

WATERFLOW METER DIGITAL UNTUK KONSUMEN PDAM BERBASIS ATMEGA32 DAN SENSOR ALIRAN AIR

DIGITAL WATERFLOW METER FOR PDAM CONSUMER BASED ATMEGA32 AND WATERFLOW SENSOR

Oleh: Ardiansyah, Universitas Negeri Yogyakarta
Email: ardiansyah.dcg41@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah dapat merealisasikan rancangan baik perangkat lunak ataupun perangkat keras Waterflow Meter Digital untuk Rumah Tangga B Berbasis ATmega32 dan Sensor Aliran Air dengan RTC dan Buzzer sebagai sistem pengingat serta solenoid valve sebagai keran otomatis. Metode yang digunakan dalam membangun alat ini adalah dengan menggunakan metode rancang bangun yang terdiri atas beberapa tahap secara berurutan, yaitu identifikasi kebutuhant, analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras dan perangkat. Yang terakhir adalah alat yang telah selesai diuji. Berdasarkan proses pembuatan alat dari identifikasi hingga pengoperasian alat yang telah dilaksanakan diperoleh hasil bahwa keseluruhan rangkaian perangkat keras dapat berfungsi. Perangkat lunak yang ada didalam mikrokontroler juga dapat berjalan sesuai sintaksinya. Selain itu sistem kerja alat yang menampilkan penggunaan air, pengingat waktu pembayaran serta tagihan dapat bekerja dengan baik.

Kata kunci: Sensor Aliran Air, Buzzer, Atmega32, RTC, Solenoid Valve

Abstract

Digital Waterflow Meter making purposed to realize either software or hardware design of Digital Waterflow Meter for Household B Based ATmega32 and Water Flow Sensor with RTC as a timing, Buzzer as a reminder system and solenoid valve as an automatic faucet. The methods used in building this tool consists of several stages sequentially. First, the needed identification to make tools. Second, requirements analysis needed to make tools. Third, hardware design and the software. Fourth, testing tools. The last method is the operation of the completed test. Based on the tool making process of identification through the operation the overall hardware circuit can function. The software inside the microcontroller can also be run accordance syntax. Besides working system tool that displays use of water, the bill payment and reminders also working well.

Keywords: Waterflow sensor, Buzzer, Atmega32, RTC, Solenoid Valve

PENDAHULUAN

PDAM merupakan badan usaha penyedia Sarana Penyediaan Air Minum sebagai salah satu perusahaan pelayanan publik yang diawasi dan dimonitor oleh aparat-aparat daerah (dikutip dari pdamkotabatu.com diakses tanggal 16 juni 2016). PDAM menyalurkan air bersih menggunakan pipa yang kepada publik dengan meteran PDAM sebagai alat untuk memonitor penggunaan air. Adapun cara memonitor penggunaan air yaitu dengan membaca digit berwarna hitam (satuan meter kubik) dan membulatkan digit berwarna merah (nilai dibawah 1 meter kubik) sehingga yang dibaca hanya bilangan bulat saja (dikutip dari pambdg.go.id yang diakses pada tanggal 16 juni 2016). Informasi berupa digit tersebut adalah

informasi penggunaan air. Meskipun meteran PDAM dapat membaca penggunaan air, meteran PDAM tidak dapat mengukur biaya tagihan. Selain itu, meteran PDAM juga tidak dapat mengingatkan pengguna jika suatu saat pelanggan lupa membayar yang dapat berakibat pembebanan denda yang diberikan kepada pelanggan. Solusi atas kekurangan tersebut adalah membuat inovasi alat yang memiliki suatu sistem yang lebih lengkap. Salah satu sistem tersebut adalah penghitung biaya tagihan bulanan, sistem untuk mengingatkan pengguna bahwa telah masuk waktu pembayaran.

Untuk membuat inovasi alat, tentunya harus dirancang perangkat keras dan perangkat lunak yang memiliki unjuk kerja yang sesuai untuk menyelesaikan masalah meteran PDAM. Adapun

tujuan dari pembuatan alat tersebut adalah dapat merealisasikan rancangan perangkat keras dan perangkat lunak *Waterflow Meter Digital* yang akan dirancang dengan metode rancang bangun.

