

Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang

Amin Suharjono¹, Listya Nurina Rahayu², Roudlotul Afwah³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Indonesia

Email: ¹ amin.suharjono@polines.ac.id, ² liistyanuriina@gmail.com, ³ afwa.hyun@ymail.com

Abstrak — PDAM merupakan perusahaan daerah yang memberikan jasa penyediaan air kepada pelanggan yang membutuhkan. PDAM menyalurkan air ke pelanggan melalui pipa reservoir. PDAM mengecek jumlah penggunaan air pada masing-masing pelanggan setiap bulan dengan mengirimkan petugas ke rumah pelanggan untuk mengecek dan mencatat jumlah penggunaan air melalui meter air. Meter air yang digunakan PDAM masih bersifat analog sehingga pelanggan mengalami kesulitan dalam pembacaan jumlah penggunaan air. Karena cara pengecekan yang masih bersifat manual dan alat yang masih bersifat analog, maka di rancanglah suatu alat yang dapat mengukur penggunaan air secara digital serta dapat mengirimkan data jumlah penggunaan air secara otomatis ke PDAM. Sehingga PDAM dan pelanggan akan lebih mudah mengecek jumlah penggunaan air setiap bulan. Alat ini dirancang menggunakan sensor flow water yang akan mengukur debit air yang mengalir ke pipa reservoir pelanggan dan hasil pengukuran akan diolah oleh mikrokontroler AVR Atmega 8535. Data akan diolah dan ditampilkan pada LCD serta di transmisikan ke PDAM melalui modem GSM. PDAM dan pelanggan dapat mengakses data ini melalui website yang telah disediakan.

Kata kunci — Sensor flow water, Mikrokontroler AVR Atmega 16, Modem GSM, Server Hosting.

Abstarct — PDAM is a local company that provides water supply services to customers in need. PDAM deliver water to customers via pipeline reservoir. PDAM check the amount of water usage at each customer every month by sending officers to the customer's home to check and record the amount of water use through water meter. Meter of water used is still analog so customers have difficulty in reading the amount of water usage. Because of the way checks are still manual and tools are still analog, then design the one tool that can measure water use digitally and can transmit data usage amount of water automatically to the taps. Thus taps and customers will be more easily check the amount of water usage each month. This tool was designed using a water flow sensor that will measure the flow of water flowing into the reservoir pipe customers and the measurement results will be processed by a microcontroller AVR 8535. The data will be processed and displayed on the LCD and transmitted to the taps via a GSM modem. PDAM and customers can access this data through a website that has been provided.

Keywords — water flow sensor, microcontroller AVR Atmega 16 GSM Modem, Server Hosting

I. PENDAHULUAN

Air adalah materi esensial didalam kehidupan makhluk hidup, tidak ada makhluk hidup di dunia yang tidak membutuhkan air. Semakin hari diiringi dengan pertambahan penduduk, kebutuhan akan air juga semakin meningkat. PDAM merupakan suatu perusahaan daerah yang mengelola air untuk memenuhi kebutuhan air penduduk.

Dalam penyaluran air oleh pihak PDAM, dibutuhkan proses pengecekan jumlah penggunaan air yang disalurkan ke masing-masing pelanggan setiap bulan. Cara yang digunakan masih manual yaitu mengirimkan petugas ke rumah-rumah pelanggan. Cara ini kurang efektif dan efisien serta membutuhkan banyak tenaga dan menghabiskan banyak waktu. Meter air yang digunakan PDAM juga masih bersifat analog sehingga data pemakaian air sulit diketahui oleh pelanggan. Alat ini dirancang untuk memudahkan pihak PDAM sehingga tidak perlu mengirimkan petugasnya untuk melakukan pengecekan jumlah air dengan mendatangi rumah pelanggan satu per satu. Pelanggan juga akan lebih mudah

mengecek jumlah biaya penggunaan air setiap bulan.

Inovasi system pengukur debit air telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya. Salah satu hasil yang menonjol adalah system yang diusulkan di [1]. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur debit air yang digunakan pada setiap rumah dengan tampilan digital disertai perhitungan tarif yang harus dibayar oleh para pelanggan PDAM. Meskipun mampu menggantikan meter konvensional yang masih analog, sistem ini belum mampu mengurangi permasalahan terkait inefisiensi pengiriman data, karena data hanya tersimpan di meter masing-masing.

