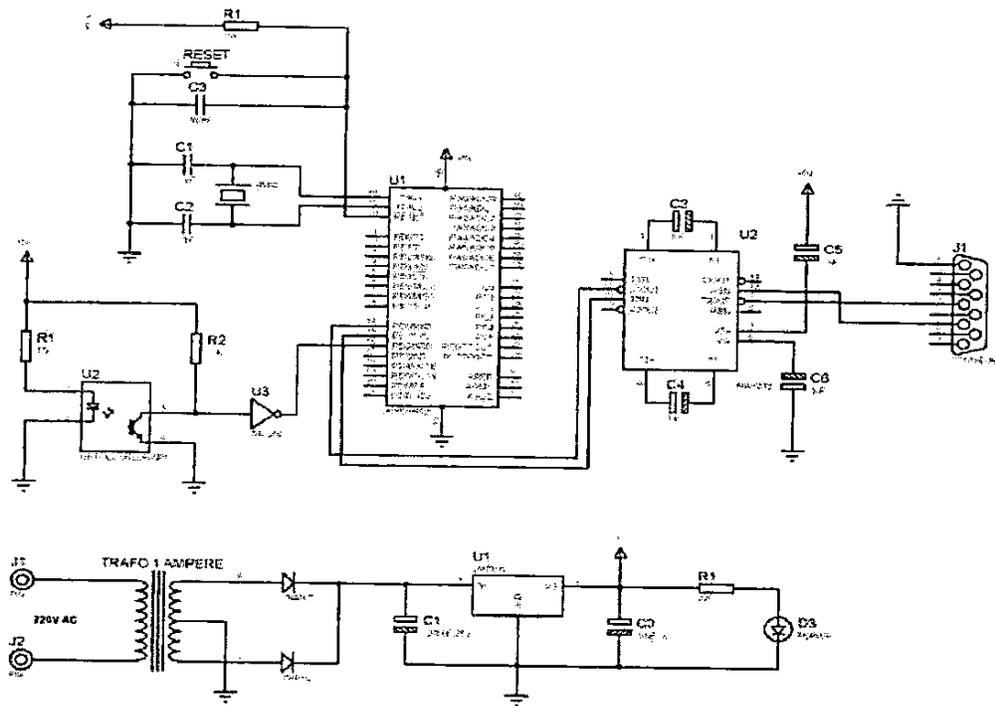
Dalam pembuatan pengukur curah hujan ini terdapat beberapa perangkat elektronis, yaitu sensor (optocoupler), mikrokontroler ATmega 8535, catu daya dan port serial. Sensor yang digunakan pada rangkaian ini adalah sensor optocoupler, dimana sensor ini bekerja dengan menggunakan sinar (cahaya infra-

merah) sebagai media pengaktifan saklar. Saklar yang digunakan disini berupa rangkaian foto transistor. Pada alat pengukur curah hujan sensor (optocoupler) digunakan pada saat bak penampung air hujan melakukan jungkitan. Sebelum melakukan jungkitan cahaya infra merah terhalang oleh benda, sehingga cahaya infra merah tidak diterima oleh foto transistor. Karena terhalang benda, maka sensor (optocoupler) menjadi non aktif atau bisa dikatakan memiliki logika 0. Saat melakukan jungkitan, foto transistor tidak terhalang benda, sehingga cahaya infra merah mengenai foto transistor. Karena tidak terhalang benda, maka sensor (optocoupler) menjadi aktif atau bisa dikatakan memiliki logika 1.

Setelah sensor (optocoupler) bekerja, keluaran pada sensor akan masuk pada mikrokontroler ATmega 8535 dan kemudian diolah. Atmega 8535 disini digunakan sebagai pengendali utama. Data yang sudah diolah akan masuk pada rangkaian serial (RS232). Antar muka serial RS232 dibutuhkan untuk menjembatani jalur komunikasi serial (RS232) computer. Bagian ini menggunakan rangkaian terintegrasi (IC) jenis MAX232, yang berfungsi untuk mengubah arus tegangan TTL menjadi arus tegangan RS232 dan sebaliknya.

Pada catu daya, keluaran dari trafo masih berupa tegangan AC. Oleh karena itu perlu disearahkan menggunakan penyearah jembatan sebagai penyearah gelombang penuh. Kapasitor 2200uF berfungsi sebagai filter untuk memperhalus masukan. Untuk mendapatkan tegangan DC 5 volt menggunakan IC regulator LM7805 yang merupakan IC penstabil untuk tegangan 5 volt

Semua perangkat elektronik terhubung dalam satu rangkaian. Rangkaian keseluruhan ditunjukkan pada gambar 4.1 sebagai berikut:

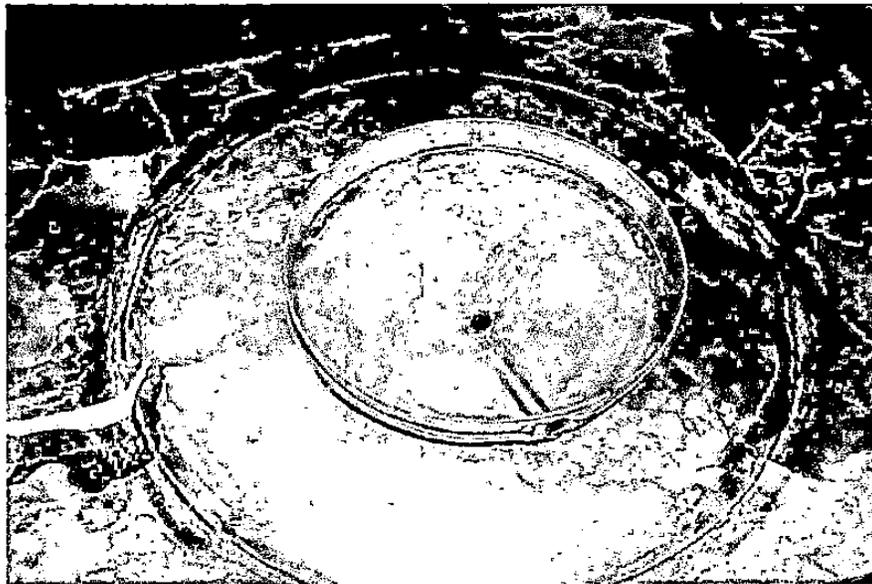


Gambar 4.1 Rangkaian Keseluruhan

C. Perangkat Keras

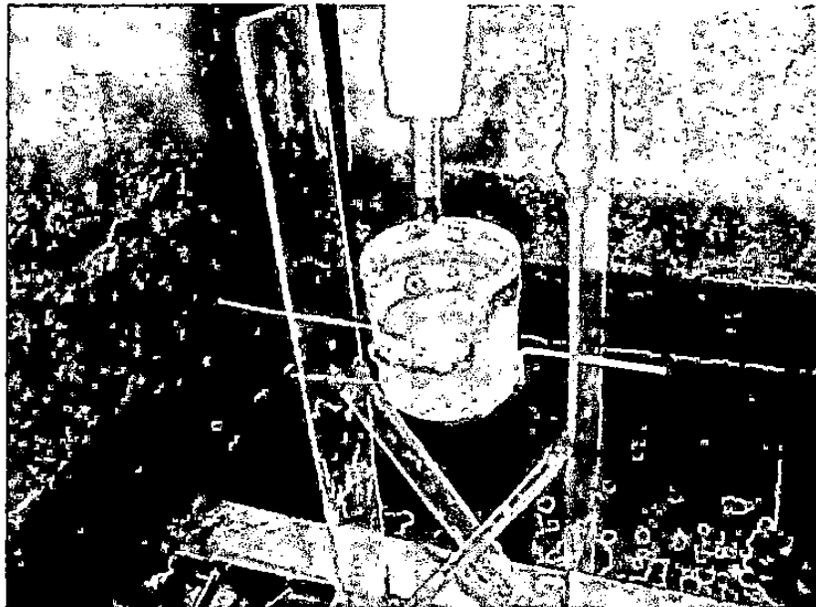
Untuk tipe penakar yang mempunyai luas penampang (corong) 100 cm^2 , maka setiap 10 ml air yang tertampung dianggap setara dengan 1 mm curah hujan. Dengan kata lain perangkat keras tersebut:

1. Menggunakan luas penampang (corong) sebesar 100 cm^2 untuk menadah hujan.



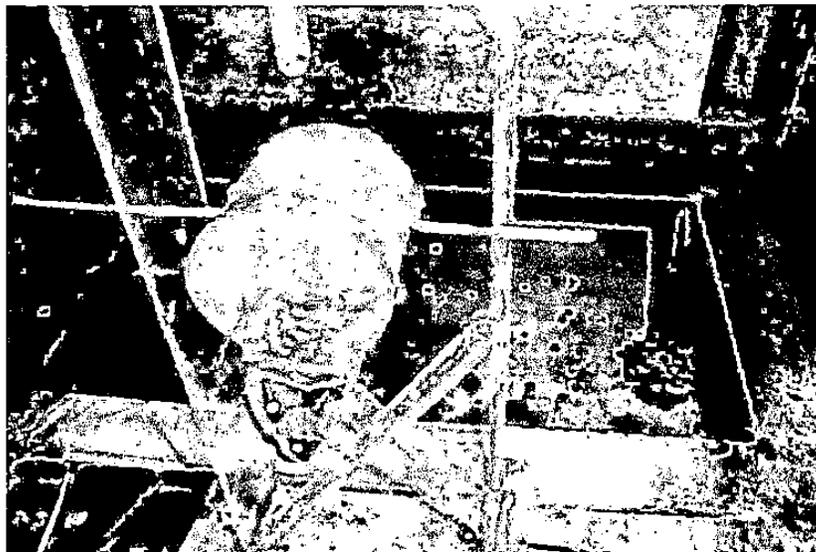
Gambar 4.2 Corong Penadah Hujan

2. 10 ml menandakan : air yang tertampung dalam bak penampung sebesar 10 ml.



Gambar 4.3 Bak Penampung Air Hujan

- a. 1mm adalah curah hujan terukur dalam sekali jungkit



Gambar 4.4 Timbangan Air Hujan

Untuk mengukur berapa besarnya curah hujan pada daerah tertentu digunakan jungkat-jungkit atau biasa disebut Tipping Bucket. Cara pengukuran jenis ini dengan melihat seberapa sering jungkat-jungkit itu melakukan kinerja. Semakin sering maka curah hujan yang ada di daerah tersebut akan semakin besar. Pada jungkat-jungkit, sudah dirancang untuk menampung air dalam jumlah tertentu, yaitu 10 ml dalam sekali jungkit dan memiliki ketelitian 1 mm. Dengan kata lain, jika terjungkit sebanyak 10x maka air yang akan terbangun sebanyak 100 ml dan tertampil pada Personal Computer (PC) sebesar 10 mm.