Adapun kajian teori perangkat keras yang akan digunakan adalah *buzzer* (diambil dari thesis H Nur Budi), LCD (diambil dari buku Praktikum AVR ATmega16), *solenoid valve* (diambil dari www.insinyoer.com pada tanggal 9 juni 2016) serta ATmega32, sensor aliran air dan RTC (diambil dari *datasheet* masing masing). Sebagian besar, spesifikasi, cara kerja, dan cara penggunaan terdapat pada kajian teori tersebut. Sehingga kajian teori tersebut dapat berguna sebagai pedoman penyusunan *Waterflow Meter Digital*

Sasaran dari *Waterflow Meter Digital* adalah golongan rumah tangga b. Rumah tangga b tersebut merupakan rumah tempat tinggal sangat sederhana (dinding semi tembok atau jika tembok hanya 1 lantai) yang memiliki usaha atau rumah sangat sederhana yang berada di perumahan elit serta rumah tangga yang mewah (dinding tembok, lebih dari 1 lantai, daya listrik lebih dari/sama dengan 1300W atau luas bangunan >75m²) (diambil dari <http://www.pdambanyumas.com/index.php/golongan-pelanggan> tanggal 15 juni 2016).

METODE

Metode penelitian yang diterapkan adalah metode rancang bangun. Berikut adalah langkah langkah metode tersebut:.

A. Analisis

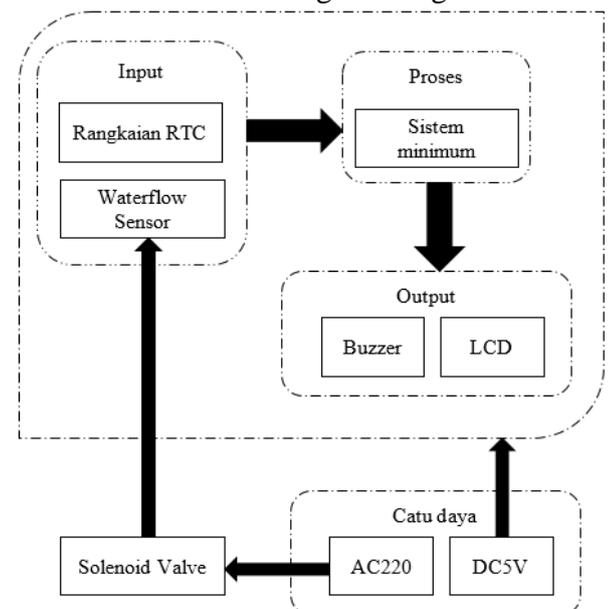
Dari batasan permasalahan tentang keterbatasan fungsi meteran air PDAM, solusi yang diambil adalah membuat inovasi alat yang memiliki fungsi lebih banyak. Kebutuhan yang diperlukan untuk membuat inovasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan sensor untuk membaca volume yang melewati pipa. Sensor yang dipakai adalah Waterflow sensor YFS201 1/2"
2. Diperlukan sistem pewaktuan. Pewaktuan dibuat dengan RTC DS1307
3. Diperlukan keran otomatis untuk memutus air ketika tidak ada sumber listrik karena Waterflow Meter Digital membutuhkan

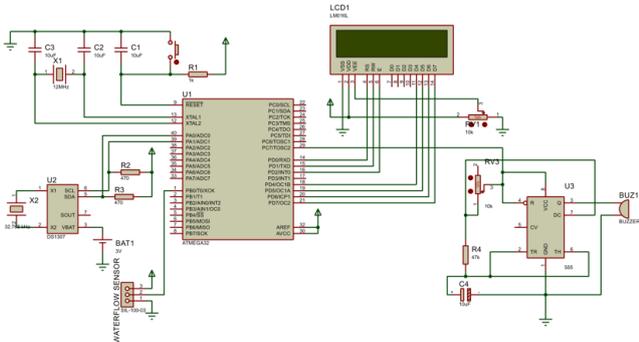
listrik ketika mengukur volume. Sehingga air yang mengalir hanya dapat diukur ketika ada sumber listrik. Keran otomatis yang diambil adalah Solenoid Valve 220 VAC

