

PENAKAR CURAH HUJAN AUTOMATIS MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 32

Sumardi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedharto, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
E-mail: sumardi.undip@gmail.com

Abstract. Indonesia is one kind of country which has wet tropical climate (humid tropic). The character has always high volume of rains. The average for each year in Indonesia isn't in the same portion. But there still much more, an average 2000–3000 mm/year. And also between one and the other places have different rain rates. Areas which have rain rate less than 1000 mm, coverage of 0,6% from Indonesian territory, There are South east of Nusa, and 2 areas in Sulawesi (Palu valley and Luwuk). And some areas which have rain rates between 1000 – 2000 mm in a year there are some part of South east of Nusa, a little part of Merauke, Aru Archipelago and Tanibar. The areas which have rain rates between 2000 – 3000 mm per year, coverage East Sumatra, South Kalimantan, East part of West Java and Central Java, and some part of Irian Jaya, Maluku Archipelago and some of Sulawesi. The area which has the most portion of rain 3000 mm per year is high land of West Sumatra, Central Kalimantan, and central plateau of Papua, more areas in Java, Bali, Lombok, and Sumba.

Since this conditions, needed to improve a tools to detect total of rain rate prototype, so rain rate data in one place could be known quickly. This is so meanly to give advantage, for example to anticipate or warn from flood disaster or even landslide.

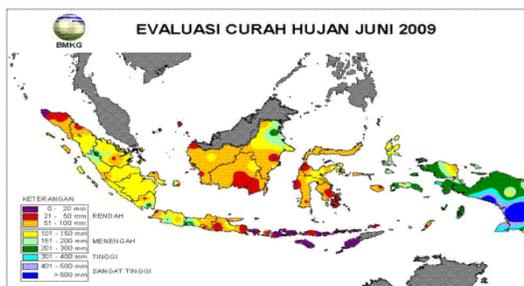
In this research designed hardware to detect rain rate automatically using tipping bucket rain rate sensor. This sensor employed based on signal pulse caused of tipping moving from the rain which called click. Once click produce one pulse feed up to microcontroller to be recorded. Once click shows the number of flow rains 5,5 mm. Total flow rains recorded and accumulated from 06.00 until 17.00 and from 17.00 until 06.00. This result saved in its memory to an exact time suitable with memory capacity which still available in microcontroller.

Keywords: rain rate detector, *tipping bucket*

Suatu sistem Peringatan Dini Banjir atau sering disebut sebagai *Flood Early Warning System* terdiri atas beberapa buah Agen Telemetri. Salah satunya adalah Agen Telemetri dengan kemampuan membaca dan mengirimkan data curah hujan pada suatu tempat.

akan secara kontinyu melaporkan data curah hujan.

Adapun tujuan dari penyusunan penelitian ini adalah merancang suatu sistem penakar hujan otomatis berbasis mikrokontroler dengan LCD sebagai penampil data curah hujan.



Gambar 1. Peta Data Curah Hujan di Indonesia

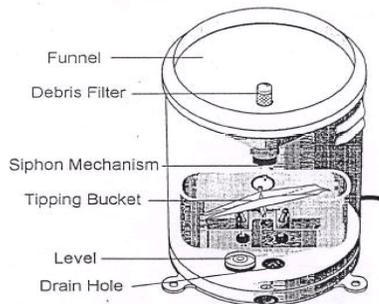
Piranti ini memegang peranan yang sangat vital bagi sistem *Early Warning*. Peralatan ini

PENAKAR CURAH HUJAN

Hujan adalah peristiwa turunnya titik-titik air atau kristal-kristal es dari awan sampai ke permukaan tanah. Alat untuk mengukur jumlah curah hujan yang turun ke permukaan tanah per satuan luas, disebut *Penakar Curah Hujan*. Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 (satu) milimeter atau tertampung air sebanyak 1 (satu) liter atau 1000 ml. Secara umum penakar hujan dibedakan menjadi dua, yaitu penakar curah hujan manual dan penakar curah hujan otomatis.