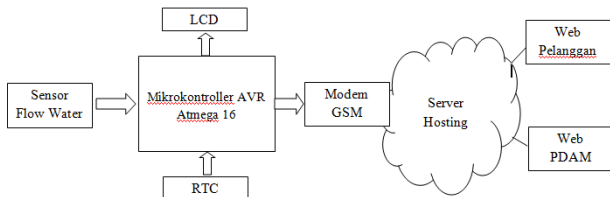
Pada makalah ini diusulkan perangkat meter debit air baru yang mampu mengatasi permasalahan inefisiensi pembacaan meter sekaligus melengkapi system meter digital yang diusulkan sebelumnya. Sistem yang diusulkan menggunakan teknologi sensor yang dikombinasikan dengan mikrokontroler agar dapat mengukur jumlah volume air yang digunakan pelanggan dalam jangka waktu tertentu. Selain itu, system akan mengirimkan data jumlah penggunaan

air secara langsung ke kantor pusat PDAM secara lebih akurat dalam periode waktu yang telah ditentukan. Pelanggan juga dapat mengetahui secara langsung berapa jumlah pemakaian air melalui tampilan meter air secara digital dan dapat diakses melalui situs web yang telah disediakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

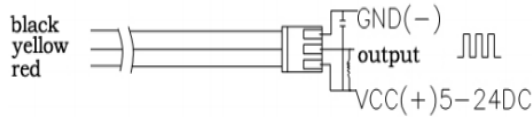
A. Meter Air Analog Pada PDAM

Meter air merupakan alat untuk mengukur banyaknya aliran air secara terus menerus melalui sistem kerja peralatan yang dilengkapi dengan unit sensor, unit penghitung, dan unit indikator pengukur untuk menyatakan volume air yang lewat [1]. Sehingga meter air merupakan alat yang digunakan



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

untuk menghitung volume air yang di distribusikan oleh



Gambar 1. Sensor hall effect

PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) ke pelanggan, sehingga dapat ditentukan jumlah biaya yang harus dibayar.

B. Sensor Flow Water

Secara umum sensor di defenisikan sebagai jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik [2]. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Air dari PDAM disalurkan ke rumah-rumah pelanggan melalui pipa-pipa penyalur dengan kecepatan tertentu. Air PDAM mengalir melalui suatu luasan penampang sehingga digunakan sensor debit air dalam sistem ini. Debit merupakan volume fluida yang mengalir per satuan waktu [3].

Sensor flow water merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir pada pipa pelanggan. Sensor flow water terdiri dari bagian katup plastik (valve body), rotor air dan sebuah sensor half effect. Ketika air mengalir melalui rotor maka rotor akan berputar dan kecepatan dari rotor akan sesuai dengan aliran air yang masuk melewati rotor. Pulsa sinyal dari rotor akan diterima oleh sensor hall effect untuk selanjutnya diproses di mikrokontroler.

Sensor Hall effect merupakan salah satu tranduser yang sering digunakan untuk mendeteksi medan magnet [4]. Hall

Effect dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan atau putaran apabila gerakan atau putaran tersebut dipengaruhi oleh medan magnet.

Efek hall terjadi ketika konduktor pembawa arus tertahan pada medan magnet, medan memberi gaya menyamping pada muatan-muatan yang mengalir pada konduktor. Setiap perubahan medan magnet yang terjadi akan dideteksi oleh hall effect, dimana perubahan kutub utara dan selatan akan dapat memberikan input pada hall effect dan menghasilkan output berupa pulsa transisi turun (aktif low). Konfigurasi pin-pin hall effect terlihat pada gambar 1 [4].

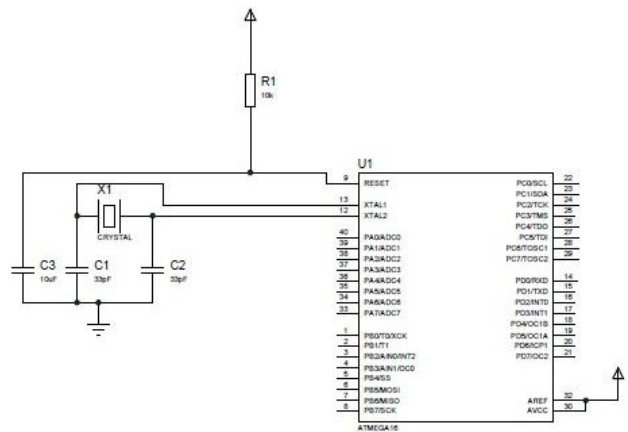
III. PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM

A. Cara Kerja Rangkaian Secara Keseluruhan

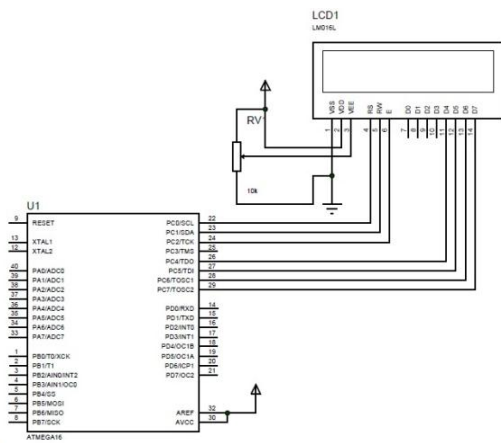
Cara kerja system secara keseluruhan terlihat pada diagram blok Gambar 2. Bagian pertama dari system adalah sensor flow water yang berperan sebagai sensor pengukur debit air. Mikrokontroler akan mengolah data debit air berupa sinyal digital untuk kemudian ditampilkan pada LCD. LCD menampilkan data debit dari penggunaan air serta tanggal dan waktu pengukuran debit air. Data tanggal dan waktu dapat ditampilkan pada LCD dengan adanya real time clock atau RTC yang diinputkan pada mikrokontroler. Mikrokontroler mengirim data penggunaan air, nomor pelanggan serta waktu pengukuran debit air ke server hosting PDAM kota Semarang menggunakan modem GSM. Modem GSM akan menghubungkan alat ke server hosting melalui akses internet. Data akan dibaca dan diketahui oleh PDAM serta pelanggan dengan interface web. Antara pelanggan dan PDAM dapat mengakses web dengan user login serta ijin akses yang berbeda.

B. Perancangan Perangkat Keras

Bagian pertama dari sistem adalah sensor aliran air. Sensor aliran air yang digunakan pada sistem yang diusulkan ini adalah *hall effect flow water sensor*. *Sensor Hall effect* merupakan salah satu tranduser yang sering digunakan untuk



Gambar 3 Sistem Minimum AVR ATmega16



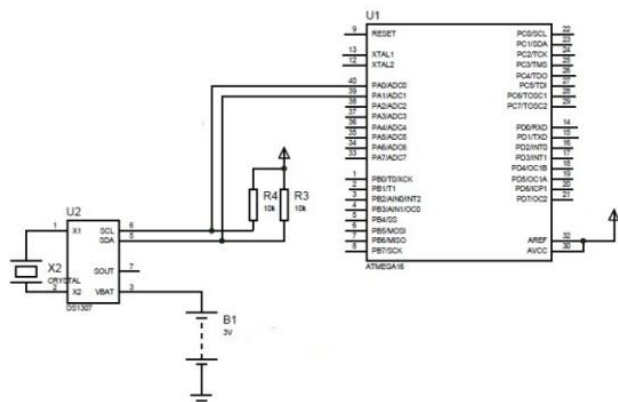
Gambar 4 Koneksi mikrokontroller ke LCD

mendeteksi medan magnet (Sungkono, 2006: 91) [4]. *Hall Effect* dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan atau putaran apabila gerakan atau putaran tersebut dipengaruhi oleh medan magnet. Sensor flow water terdiri dari bagian katup plastik (valve body), rotor air dan sebuah sensor half effect. Ketika air mengalir melalui rotor maka rotor akan berputar dan kecepatan dari rotor akan sesuai dengan aliran air yang masuk melewati rotor. Pulsa sinyal dari rotor akan diterima oleh sensor hall effect untuk selanjutnya diproses di mikrokontroller. Jumlah pulsa yang dihasilkan setiap detiknya merupakan frekuensi sinyal pulsa. Frekuensi sinyal pulsa dapat dicari dengan rumus berikut [5]

$$f = 7 * Q \tag{1}$$

dengan Q adalah debit air (liter/menit)

Debit air merupakan banyaknya volume air yang mengalir tiap menitnya. Debit air secara keseluruhan merupakan jumlah pulsa yang dihasilkan dikali dengan