4. Diperlukan media untuk menampilkan informasi. Media yang dipakai adalah LCD16x2
 5. Diperlukan sistem pengingat yang tidak bising. Sistem pengingat yang dipakai adalah Rangkaian Astabil mutlivibrator dengan Buzzer sebagai outputnya.
 6. Diperlukan penghubung input output yang dapat mengolah program dan mempunyai memori EEPROM besar, media dipakai adalah rangkaian sistem minimum ATmega32
 7. Diperlukan catu daya yang memberikan sumber tegangan yang memadai semua komponen. Catu daya yang dipakai adalah Adaptor USB Handphone (5V VDC) dan Sumber langsung dari PLN (220VAC).
- B. Perancangan desain.

Untuk membuat Waterflow Meter Digital, semua komponen yang dibutuhkan dirangkai menjadi kesatuan. Kesatuan tersebut adalah suatu blok diagram rangkaian. Berikut adalah blok diagram rangkaian.



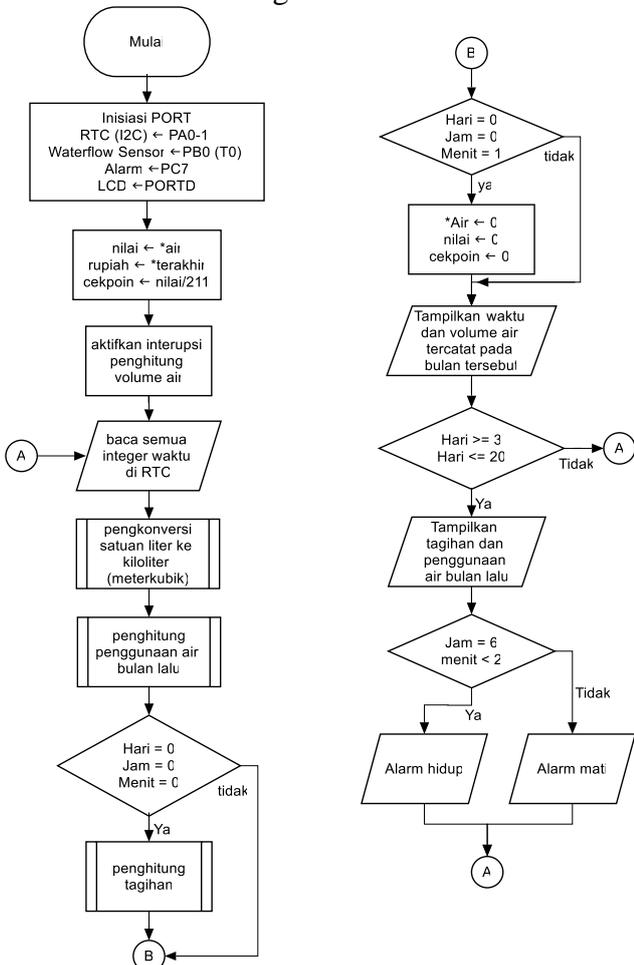
Dari blok diagram tersebut rangkaian keseluruhan tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar. Rangkaian Waterflow Meter Digital

Pada gambar 2 sinyal dari waterflow sensor dihubungkan dengan PB0/T0. T0 digunakan sebagai interupsi jika terjadi satu siklus pulsa. Sementara itu SDA dan SCL pada RTC dihubungkan dengan PA0 dan PA1 yang diprogram untuk membaca I2C DS1307. LCD dihubungkan dengan PD0-7 yang telah dikonfigurasi dalam program. Untuk Rangkaian alarm NE555, pin VCC dihubungkan dengan PC0 dengan kondisi digital switching (saklar digital). Pada Atmega32 dirancang program dengan flowchart sebagai berikut:

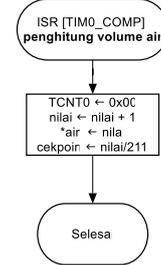
Program utama



Flowchart diatas adalah program utama sebagai inti berjalanya program yang

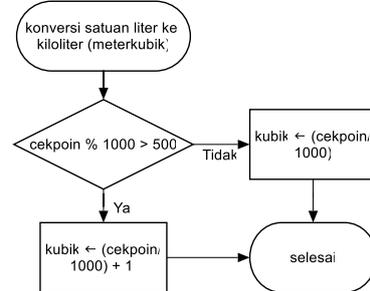
akan memanggil fungsi-fungsi lain saat diperlukan. Di dalamnya juga terdapat kontrol untuk informasi yang akan tampil dalam LCD