Gambar 2. Penakar Curah Hujan Manual



TIPPING BUCKET RAIN GAUGE

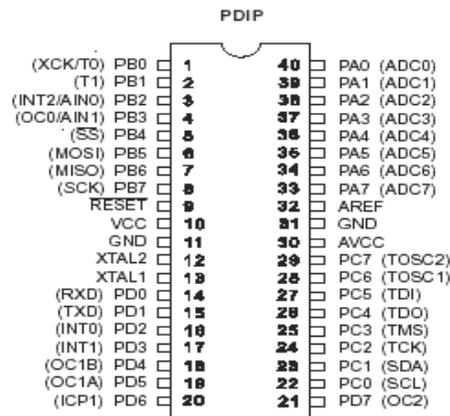
Gambar 3. Penakar Curah Hujan Otomatis

Penakar hujan tipe *tipping bucket*, nilai curah hujannya tiap *bucket* berjungkit tidak sama, serta luas permukaan corongnya beragam tergantung dari merk pembuatnya. Misalnya ada yang 0.1 mm, 0.2 mm, 0.5 mm dan lain-lain.

Penakar curah hujan tipe *tipping bucket* ini memanfaatkan sensor *reed switch* untuk memberikan masukan pada mikrokontroler yaitu berupa perubahan tahanan ketika bejana bergoyang.

MIKROKONTROLER AVR ATMEGA32

AVR (Alf and Vegard's Risc Processor) merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register serbaguna, *Timer/Counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan mode *power saving*. Beberapa di antaranya mempunyai ADC dan PWM internal. AVR juga memiliki fasilitas *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program dapat diprogram ulang saat sistem sedang bekerja.



Gambar 4. Susunan mikrokontroler AT-Mega 32

Beberapa keistimewaan dari AVR AT-Mega 32 antara lain:

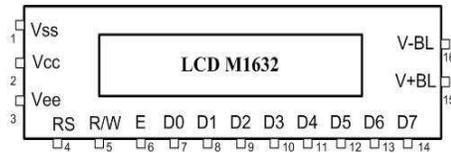
- 1) *Power On Reset* dan deteksi *Brown out* terprogram.
- 2) Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
- 3) RC Osilator Internal Terkalibrasi.
- 4) Sumber interupsi internal dan eksternal.
- 5) Kapasitas memori *flash* 32 kBytes, internal SRAM sebesar 2048 byte, dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1024 byte.
- 6) ADC (*Analog to Digital Converter*) internal dengan resolusi 10 bit sebanyak 8 saluran.
- 7) Port komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
- 8) Enam pilihan mode *sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD M1632 adalah sebuah modul LCD *DotMatrix* dengan konfigurasi 2 baris dengan 16 karakter setiap barisnya. Dibentuk oleh 8x5 pixel dengan 1 baris pixel terakhir adalah kursor).

HD44780 adalah mikrokontroler yang dirancang khusus untuk mengendalikan LCD dan mempunyai kemampuan untuk mengatur proses *scanning* pada layar LCD. *Driver* tersebut bertugas mengirimkan data karakter LCD, dan bertugas mengendalikan LCD sesuai dengan perintah yang diberikan melalui pin I/O LCD.

CodeVision AVR telah menyediakan pustaka yang berisi fungsi-fungsi siap pakai yang dapat langsung digunakan untuk mengakses LCD. Penyesuaian yang dilakukan adalah pada konfigurasi *port* LCD yang harus disamakan dengan konfigurasi pin pada *CodeVision* AVR.



Gambar 5 Konfigurasi Pin LCD M1632.