Mekanik dari alat Pengukur Curah Hujan dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini:



Gambar 4.5 Mekanik Alat Pengukur Curah Hujan

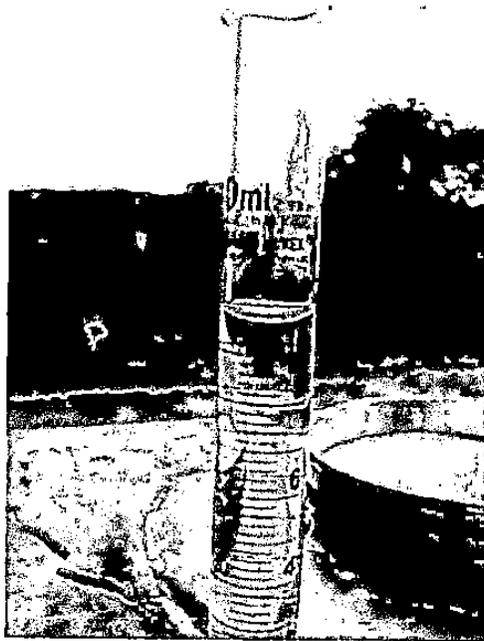
D. Pengujian Perangkat Keras

1. Pengujian 1:

Proses yang dilakukan dalam pengujian ini yaitu mengisi corong penadah hujan dengan air, seperti terlihat pada gambar 4.2 diatas. Setelah itu air yang telah tertampung dalam corong penadah hujan secara otomatis menetes pada bak penampung air hujan, seperti terlihat pada gambar 4.3 diatas. Air hujan yang tertampung pada penadah air hujan akan jungkit jika sudah mencapai 10 *ml* air hujan.

Setelah mencapai 10 ml air hujan bak penampung air hujan akan terjungkit, terlihat pada gambar 4.4 diatas.

Air hujan yang terjungkit pada penampungan air hujan akan dilakukan pengukuran menggunakan gelas ukur seperti terlihat pada



Gambar 4.6 Air Hujan Terukur

Pada gambar diatas, air Hujan yang terukur sebesar $9,8 \text{ ml}$ air hujan. Dimana air hujan yang terukur sudah masuk dalam toleransi yang diijinkan dalam pembuatan alat Penukur Curah Hujan.

2. Pengujian 2

Proses yang dilakukan dalam pengujian ini yaitu mengisi corong penadah hujan dengan air, seperti terlihat pada gambar 4.2 diatas. Setelah itu, setiap air yang tertampung pada bak penampung air hujan diukur dalam gelas ukur sebanyak 20 kali. Hasil pengujian dapat dilihat

Jungkitan ke-	Banyaknya Air yang Tertampung (<i>ml</i>)
1	9,8
2	9,7
3	9,9
4	9,9
5	9,7
6	9,8
7	9,7
8	9,8
9	9,9
10	9,9
11	9,8
12	9,7
13	9,8
14	9,8
15	9,8
16	9,9
17	9,8
18	9,7
19	9,9

20	9,8
----	-----

Tabel 4.1 Pengujian Jungkitan

Dari tabel diatas didapat rata-rata perhitungan dalam sekali jungkitan, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{\text{Jumlah air yang tertampung}}{\text{Jumlah jungkitan}} \\
 &= \frac{196,1}{20} \\
 &= 9.805 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

3. Pengujian 3

Proses yang dilakukan dalam pengujian ini yaitu mengisi corong penadah hujan dengan air, seperti terlihat pada gambar 4.5 diatas. Air yang diisi pada corong penadah hujan sebanyak 100 ml air dan menetes pada bak penampungan air.

Pengujian ini dilakukan untuk melihat berapa jungkitan pada alat Pengukur Curah Hujan jika diberi air sebanyak 100 ml. Setelah corong diberi air sebanyak 100 ml penampung air dapat melakukan jungkitan

sebanyak 9 kali. Hal ini dikarenakan ada nya air yang terbuang pada saat melakukan iunkitan

Karena 9 kali jungkit, maka :

~ Jumlah air tumpah dari bak penampungan

$$= 9,805 \text{ ml} * 9$$

$$= 88,245 \text{ ml}$$

~ Air sisa pada bak (tidak terjadi jungkit) =

$$8,7 \text{ ml}$$

~ Air yang tercatat = $88,245 \text{ ml} + 8,7 \text{ ml}$

$$= 96,945 \text{ ml}$$

~ Air hilang = $100 \text{ ml} - 96,945 \text{ ml}$

$$= 3,055 \text{ ml}$$

~ Air hilang 9 kali jungkit = $0,1 \text{ ml} * 9$

$$= 0,9 \text{ ml}$$

~ Air hilang keseluruhan = $3,055 \text{ ml} + 0,9 \text{ ml}$

$$= 3,955 \text{ ml}$$

Toleransi Alat :

$$\frac{3,955}{100} \times 100 \% = \pm 3,955 \%$$

Bak penampungan air hujan hanya melakukan jungkitan 9 kali. Air yang tertampung pada jungkitan terakhir atau jungkitan ke-10 kurang dari 9.805 *ml*. Sehingga jungkitan terakhir tidak bisa dilakukan. Hal ini dikarenakan air yang tertampung pada corong tidak semuanya menetes, karena melekat pada pinggir corong.

E. Perangkat Lunak

1. Perangkat Lunak Pengendali Mikrokontroler

a. Spesifikasi

Pemrograman *microcontroller* harus memperhatikan skema rangkaian yang dibuat. Karena program harus sesuai dengan definisi fungsi masing-masing port / pin yang terhubung dengan komponen lain sebagai pendukung operasi *microcontroller*. Apabila program yang dibuat tidak sesuai dengan definisi fungsi port / pin maka sistem tidak akan bekerja dengan benar.

Perangkat lunak untuk merancang sistem penakar curah hujan ini adalah bahasa C dan menggunakan CodeVisionAVR versi 1.25.9 Standard sebagai kompilernya. Sedangkan sebagai programmer, unduh hasil kompilasi yang berupa file *hex*

digunakan Ponyprog2000 yang lebih mudah dalam penyettingan kristal.