Penghitung volume air



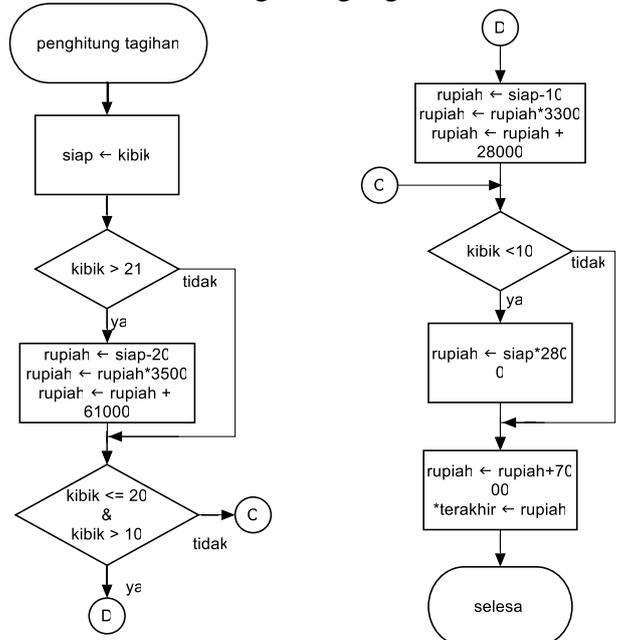
Flowchart diatas adalah program utama sebagai interupsi yang menyela program utama saat input yang bersumber dari T0 terjadi 1 gelombang pulsa kotak.

Konversi liter ke kilo liter (m³)



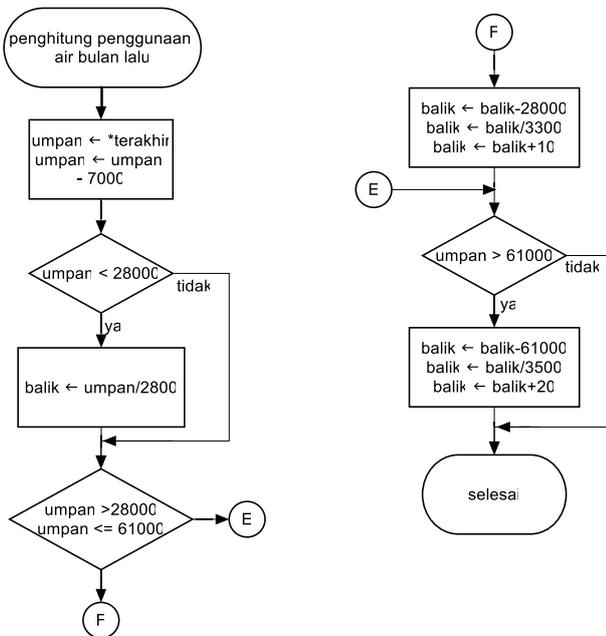
Flowchart diatas adalah flowchart yang mengkonversi satuan liter menjadi meter kibik. Flowchart tersebut dipanggil pada awal bulan.

Penghitung tagihan



Flowchart diatas adalah flowchart yang melakukan perhitungan tagihan biaya bulanan. Flowchart tersebut dipanggil setiap awal bulan.

Penghitung volume bulan lalu



Flowchart di atas adalah flowchart untuk menghitung volume penggunaan bulan sebelumnya yang merupakan konversi dari tagihan biaya.