- Pin 1 (GND): pin ini berhubungan dengan tegangan +5 volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya dari HD44780 (khusus untuk modul M1632 keluaran Hitachi, pin ini adalah VCC).
- Pin 2 (VCC): pin ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (*ground*) dari modul LCD (khusus untuk modul M1632 keluaran Hitachi, pin ini adalah GND).
- Pin 3 (VEE/VLCD): Tegangan pengatur kontras LCD, kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi pin ini pada tegangan 0 volt.
- Pin 4 (RS): *Register Select*, pin pemilih *register* yang akan diakses. Untuk akses ke *register* data, logika dari pin ini adalah 1 dan untuk akses ke *register* perintah, logika dari pin ini adalah 0.
- Pin 5 (R/W): logika 1 pada pin ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak membutuhkan pembacaan pada modul LCD, pin ini dapat langsung dihubungkan ke *ground*.
- Pin 6 (E): *Enable Clock* LCD, pin mengaktifkan *clock* LCD. Logika 1 pada pin ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
- Pin 7-14 (D0-D7): *Data Bus*, kedelapan pin modul LCD ini adalah bagian dimana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
- Pin 15 (Anoda): berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* modul LCD sekitar 4,5 volt (hanya terdapat untuk M1632 yang memiliki *backlight*).
- Pin 16 (Katoda): tegangan negatif *backlight* modul LCD sebesar 0 volt (hanya terdapat untuk M1632 yang memiliki *backlight*).

Pemrograman dengan Bahasa C

Mikrokontroler AVR dirancang dengan mempertimbangkan sifat-sifat pengkodean bahasa C, sehingga bahasa inilah yang kemudian

cenderung digunakan daripada bahasa lainnya seperti bahasa *basic* ataupun *pascal*. Bahasa C yang digunakan pada AVR ini adalah ANSI (*American National Standard Institute*) C. Alasan utama pemilihan bahasa C ini karena bahasa C merupakan gabungan dari bahasa tingkat tinggi dan juga bahasa tingkat rendah, yang menyediakan kemampuan operasi-operasi *bit*, *byte*, alamat-alamat memori, dan *register*. Bahasa C yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler ini disebut sebagai *embedded C*, yang selanjutnya oleh *compiler*, senarai program C ini diubah menjadi bahasa tingkat rendah mikrokontroler yang bersangkutan yang kemudian diterjemahkan menjadi kode-kode bahasa mesin yang selanjutnya diprogramkan ke dalam *chip* mikrokontroler.

Tabel 1 berikut ini tentang rentang nilai masing-masing tipe mikrokontroler.

Tabel 1. Tipe Data

Tipe	Ukuran (bit)	Jangkauan Nilai
<i>Bit</i>	1	0 dan 1
<i>Char</i>	8	-128 sampai 127
<i>Unsigned char</i>	8	0 sampai 255
<i>Signed char</i>	8	-128 sampai 127
<i>Int</i>	16	-32768 sampai 32767
<i>Short int</i>	16	-32768 sampai 32767
<i>Unsigned int</i>	16	0 sampai 65535
Tipe	Ukuran (bit)	Jangkauan Nilai
<i>Signed int</i>	16	-32768 sampai 32767
<i>Long int</i>	32	-2147483648 sampai 2147483647
<i>Unsigned long int</i>	32	0 sampai 4294967295
<i>Signed long int</i>	32	-2147483648 sampai 2147483647
<i>Float</i>	32	$\pm 1.175e-38$ sampai $\pm 3.402e38$
<i>Double</i>	32	$\pm 1.175e-38$ sampai $\pm 3.402e38$

Bahasa C yang digunakan hampir semuanya sesuai dengan standard dari ANSI dengan penambahan beberapa fungsi untuk disesuaikan dengan arsitektur AVR dan sistem pada mikrokontroler.

Program compiler C yang digunakan pada Penelitian ini adalah CodeVisionAVR versi 1.25, yang dapat diperoleh secara gratis di situs www.hpinfotech.ro.