Pendefinisian port / pin dan fungsi-fungsi *library* yang digunakan dalam pemrograman dijelaskan sebagai berikut:

a. Interupsi Eksternal 0

Interupsi eksternal 0 berfungsi sebagai pin masukan dari sensor optocoupler yang digerakkan oleh jungkit perangkat keras penakar curah hujan. Sistem ini dikerjakan oleh perangkat lunak dengan statement sebagai berikut:

```
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
    // Place your code here

    delay_ms(500);

    input = 1;

}
```

b. Interupsi Timer 0

Interupsi Timer 0 berfungsi sebagai pereset nilai counter masukan dari sensor apabila telah satu detik. Reset ini dimaksudkan agar nilai yang terbaca pada komputer selalu bernilai satu sehingga proses perhitungan di komputer menjadi lebih mudah. Sistem ini dikerjakan oleh perangkat lunak dengan statement sebagai berikut:

```
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
// Reinitialize Timer 0 value

max_circle = 10; // 10mS * 10 = 100 msecond;

if (add_circle >= max_circle )
{
add_circle = 0;

input = 0;

}

else

{
```

```
        add_circle += 1;

    }
```

```
TCNT0=0xD9
```

```
}
```

c. Komunikasi Data Serial

```
void Transmitte (unsigned char DataTRX)
```

```
{
```

```
    unsigned char UCSRAtemp;
```

```
    Wait4ClearedUDRE:
```

```
        UCSRAtemp = UCSRA;
```

```
        UCSRAtemp &= 0b00100000;
```

```
        if(UCSRAtemp == 0b00100000)
```

```
        {
```

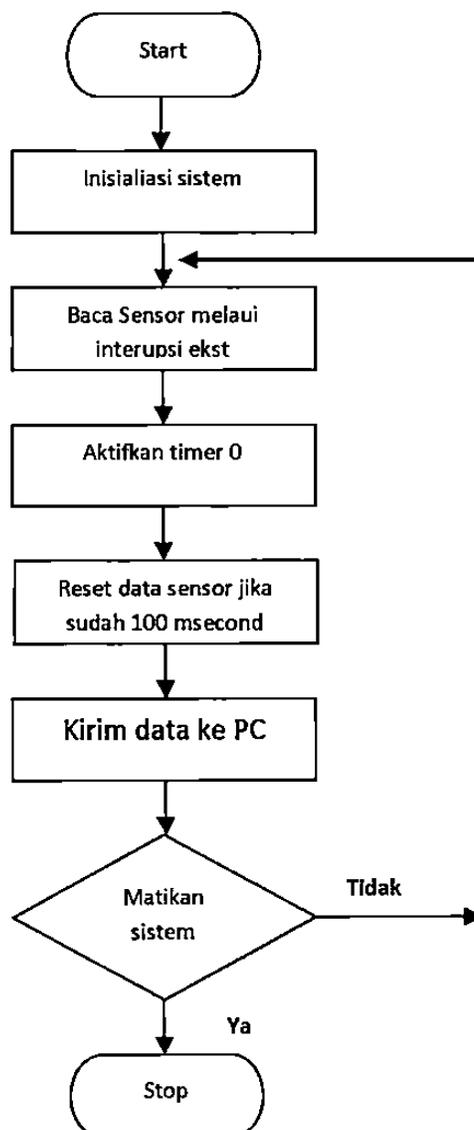
```
            delay_ms(100);
```

```
            UDR = DataTRX; //Send a character in var data }
```

```
        else goto Wait4ClearedUDRE;
```

b. Operasi Perangkat Lunak

Saat pertama kali sistem dinyalakan, *microcontroller* akan menjalankan program dari awal, yaitu dari inialisasi , pembacaan sensor hingga proses pengiriman data ke serial RS232. Urutan kerja program pada saat pertama kali dijalankan ditunjukkan oleh Gambar 4.7