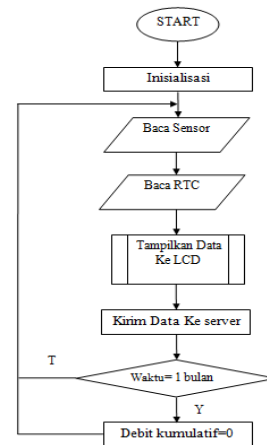


Gambar 5 Koneksi mikrokontroller ke real time clock

volume air yang mengalir setiap menit untuk sebuah pulsa. Output data pada sensor akan masuk ke mikrokontroller melalui port B1. Output data pada rangkaian sensor flow water harus ditambah dengan resistor pull up. Resistor pull up digunakan untuk memastikan bahwa input logik ke sistem

sesuai dengan tingkat logik yang diharapkan. Pada system ini, mikrokontroler AVR ATmega16 digunakan sebagai prosesor utama. Skema system minimum AVR ATmega 16 terlihat pada Gambar 3.

Modem GSM yang digunakan dalam sistem adalah modem DGSM-900. Modem DGSM-900 dapat terhubung ke mikrokontroller menggunakan konektor serial 9 pin. Pin RXD pada konektor serial 9 pin terhubung dengan port PD1



Gambar 6 Flowchart kerja sistem

pada mikrokontroller yang berfungsi sebagai transmisi data (TXD). Pin TXD pada konektro serial 9 pin terhubung dengan port PD0 pada mikrokontroller yang berfungsi sebagai penerima data (RXD).

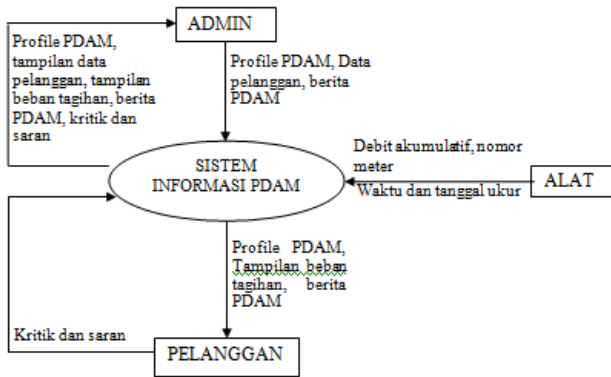
LCD digunakan untuk menampilkan data debit air yang telah diolah oleh mikrokontroler serta menampilkan tanggal dan waktu pengukuran debit air. Penampil LCD yang digunakan adalah LCD 16x2. Tampilan LCD ini terdiri atas 16 kolom dan 2 baris dan tiap kolom mewakili satu karakter ASCII . Pada baris pertama, tampilan LCD berupa data waktu dan pada baris kedua tampilan LCD terdiri atas dua data yaitu data debit air serta akumulasi data debit air.

Real time clock atau RTC merupakan suatu chip yang berfungsi untuk menyimpan data waktu dan tanggal sesuai dengan standar internasional. RTC DS1307 merupakan real time clock yang dapat meyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100. Dalam sistem, RTC akan memberi input data tanggal dan waktu ke mikrokontroller untuk ditampilkan pada LCD.

C. Perancangan Perangkat Lunak

Mikrokontroller berperan sebagai pengatur kerja sistem serta menjadi sentral proses dari sistem. Mikrokontroller 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. Bahasa C kompilerv CodeVisionAVR digunakan untuk memprogram sistem pada mikrokontroller. Code Vision AVR

merupakan salah satu software kompuler yang khusus digunakan untuk mikrokontroller keluarga AVR.



Gambar 7 Perancangan sistem interface web



Gambar 8. Fisik rangkaian system

Sistem bekerja ketika mendapat perintah start. Kemudian akan dilakukan proses inialisasi. Inialisasi merupakan proses setting awal untuk menggunakan fasilitas di dalam mikrokontroller seperti UART, input/output dan time. Inialisasi dilakukan dengan membuat program inialisasi yang ditempatkan sebelum program utama. Sensor flow water akan membaca aliran debit air yang mengalir melewati rotor. real time clock atau RTC akan membaca waktu dan tanggal pengukuran debit air.