PERANCANGAN SISTEM

Gambaran Umum Penakar Curah Hujan Otomatis

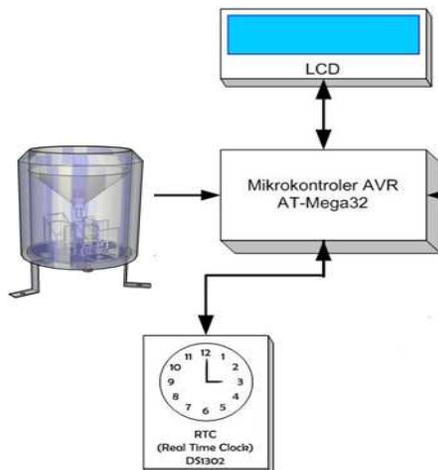
Perangkat penakar curah hujan memiliki spesifikasi dan kemampuan yang cukup andal

dalam menangani berbagai kemungkinan yang terjadi di lapangan.. Berikut adalah perancangan mengenai spesifikasi dan kemampuan dari agen telemetri tinggi muka air.

- 1) Menghitung curah hujan secara otomatis
- 2) Penampil data curah hujan menggunakan LCD
- 3) *Update* data pada tampilan LCD 2 kali sehari.

Komponen-komponen yang digunakan dalam sistem penakar curah hujan otomatis adalah:

- 1) Sensor curah hujan tipe *tipping bucket*: berfungsi sebagai sensor curah hujan
- 2) Modul LCD M1632 berfungsi menampilkan data curah hujan
- 3) Mikrokontroler AVR AT-Mega32: berfungsi mengatur kinerja sistem dalam manajemen data
- 4) sebagai unit masukan untuk keperluan *setting* secara manual di tempat.
- 5) RTC (*Real Time Clock*): berfungsi sebagai sumber waktu akurat.



Gambar 6. Blok Diagram Sistem Keseluruhan.

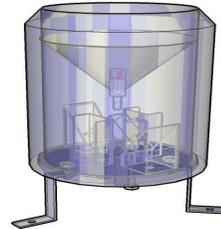
Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras/*hardware* pada sistem penakar curah hujan otomatis ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu.

- 1) Sensor curah hujan : pada penelitian ini menggunakan sensor curah hujan yang digunakan adalah tipe *tipping bucket* atau bejana goyang.
- 2) Sistem minimum AVR AT-Mega32, terdiri atas: mikrokontroler AVR AT-Mega 32, RTC DS1303
- 3) LCD M1632

Perangkat Sensor Curah Hujan

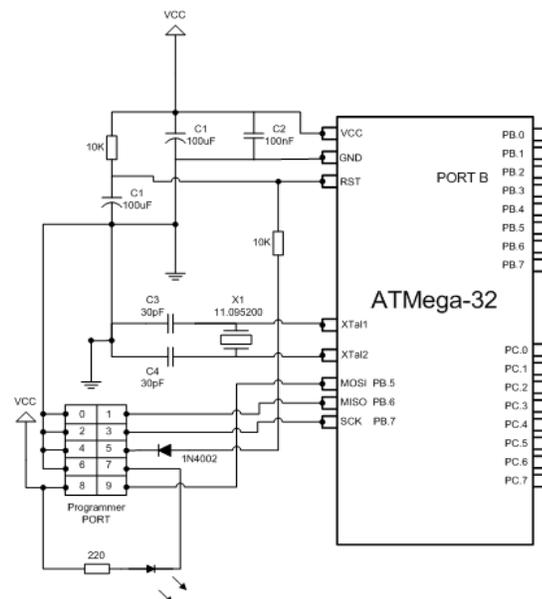
Dengan sensor ini, hujan tidak perlu lagi dicatat setiap hari karena alat ini dilengkapi dengan pencatat jumlah akumulasi hujan terhadap waktu dalam bentuk grafik. Ada tiga jenis alat penakar hujan otomatis: *weighing bucket*, *tipping bucket*, dan *float*. Gambar alat penakar hujan tipe *tipping bucket* (bejana goyang) dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sensor Curah Hujan.