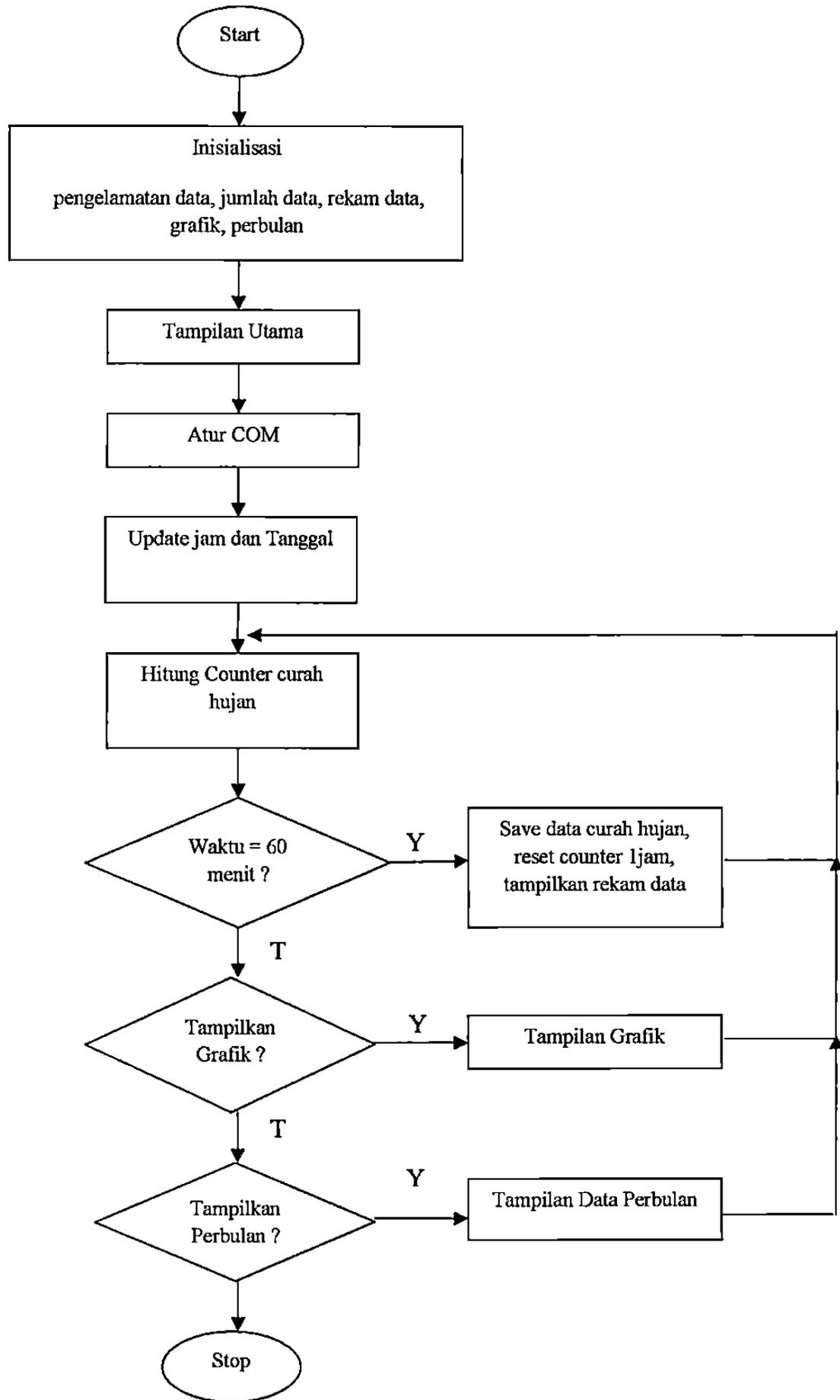


Gambar 4.7. Alur program saat sistem pertama kali dijalankan

2. Perangkat Lunak Borland Delphi 7.0

a. Spesifikasi

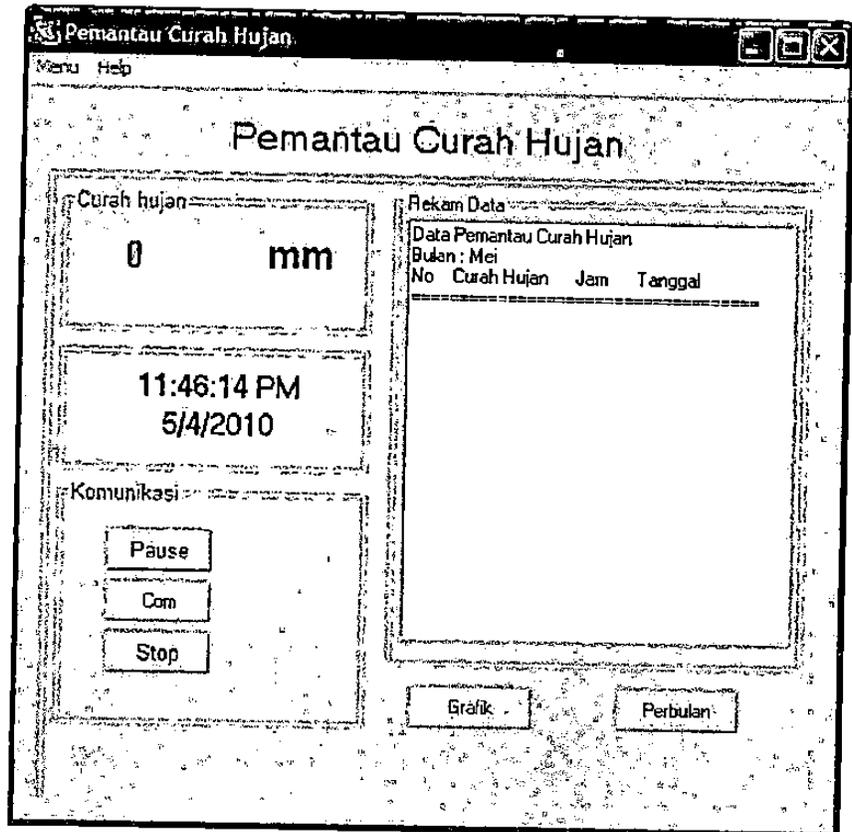
Borland Delphi merupakan suatu bahasa pemrograman yang memberikan berbagai fasilitas pembuatan aplikasi visual. Keunggulan bahasa pemrograman terletak pada produktivitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan kompilasi, pola desain yang menarik serta diperkuat dengan pemrogramannya yang terstruktur. Keunggulan lain dari Delphi yaitu dapat digunakan untuk merancang program aplikasi yang memiliki tampilan seperti program aplikasi lain yang berbasis



Gambar 4.8 Flowchart saat program pertama kali dijalankan

b. Operasional Perangkat Lunak

1. Tampilan Utama

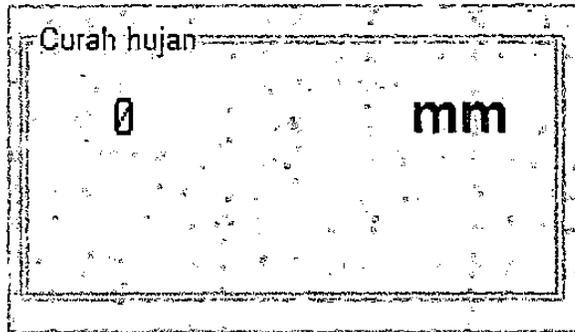


Gambar 4.9 Tampilan utama

Tampilan utama terdiri dari beberapa fitur yaitu, penampil counter penakar curah hujan, penampil waktu, tombol start, tombol stop, tombol COM, rekam data, tombol grafik dan perbulan.