Gambar 9 Tampilan LCD

Data dari sensor dan RTC diolah mikrokontroller AVR atmega 16, mikrokontroller juga akan mengatur output data yang ditampilkan pada LCD. LCD akan menampilkan data waktu, debit air serta akumulasi debit air. Data waktu dan akumulasi debit air akan ditransmisikan pula ke server. Proses ini akan dilakukan selama satu bulan sehingga jika waktu telah sesuai maka sistem akan memulai kembali menghitung besar debit akumulatif alat dari 0 L/m.

Interface yang digunakan untuk menampilkan data debit air dan beban tagihan pembayaran pada PDAM dan pelanggan adalah interface web. Interface web akan menampilkan waktu penerimaan data, data debit air kumulatif beserta beban tagihan pembayaran setiap bulan.

Dalam penerapan sistem interface web, diperlukan manajemen sistem dalam mengatur data yang digunakan. Basis Data merupakan sekumpulan data yang terintegrasi dan diorganisasi untuk memenuhi kebutuhan para pemakai.

D. Realisasi Sistem

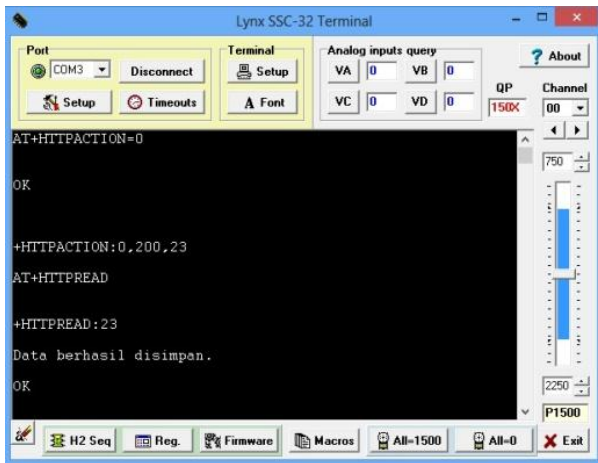
Tabel 1 Hasil Pengukuran Debit Air

No	Pukul	Q _A	Q _D	Error (L/m)	Error (%)
1	11.07	9	9	0	0
2	11.12	16	16	0	0
3	11.17	23	24	1	4.35
4	11.22	28	29	1	3.57
5	11.27	34	35	1	2.94
6	11.32	40	41	1	2.5
7	11.37	47	49	2	4.26
8	11.42	53	55	2	3.77
9	11.47	55	57	2	3.64
10	11.52	57	58	1	1.75
11	11.57	60	61	1	1.67
12	15.50	4	4	0	0
13	15.55	6	6	0	0
14	16.00	9	9	0	0
15	16.05	12	12	0	0
16	16.10	17	17	0	0
17	16.15	19	18	1	5.26
18	16.20	21	19	2	9.52
19	16.25	24	22	2	8.33
20	16.30	25	24	1	4
21	16.35	27	26	1	3.7
22	16.40	29	28	1	3.45
23	16.45	35	35	0	0
24	16.50	39	38	1	2.56
25	16.55	48	48	0	0
26	17.00	55	56	1	1.82
27	17.05	60	62	2	3.33
28	17.10	66	69	3	4.55
29	17.15	69	72	3	4.35
30	17.20	75	76	1	1.33

Sistem dirangkai atas beberapa komponen yaitu sensor, mikrokontroller, real time clock , power supply dan modem GSM. Komponen-komponen ini dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat saling terhubung. Berikut adalah gambar fisik

rangkaian sistem secara keseluruhan.

LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan besar debit air yang telah digunakan pelanggan. Baris pertama LCD menampilkan waktu dari pengukuran debit air. Baris kedua LCD dibagi menjadi dua yaitu pengukuran debit air terukur serta pengukuran debit air akumulatif. Gambar 13 merupakan fisik dari tampilan LCD 16x2.



Gambar 11 Tes koneksi modem GSM ke server

Web merupakan interface yang digunakan PDAM dan pelanggan untuk mengetahui beban tagihan penggunaan air tiap bulan secara langsung.

IV. PENGUJIAN SISTEM

Pengujian kinerja system dilakukan dalam dua jenis pengujian, yaitu pengujian alat serta pengujian pengiriman data ke server PDAM. Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui sensor dapat mengukur debit air yang mengalir ke pelanggan secara akurat yang akan ditampilkan pada LCD yang tersedia. Pengujian pengiriman data ke server PDAM dimaksudkan untuk membuktikan data yang diterima server PDAM sesuai dengan pengukuran sensor yang ditampilkan pada LCD. Semua pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah semua alat telah sesuai dengan spesifikasi alat yang telah dirancang.