Sistem Minimum AT-Mega32

Pada Sistem penakar curah hujan ini, sistem minimum mikrokontroler memegang peranan penting, yakni sebagai rangkaian sentral yang mengatur kinerja sistem, bagian ini dirancang untuk mampu mengakomodasi dan menangani setiap kejadian yang mungkin terjadi. Baik dalam pengelolaan/ manajemen data, maupun penanganan terhadap kegagalan proses.



Gambar 8. Board Agent Telemetry Curah Hujan

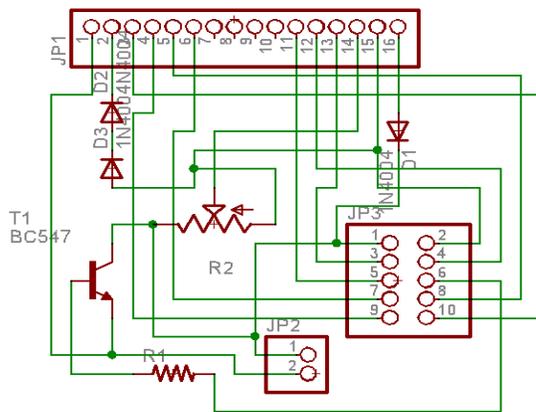
Penentuan konfigurasi pin dan *port* disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Sebagai contoh PORT C dihubungkan dengan *port*

kontrol/data LCD, sedangkan sensor curah hujan dihubungkan pada INT0.

Untuk mempermudah pemrograman, sensor curah hujan dihubungkan dengan pin interupsi eksternal, karena keluaran dari sensor berupa pulsa, yang akan lebih mudah dideteksi menggunakan interupsi.

LCD

Modul LCD dihubungkan dengan PORTC pada mikrokontroller ATmega32. Modul LCD ini memerlukan suatu driver yang skematikanya dapat dilihat pada gambar berikut :

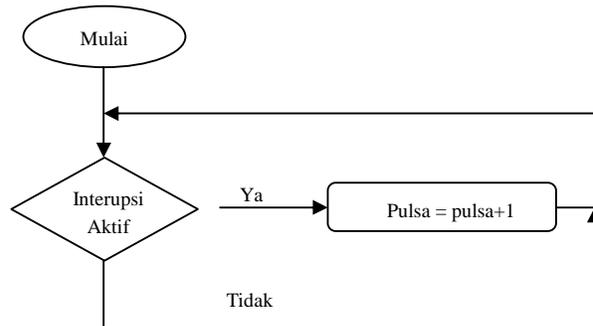


Gambar 9. Rangkaian Sensor Curah Hujan.

Pembacaan Sensor Curah Hujan

Sebagaimana telah disinggung pada dasar teori, keluaran sensor curah hujan berupa pulsa, digunakan satu buah interupsi untuk membaca adanya pulsa. Interupsi mikrokontroler digunakan karena kemampuannya dalam merespon pulsa digital dengan cepat. Keluaran sensor curah hujan inkremental dihubungkan dengan pin interupsi sistem mikrokontroler AVR AT-Mega32.

Sistem interupsi mikrokontroler diaktifkan pada mode *falling edge/NGT (Negative Going Transition)*. Artinya, interupsi akan aktif ketika terjadi transisi dari *high* ke *low* (dari logika 1 ke logika 0). Pulsa ini dihasilkan seiring dengan adanya hujan yang menggoyangkan sensor, sehingga jumlah pulsa yang dihasilkan oleh sensor curah hujan dapat dihitung pada bagian interupsi eksternal.



Gambar 10. Sensor Curah Hujan.