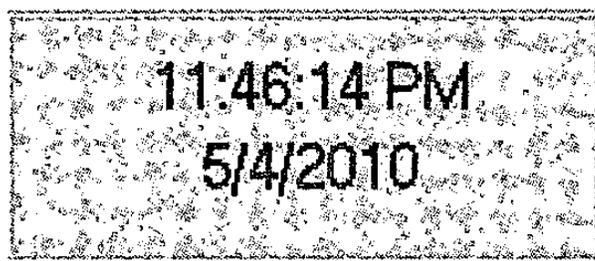
Penampil counter penakar curah hujan ini berfungsi untuk menampilkan counter setiap terjadi tumpahan pada penakar curah hujan. Satu kali jungkit dihitung dengan satuan millimeter (mm).

Seperti terlihat gambar 4.10. Di bagian ini



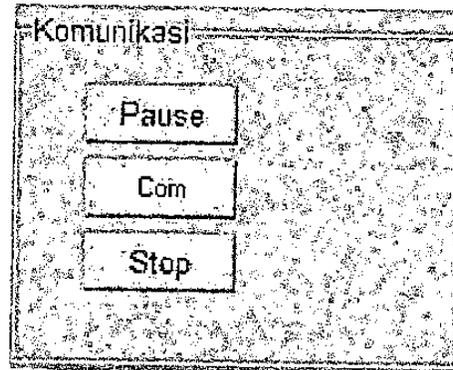
Gambar 4.10 Penampil Counter Penakar Curah Hujan

Penampil waktu berfungsi untuk menampilkan waktu. Waktu yang ada pada software Pengukur Curah Hujan sesuai dengan waktu yang ada pada Personal Computer (PC). Seperti terlihat pada gambar 4.11 dibawah.



Gambar 4.11 Penampil Waktu

Tombol start dan stop berfungsi untuk menjalankan dan mengakhiri program. Sedangkan untuk mengatur konfigurasi dari com di computer, jalur mana yang digunakan untuk komunikasi serial merupakan fungsi dari tombol COM. Seperti terlihat pada



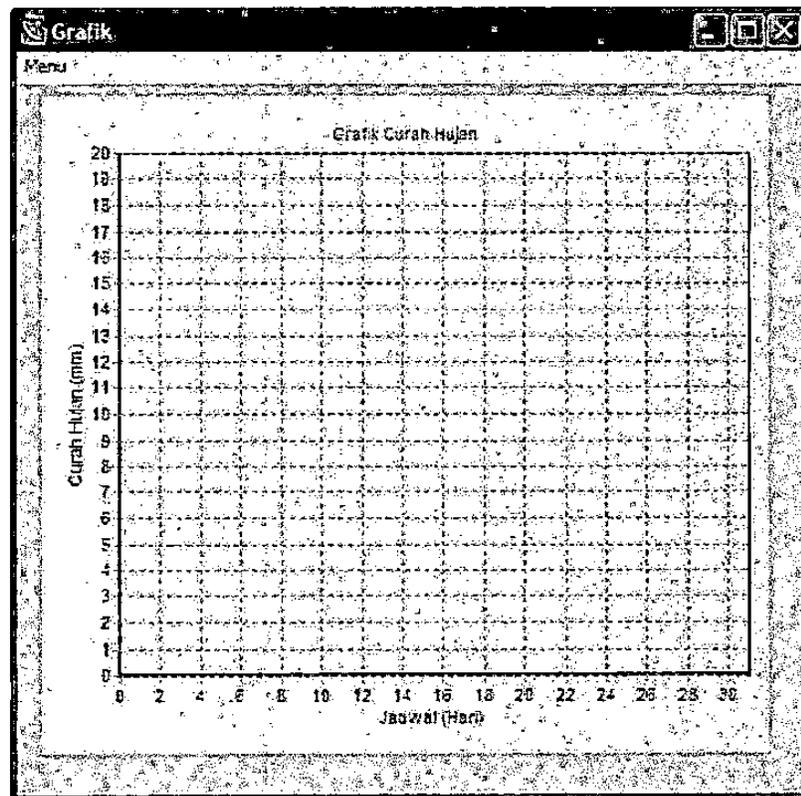
Gambar 4.12 Tombol start, COM dan stop

Rekam data ini digunakan untuk melihat hasil dari perhitungan curah hujan. Dimana dalam rekam data hasil dari perhitungan curah hujan ditampilkan perjam. Jadi setiap jam curah hujan akan tampil pada rekam data. Seperti terlihat pada gambar 4.13 di bawah:

No	Curah Hujan	Jam	Tanggal
1.	5.0	11:00:00 PM	5/4/2010
2.	2.0	12:00:00 AM	5/5/2010
3.	1.0	1:00:00 AM	5/5/2010
4.	4.0	2:00:00 AM	5/5/2010
5.	0.0	3:00:00 AM	5/5/2010
6.	1.0	4:00:00 AM	5/5/2010
7.	3.0	11:00:00 PM	5/5/2010
8.	1.0	12:00:00 AM	5/6/2010
9.	0.0	1:00:00 AM	5/6/2010
10.	0.0	2:00:00 AM	5/6/2010
11.	1.0	3:00:00 AM	5/6/2010
12.	2.0	4:00:00 AM	5/6/2010
13.	1.0	11:00:00 PM	5/6/2010
14.	1.0	12:00:00 AM	5/7/2010

Gambar 4.13 Rekam Data

Tombol grafik berfungsi melihat tampilan grafik hasil perhitungan curah hujan dalam 1 bulan. Tampilan grafik menampilkan perbandingan antara nilai curah hujan dengan hari, sehingga yang ditampilkan 30 hari dalam 1 bulan. Seperti terlihat pada gambar 4.14