Untuk menghitung frekuensi yang melewati sensor maka ditentukan dengan tabel berikut:

Tabel 1. Frekuensi Output Sensor aliran air

| No | Debit | | | Frekuensi (Hz) |
|----|-----------|-------------|-------------|----------------|
| | Liter/jam | Liter/menit | Liter/detik | |
| 1 | 120 | 2 | 0,0333 | 16 |
| 2 | 240 | 4 | 0,0667 | 32,5 |
| 3 | 360 | 6 | 0,1 | 49,3 |
| 4 | 480 | 8 | 0,1333 | 65,5 |
| 5 | 600 | 10 | 0,1667 | 82 |
| 6 | 720 | 12 | 0,2 | 90,2 |

Kegunaan dari tabel 2.1 adalah untuk mengetahui frekuensi *output* pada sensor aliran air. Misalnya debit 120 liter/jam (jika dinyatakan dalam satuan lain 2 liter/menit atau 0,03 liter/detik) frekuensi yang keluar adalah 16 Hz. Frekuensi *output* sensor aliran air pada tabel 2.1 dapat dicari dengan pendekatan rumus sebagai berikut:

$$\text{Frekuensi (Hz)} = \text{Debit (Liter/menit)} \times 7,5$$

Debit harus dipastikan dalam satuan liter/menit sebelum dihitung untuk mencari frekuensi (Hz).

C. Pembuatan alat

Rancangan yang berupa gambar dibuat menjadi rangkaian yang siap pakai. RTC,

Sistem Minimum, Alarm merupakan rangkaian yang harus dicetak kedalam PCB. Untuk LCD yang dibuat hanyalah drivernya (untuk dudukan LCD). Kemudian diletakan dalam box. Untuk waterflow dan solenoid disusun langsung dengan pipa kedalam box yang lain. Sementara software, didownload kedalam Atmega32 menggunakan sistem minimum dan downloader.

D. Pengujian

Berikut adalah metode untuk menentukan pengujian yang dikerjakan agar Waterflow Meter Digital sesuai tujuan

1. Tegangan yang tidak sesuai target minimal dapat membuat alat dapat bekerja tanpa mengurangi performa dari alat tersebut. (toleransi tegangan).
2. Pengukuran harus sesuai standar. Waterflow Sensor harus dikalibrasi agar satuan sesuai aslinya.
3. RTC harus sama seperti keadaan waktu lokal.
4. LCD harus menampilkan informasi yang sesuai pada waktunya. Informasi berupa tagihan harus muncul pada waktu penagihan. Informasi berupa tagihan tidak ditampilkan pada waktu yang bukan merupakan waktu penagihan. dll
5. Perhitungan Tagihan harus sesuai seperti peraturan administrasi PDAM.
6. Alarm harus berbunyi sesuai kondisi switching digital dengan jumlah bunyi yang ditargetkan sesuai perhitungan timer NE555.
7. Performa alat harus tetap terjaga setelah listrik mati. Data perhitungan tidak boleh hilang. Air tidak boleh melewati sensor ketika listrik padam.

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian meliputi semua yang sudah dirancang dalam konsep pengujian mulai dari tiap bagian hingga performa. Berikut adalah pengujian dan pembahasannya:

Tegangan

Beberapa bagian diukur tegangannya menggunakan multimeter. Hasil pengukuran tegangan adalah sebagai berikut:

Tabel 2: Pengukuran Tegangan.

| No | Nama bagian | Hasil ukur | Target | Keterangan |
|----|----------------|------------|----------|------------|
| 1 | Sumber DC | 4,96 Volt | 5 Volt | Normal |
| 2 | Baterai RTC | 2,90 Volt | 3 Volt | Normal |
| 3 | Solenoid Valve | Variasi | 220 Volt | - |

Sementara itu variasi tegangan diberikan untuk solenoid. Masing masing tegangan mempunyai respon berbeda. Hasil respon solenoid berdasarkan variasi tegangan adalah sebagai berikut:

Tabel 3: Respon Solenoid Terhadap Tegangan

| No | Tegangan | Kondisi Kran | Kondisi Air |
|----|----------|--------------|-------------------------------|
| 1 | 212 Volt | Membuka | Air dapat melewati pipa |
| 2 | 192 Volt | Membuka | Air dapat melewati pipa |
| 3 | 188 Volt | Membuka | Air dapat melewati pipa |
| 4 | 173 Volt | Membuka | Air dapat melewati pipa |
| 5 | 0 Volt | Menutup | Air tidak dapat melewati pipa |

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan masing masing bagian. Kondisi bagian yang membutuhkan tegangan tersebut berjalan normal. Sementara itu variasi tegangan yang diberikan untuk solenoid valve masih mampu membuka katup keran ketika tegangan turun hingga 173Volt. Komponen tersebut diuji dan telah mempunyai toleransi tegangan yang baik sehingga ketika tegangan turun, bagian tersebut masih dapat bekerja dengan baik.