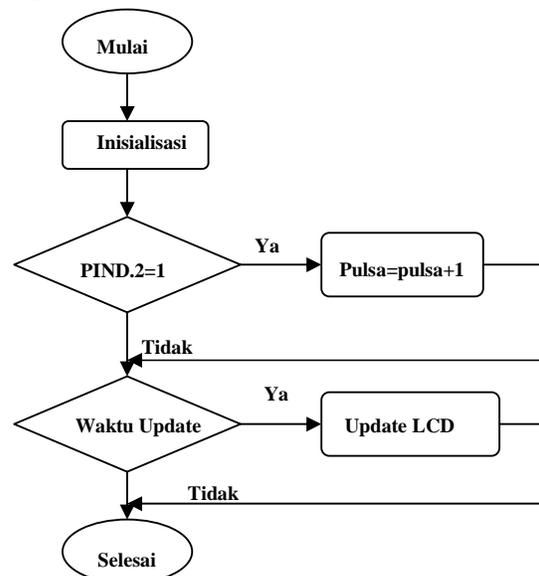
Perancangan Perangkat Lunak

Mikrokontroler tidak akan dapat bekerja tanpa adanya *software/perangkat lunak* di dalamnya. *Software* ini sering disebut sebagai *firmware*. Yaitu suatu urutan perintah/instruksi yang harus dikerjakan oleh CPU, baik itu perhitungan aritmatika, manajemen memori, maupun akses *input/output*.

Mikrokontroler keluarga AVR, dirancang untuk mengakomodasi bahasa tingkat menengah yaitu bahasa C. Sehingga, pemrogram/*programmer* akan sangat dimudahkan dalam pembuatan maupun pengembangan *firmware* yang hendak ditanamkan pada sistem.

Selain hal di atas, *CodeVision AVR* telah menyediakan pustaka fungsi dan prosedur siap pakai, yang terdokumentasi dalam *library* yang tersedia. Sehingga, akses terhadap suatu periferal spesifik (contoh: LCD, RTC DS1302) sangat mudah dilakukan. Cukup menggunakan fungsi-fungsi yang telah tersedia.

Algoritma Keseluruhan



Gambar 11. Sensor Curah Hujan

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian Sensor Curah Hujan

Sensor curah hujan menggunakan reed switch dimana keluarannya berupa pulsa digital. Untuk membaca pulsa ini digunakan satu buah interupsi untuk membaca adanya pulsa dari sensor reed switch. Interupsi mikrokontroler digunakan karena kemampuannya dalam merespon pulsa digital dengan cepat.

Pengujian ini, dilakukan dengan cara mengisi bejana dengan air kemudian sensor (bejana goyang) akan bergoyang yang mengakibatkan perubahan yang akan di deteksi oleh interrupt pada mikrokontroler. Selanjutnya hasil pembacaan ditampilkan pada LCD. Pembacaan tersebut kemudian dibandingkan dengan penghitungan manual.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor curah hujan

No	Banyaknya Goyangan (tick)	Tampilan LCD (mm)
1	2	1
2	3	1.5
3	5	2.5
4	7	3.5
5	10	5

Pengujian LCD

Pengujian pada LCD dilakukan dengan menuliskan listing program berikut pada fungsi main(). *Source code* ditulis dalam bahasa C dengan menggunakan *software* Codevision AVR

```
lcd_init(16); // inialisasi LCD
lcd_gotoxy(0,0); // tampilkan pada baris 0 kolom 0
lcd_putsf("Coba LCD");
lcd_gotoxy(0,1); // tampilkan pada baris 1 kolom 0
lcd_putsf("Teknik Elektro");
```



Gambar 12. Pengujian LCD

Pengujian RTC

Pengujian RTC dilakukan untuk mengetahui kinerja dari *Real Time Clock* dalam menampilkan waktu secara real time. RTC yang digunakan dalam system ini menggunakan RTC DS1302. *Source code* untuk program RTC sebagai berikut.