Gambar 4.14 Tampilan Grafik

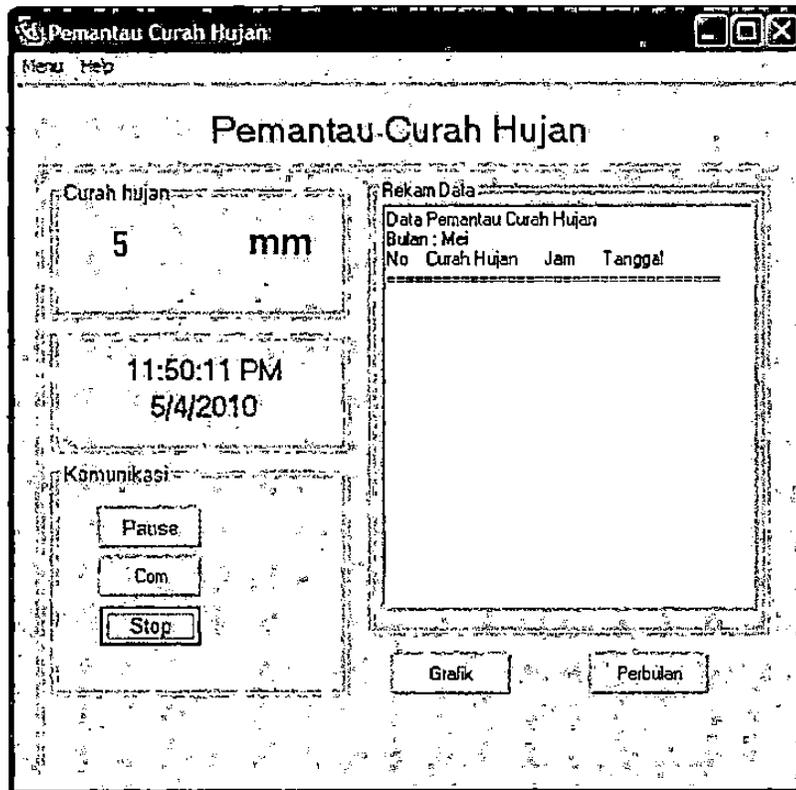
Bulan	Data	Tanggal
Mei	207.0	5/1/2010

Gambar 4.15 Tampilan Perbulan

Sedangkan tombol perbulan berfungsi untuk melihat data perbulan. Data perbulan merupakan penjumlahan curah hujan dalam tiap harinya. Sehingga kita bisa mengetahui berapa curah hujan dalam bulanan. Seperti terlihat pada gambar 4.15 diatas.

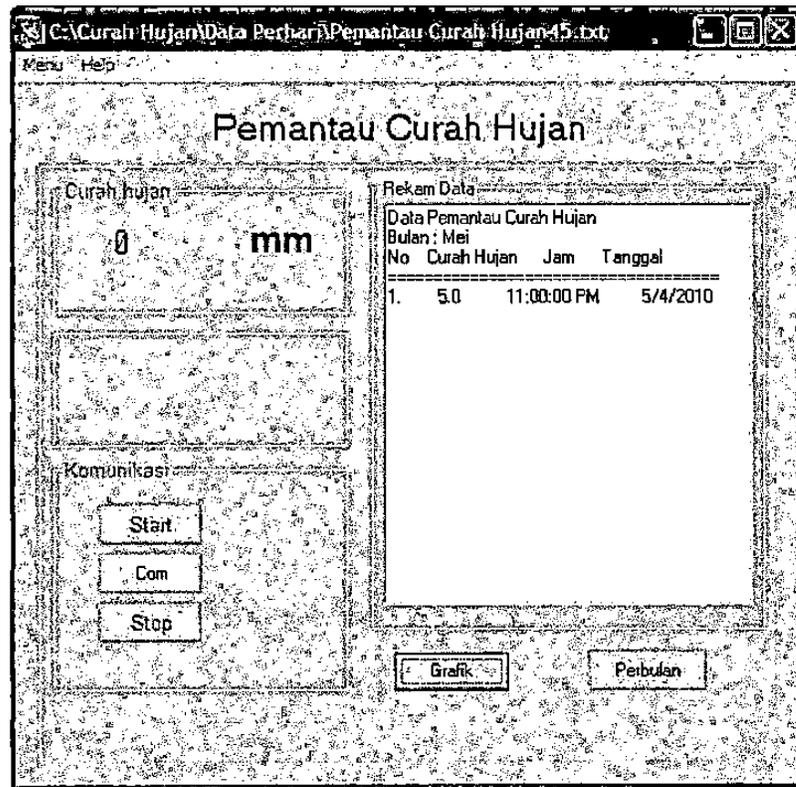
F. Pengujian Perangkat Lunak

Seperti yang telah disebutkan di BAB III, pengujian software ini dikatakan dapat berjalan dengan baik jika data curah hujan dapat ditampilan dan disimpan pada Personal Computer (PC). Hasil pengujian dapat dilihat pada