Waterflow Sensor

Waterflow sensor dikalibrasi untuk mendapatkan satuan volume yang sesuai standar. Air dialirkan melalui pipa dan sensor sebanyak 2

liter. Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil kalibrasi tersebut.

Tabel 4. Hasil Kalibrasi Sensor.

| Uji ke | Pulsa Setiap 2 Liter | %Error | Waktu (s) |
|-----------|----------------------|--------|-----------|
| 1 | 419 | -0,78% | 15 |
| 2 | 422 | -0,07% | 14 |
| 3 | 419 | -0,78% | 14 |
| 4 | 418 | -1,02% | 15 |
| 5 | 430 | 1,82% | 15 |
| 6 | 427 | 1,11% | 15 |
| 7 | 427 | 1,11% | 14 |
| 8 | 429 | 1,59% | 14 |
| 9 | 411 | -2,68% | 14 |
| 10 | 421 | -0,31% | 15 |
| Total | 4223 | | 145 |
| Rata-rata | 422,3 | | 14,5 |

- Perhitungan frekuensi

$$Frekuensi (Hz) = \frac{Volume (liter) \times 7,5}{Waktu (menit)}$$

$$Frekuensi (Hz) = \frac{2 \text{ Liter} \times 7,5}{0,242 \text{ Menit}}$$

$$Frekuensi (Hz) = 62,07 \text{ Hz}$$

- Perhitungan waktu:

$$t = \frac{n}{f} = \frac{422}{62} = 6,8 \text{ detik (target 14,5)}$$

- Datasheet sensor menunjukkan pulsa perliter adalah 450 (900 untuk 2 liter) sedangkan yang terukur adalah 211 (422 untuk 2 liter). Sementara itu waktu rata rata air mengalir adalah 14,5 sedangkan yang terhitung adalah 6,8. Berikut adalah perbandingan untuk mengetahui kebenaran pengkalibrasian

$$\begin{aligned} & \frac{frekuensi_{target}}{frekuensi_{terukur}} \\ & \frac{pulsa_{target}}{waktu_{target}} \\ & = \frac{pulsa_{terukur}}{waktu_{terukur}} \\ & = \frac{900}{14,5} = \frac{62,07}{6,8} = \frac{1}{1} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan perbandingan, hubungan praktik dengan teori sebanding. Selanjutnya hasil kalibrasi tersebut diuji

keakuratanya dengan membandingkan dengan meteran air PDAM. Berikut adalah tabel hasil perbandingan pengukuran meteran PDAM dengan sensor.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Meteran PDAM dengan Sensor.

| NO | Meteran PDAM (L) | Meteran digital (L) | Selisih (L) | %ERROR |
|----|------------------|---------------------|-------------|---------|
| 1 | 70 | 68 | 2 | -2.941% |
| 2 | 78 | 79 | 1 | 1.266% |
| 3 | 47 | 48 | 1 | 2.083% |
| 4 | 76 | 77 | 1 | 1.299% |
| 5 | 150 | 152 | 2 | 1.316% |
| 6 | 53 | 53 | 0 | 0.000% |
| 7 | 92 | 93 | 1 | 1.075% |
| 8 | 136 | 133 | 3 | -2.256% |

Dari percobaan hasil kalibrasi waterflow sensor, satuan volume yang didapatkan memiliki error atau kesalahan yang rendah (-2,94 hingga 2,08 %). Hasil kalibrasi tersebut akurat.

RTC

Jam lokal (GMT+7) dibandingkan dengan satuan penunjukan RTC yang telah diatur jamnya. Berikut adalah hasil perbandingannya:

Tabel 6. Perbadingan Waktu RTC dengan Jam

| No | Penunjukan RTC | Penunjukan Jam | Selisih |
|----|----------------|----------------|---------|
| 1 | 13.12.43 | 13.12.44 | 1 Detik |
| 2 | 13.14.52 | 13.14.53 | 1 Detik |
| 3 | 13.15.58 | 13.15.59 | 1 Detik |

Dari hasil pengjian diatas, selisih kedua penanda waktu tersebut adalah 1 detik konstan. Selisih 1 detik tersebut merupakan selang waktu (delay) saat program dimasukan kedalam RTC.