Inialisasi RTC :

```
rtc_init(0,0,0); // DS1302 Trickle charger: Off
DisplayTime :
void DisplayTime() { // 0.5%
lcd_gotoxy(0,0); lcd_puts(SDay); lcd_putchar('/'); lcd_puts(SMo
n); lcd_putchar('/'); lcd_puts(SYear);
lcd_gotoxy(0,1); lcd_puts(SHour); lcd_putchar(':'); lcd_puts(SMi
n); lcd_putchar(':'); lcd_puts(SSec); lcd_putsf(" ");
}
```

Pengujian Sistem Keseluruhan

Setelah semua komponen dipastikan dalam kondisi baik maka dilakukan pengujian dari sistem keseluruhan. Pertama sistem akan melakukan inialisasi, kemudian membaca sensor curah hujan lewat perubahan yang terjadi pada INT0. Jika terjadi perubahan maka sistem akan melakukan *counter* terhadap perubahan tersebut. Setelah itu sistem akan membaca data dari RTC apakah menunjukkan jam 06:00:00 atau tidak. Jika ya maka hasil *counter* tadi akan dilakukan update data yaitu dengan menampilkan hasil counter tersebut pada LCD. Setelah itu sistem akan memantau kembali RTC apakah menunjukkan pukul 17:00:00 atau tidak. Jika ya akan dilakukan *update* data kembali.

Membaca sensor :

```
void TipingEdge(){
static char stFE=0;
switch(stFE){
case 0:
if ((TIPING)==0){
stFE=1;
TickCnt=TickCnt+10;
}
break;
case 1:
if ((TIPING)==0){
stFE=1;
}
else
stFE=0;
break;
}
}
void FilterTick(){
if (TickCnt>0){
TickCnt=0;
DataCH++;
}
}
```

Program *counter*:

```
if (tx_counter || ((UCSRA & DATA_REGISTER_EMPTY)==0))
{
tx_buffer[tx_wr_index]=c;
if (++tx_wr_index == TX_BUFFER_SIZE) tx_wr_index=0;
```

```
++tx_counter;  
}
```

Dari hasil pengujian yang dilakukan sistem dapat bekerja sesuai dengan yang di harapkan yaitu data diakumulasikan sampai periode waktu yang ditentukan setelah itu di-*reset* ke 0 lagi dan disimpan pada memori mikrokontroler.

PENUTUP

Berdasarkan pengujian alat yang dirancang mampu mengukur dan mengakumulasikan curah hujan dalam dua bagian waktu yaitu dari jam 06.00 sampai jam 17.00 dan jam 17.00 sampai jam 06.00 sedangkan sensor yang dibuat pada tiap klik (*tick*) curah hujan yang dapat diukur sebesar 0,5 mm.

Untuk mengembangkan alat ini dapat dilakukan dengan meningkatkan fitur-fitur antara lain data dapat ditransfer tiap waktu tertentu ke komputer atau disimpan pada media penyimpanan semisal MMC, serta data dapat dikirim melalui wifi, LAN, atau GPRS.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Nalwan, Paulus, "*Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*", PT. Elexmedia Komputindo, Jakarta, 2003.
- Mahadmadi, Fajar, "*Embedded C pada Mikrokontroler AT90S8515*", Skripsi S1, Universitas Diponegoro, 2003.
- Kadir, Abdul, "*Pemrograman C++*", Andi Offset, Yogyakarta, 2001.
- Kristiyanto, Purwatmo, "*Sistem telemetri Tinggi Muka Air Sungai Menggunakan Modem GSM Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 32*", Skripsi S1, Universitas Diponegoro, 2008.
- Rozidi, R.I., "*Membuat Sendiri SMS Gateway Berbasis Protokol SMPP*", Andi, Yogyakarta, 2004.
- ..., "*Liquid Crystal Display Module M1632: User Manual Guide*", Seiko Instrument Inc., Jepang, 1987.
-, ATmega 128, <http://www.atmel.com/avr/>
-, Badan Meteorologi dan Geofisika, <http://www.bmkg.go.id>