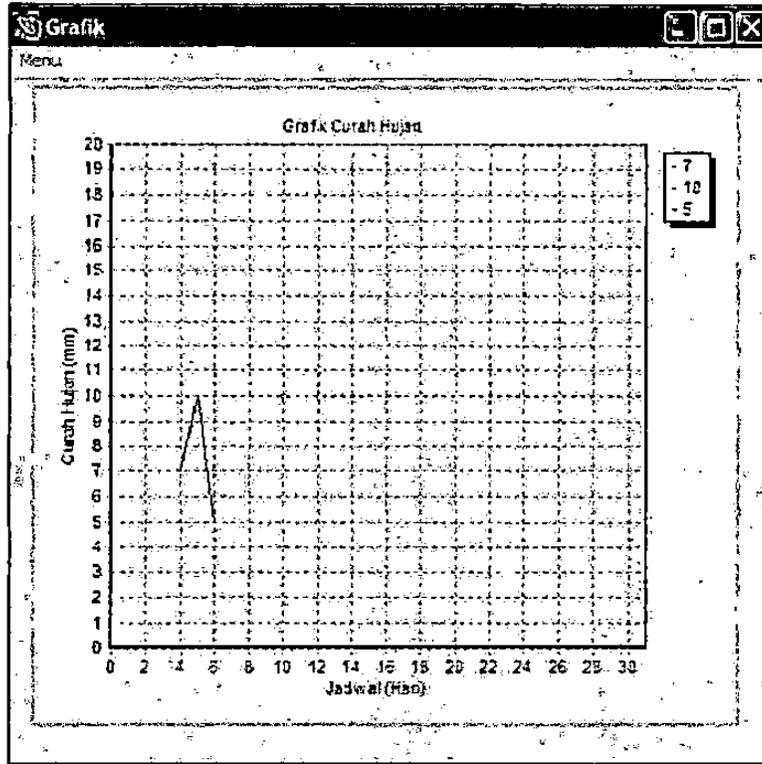
Gambar 4.16 Tampilan saat berjungkit 5 kali

Seperti yang terlihat pada gambar 4.16 diatas, penampil counter bernilai 5. Ini berarti pada mekanik telah melakukan 5 kali jungkitan. Data pada penampil counter akan reset jika telah berganti jam dan rekam data akan menampilkan data curah hujan sesuai jam. Hasil rekam data dapat dilihat pada

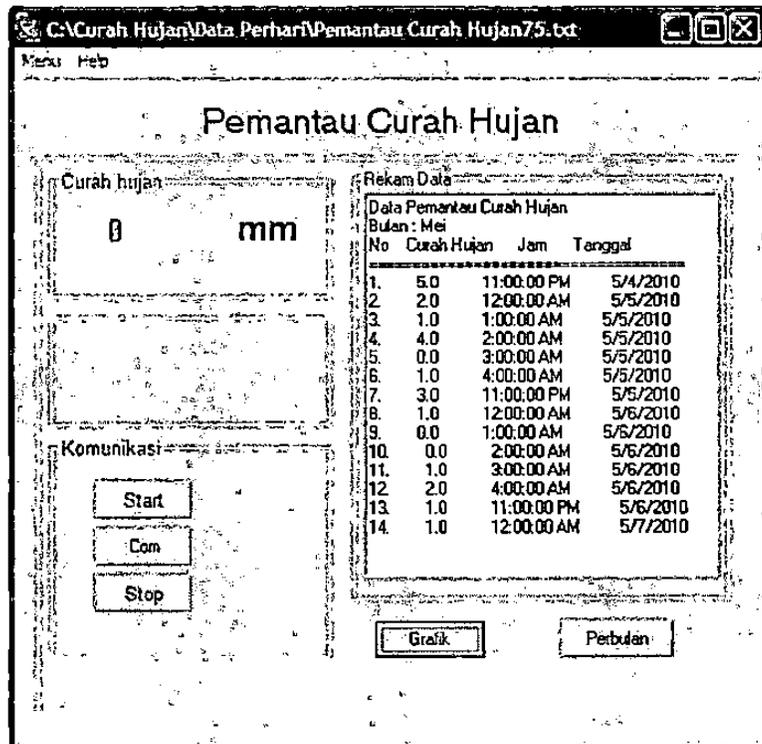


Gambar 4.17 Tampilan saat berganti jam

Tampilan grafik menampilkan perbandingan antara nilai curah hujan dengan hari. Tombol grafik, jika ditekan akan menampilkan grafik pada nilai curah hujan pada rekam data. Seperti terlihat pada gambar 4.18 dibawah. Dalam grafik kita bisa melihat bahwa pada tanggal 4 mei, curah hujan bernilai 7 mm. Sedangkan pada tanggal 5 mei terbaca pada grafik sebesar 10 mm dan tanggal 6 mei sebesar 5 mm. Hal ini sesuai dengan nilai yang tertampil pada rekam data. Karena rekam data menampilkan data curah hujan perjam, maka data curah hujan perhari adalah penjumlahan dari data curah hujan dalam satu hari. Seperti



Gambar 4.18 Grafik selama 3 hari



Gambar 4.19 Tampilan selama 3 hari

G. Validasi

Pada validasi system dilakukan pengecekan operasional kerja alat secara keseluruhan. Validasi ini dilakukan untuk membuktikan bahwa semua komponen dan fungsi-fungsi program telah sesuai dengan yang diharapkan. Pengecekan ini dilakukan dengan 2 cara, pengecekan hardware dan pengecekan software.

Pengecekan hardware, air yang tertampung pada bak penampungan air hujan akan tumpah jika air terisi sebanyak 9,805 *ml*. 9,805 *ml* didapat dari hasil rata-rata air yang tumpah pada bak penampung air hujan sebanyak 20 kali percobaan.

Pengecekan software dilakukan dengan melihat pada tampilan utama. Jika bak penampungan air hujan melakukan jungkit 1 kali, ini berarti pada tampilan utama akan berubah dengan nilai 1 mm curah hujan. Software ini telah dapat menyimpan data secara otomatis. Hal ini dapat dilihat pada software terdapat fitur berupa rekam data, cetak dan grafik.

Nilai curah hujan yang tertampil pada tampilan utama dan bak penampungan air hujan setelah diamati telah sesuai. Sehingga dapat disimpulkan Pengukur Curah Hujan dengan Telemetri ini dapat dianggap valid dan layak dirangsangkan untuk mengukur curah hujan pada Green House