LCD

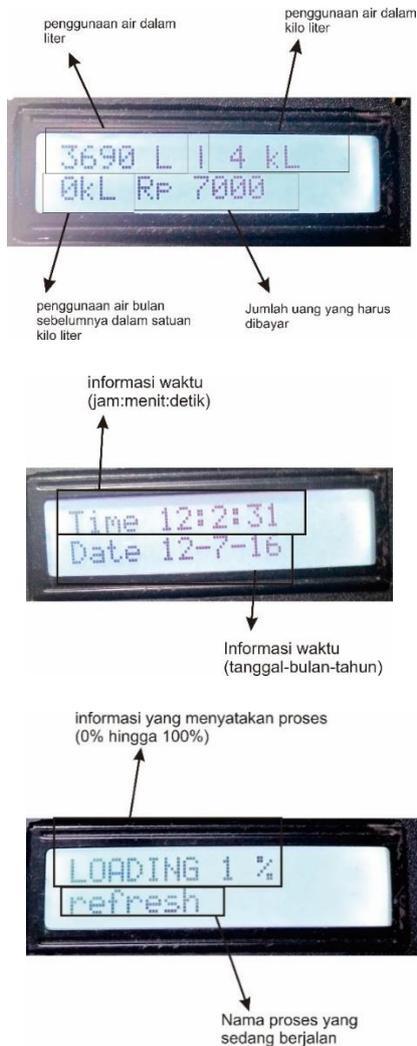
Program yang telah selesai didownload akan memberikan output berupa informasi yang berubah-ubah bergantung input (waktu dan volume) dan proses (perhitungan algoritma dalam mikrokontroler). Berikut adalah informasi yang tampak dalam LCD

Tabel 6. Tampilan Informasi pada LCD

| No | Time | Tampilan LCD |
|----|------|--------------|
|----|------|--------------|

| | | |
|---|-------|--|
| 1 | 12:01 | |
| 2 | 12:02 | |
| 3 | 12:03 | |
| 4 | 12:04 | |
| 5 | 12:05 | |
| 6 | 12:06 | |
| 7 | 12:07 | |

Keterangan:



Gambar 2. Keterangan Tampilan LCD

Adapun keterangan pada tiap waktu yang tampak dalam LCD adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Penunjukan Real Time pada LCD

| No | Timeset | Real Time |
|----|---------|--|
| 1 | 12:01 | 06.01 – 23.59 (tgl 3 – 20) |
| 2 | 12:02 | 00.00 – 23.59 (tgl > 20) |
| 3 | 12:03 | 00.00 (tgl 1) |
| 4 | 12:04 | 00.01 (tgl 1) |
| 5 | 12:05 | 00.02 – 23.59 (tgl 1) 00.00 – 23.59 (tgl 2) |
| 6 | 12:06 | 00.00 – 05.59 (tgl 3 – 20) |
| 7 | 12:07 | 06.00 (tgl 3 – 20) |

Keterangan:

Timeset

Timeset adalah waktu yang diatur untuk melakukan simulasi program.

Real time

Real time adalah waktu konversi dari waktu yang terjadi pada simulasi menjadi keadaan sebenarnya (saat diaplikasikan)

Informasi yang tampak pada LCD menunjukkan bahwa semua bagian bekerja dengan baik karena seluruh informasi dapat tampak dengan benar.

Alarm

Kondisi switching digital alarm tiap tanggal 3 sampai 20 pukul 06.00 selama 1 menit berbunyi dengan nada yang putus putus dengan timer NE555. Output (bunyi) tersebut dibandingkan hasilnya antara teori dengan terukur. Berikut adalah hasilnya:

Tabel 8. Perbandingan Bunyi Terukur dengan Bunyi Terhitung

| No | Jumlah Bunyi | | Selisih |
|----|--------------|-----------|---------|
| | Terukur | Terhitung | |
| 1 | 77 kali | 91 kali | 14 kali |
| 2 | 77 kali | | 14 kali |
| 3 | 77 kali | | 14 kali |

Selisih bunyi tersebut adalah 14 kali. Selisih tersebut lumayan besar. Selisih tersebut dikarenakan komponen analog tersebut mempunyai toleransi yang berbeda beda sehingga saat dikalkulasi (dihitung) akan menghasilkan selisih yang tidak dapat diprediksi.

Pengukuran Tagihan dan Biaya

Pengukuran manual (perhitungan matematik tertulis) dibandingkan dengan pengukuran dengan waterflow meter digital (terprogram). Hasilnya adalah sebagai berikut.

Tabel 9. Perbandingan Hitungan

| No | Volume Air (m ³) | Hasil Perhitungan | |
|----|------------------------------|-------------------|-----------------|
| | | Manual | Waterflow Meter |
| 1 | 6 | 23800 | 23800 |
| 2 | 20 | 68000 | 68000 |
| 3 | 12 | 41600 | 41600 |
| 4 | 22 | 75000 | 75000 |
| 5 | 13 | 44900 | 44900 |

Performa

EEPROM (memori yang tidak dapat ter-reset ketika tidak ada sumber) merupakan salah satu bagian dalam Atmega yang digunakan untuk menyimpan data volume dan tagihan ketika tidak

ada sumber tegangan. Data tersebut tidak boleh hilang ketika sumber mati. Pengujian EEPROM dilakukan dengan melihat tampilan saat pertama kali program berjalan. Jika data tersebut sama jika dibandingkan dengan sebelum sumber tegangan dimatikan.

Tabel 6 nomer 1 baris 2 pada tampilan pengukuran merupakan salah satu data yang tersimpan pada sebelum program dihidupkan. Hal ini membuktikan bahwa fungsi dari EEPROM dapat bekerja dengan baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Perangkat keras Waterflow Meter Digital disusun oleh solenoid valve, waterflow sensor, ATmega32, LCD, rangkaian alarm dan RTC DS1307
2. Perangkat lunak Waterflow Meter Digital disusun untuk menghitung volume dan biaya yang datanya disimpan dalam EEPROM.
3. Unjuk kerja Waterflow Meter Digital tersebut telah sesuai seperti yang direncanakan. Semua perangkat baik software maupun hardware telah saling berkaitan membentuk suatu kesatuan sistem yang utuh.

Saran

1. Saat listrik mati, air tidak dapat mengalir. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah sumber listrik dari PLN diganti dengan baterai (5 volt atau lebih) kemudian mengganti solenoid valve dengan solenoid valve dc yang katupnya mampu dibuka dengan tegangan baterai tersebut.
2. Dapat dikembangkan menggunakan web agar semua informasi bisa diakses klien (pengguna) ataupun pemberi layanan (PDAM).

3. Hardware dan software dapat dikembangkan agar mampu mencakup semua pelanggan PDAM.

DAFTAR PUSTAKA

Budiharto, W. (2008). *Paduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega16*. Jakarta: PT Alex Media Computido

Datasheet ATmega32

Datasheet Waterflow Sensor YF201

Datasheet RTC DS1307

Golongan Pelanggan. Diambil pada tanggal 15 Juni 2016, dari <http://www.pdambanyumas.com/index.php/golongan-pelanggan>

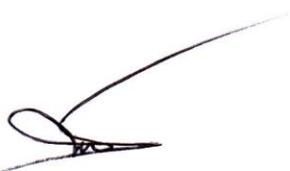
Home. Diambil pada tanggal 16 Juni 2016, dari <http://pdamkotabatu.com>

Informasi pembacaan pencatatan meter. Diambil pada tanggal 16 Juni 2016, dari http://www.pambdg.co.id/new/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=86

Nur Budi, Hindaryono (2012) *Anemometer Sebagai Peringatan Dini Angin Puting Beliung Dengan Tampilan LCD Berbasis ATmega8535*. Other thesis, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.

Prinsip Kerja Solenoid Valve. Diambil pada tanggal 9 Juni 2016, dari <http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-solenoid-valve/>

Pembimbing Proyek Akhir



Djoko Santoso, M.Pd
NIP. 19580422 198403 1 002

Yogyakarta 18 Oktober 2016
Penguji Utama



Dr Eko Marpanaji
NIP. 19670608 199303 1 001