A. Pengujian Alat

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui sensor dapat berfungsi dalam pengukuran debit air secara akurat. Data hasil pengukuran sensor akan ditampilkan pada LCD dan dibandingkan dengan hasil pengukuran meter analog. Pengujian ini meliputi pengujian kalibrasi sensor.

Proses pengukuran dilakukan pada selang waktu yang telah ditentukan yaitu 30 kali pengukuran dalam waktu sehari selama selang waktu selisih 5 menit tiap satu kali pengukuran. Proses pengujian dilakukan pada siang hari dan sore hari.

Dari tabel data hasil pengukuran debit air diatas dapat diketahui jumlah penyimpangan atau error dengan menghitung Rata – Rata Penyimpangan pengukuran (%) sebagai berikut:

$$\overline{error} = \frac{\sum error}{N_{pengukuran}} = \frac{80.65\%}{30} = 2.6883\% \quad (2)$$

B. Pengujian Pengiriman Data Pada Server PDAM

Pengujian ini dimaksudkan untuk membuktikan data yang diterima server PDAM sesuai dengan pengukuran sensor yang ditampilkan pada LCD. Data hasil pengukuran sensor yang ditampilkan pada LCD pelanggan akan dicocokkan dengan data yang dikirim melalui modem GSM yang nantinya dapat dilihat melalui interface web. Pengujian ini meliputi pengujian konektivitas modem GSM dengan server dan pengujian transmisi data dari alat yang dikirim ke server melalui modem GSM.

1) Pengujian konektivitas modem GSM dengan server

Pengujian konektivitas modem GSM yang digunakan untuk transmisi data ke server, dimaksudkan untuk mengetahui apakah modem dapat terhubung dengan baik ke server agar data hasil pengukuran dari alat dapat terkirim ke server. Pengujian ini dapat dilakukan dengan melakukan tes koneksi ke alamat domain server tujuan. Dalam sistem ini alat domain yang digunakan adalah www.rouliflowme.com. Hasil pengujian disajikan pada Gambar 11

2) Pengujian transmisi data pada server

Tabel 2. Hasil Pengujian Transmisi Data Dari Alat

No	Pukul	Q _A	Q _{web}	Ket
1	14.58	152	-	Tidak Terkirim
2	15.00	165	165	Terkirim
3	15.02	179	179	Terkirim
4	15.04	186	186	Terkirim
5	15.06	197	-	Tidak Terkirim
6	15.08	205	205	Terkirim
7	15.10	219	219	Terkirim
8	15.12	221	221	Terkirim
9	15.14	226	226	Terkirim
10	15.16	234	234	Terkirim
11	15.18	240	240	Terkirim
12	15.20	245	245	Terkirim
13	15.22	247	247	Terkirim
14	15.24	250	250	Terkirim
15	15.26	252	-	Tidak Terkirim
16	15.28	256	256	Terkirim
17	15.30	260	260	Terkirim
18	15.32	262	262	Terkirim
19	15.34	264	264	Terkirim
20	15.36	265	265	Terkirim
21	15.38	267	267	Terkirim
22	15.40	270	-	Tidak Terkirim
23	15.42	271	-	Tidak Terkirim
24	15.44	273	273	Terkirim
25	15.46	276	276	Terkirim
26	15.48	277	277	Terkirim
27	15.50	278	-	Tidak Terkirim
28	15.52	281	281	Terkirim
29	15.54	284	284	Terkirim
30	15.56	285	-	Tidak Terkirim

Pengujian transmisi data ke server dilakukan dengan pengamatan antara data yang tampil pada LCD pelanggan

Tabel 3. Hasil Pengujian Transmisi Data Dari Alat

No	Pukul	Q _A	Q _{web}	Ket
1	22:22	7	7	Terkirim
2	22:23	8	8	Terkirim
3	22:24	9	9	Terkirim
4	22:25	10	10	Terkirim
5	22:26	10	10	Terkirim
6	22:27	12	12	Terkirim
7	22:28	12	12	Terkirim
8	22:29	15	15	Terkirim
9	22:30	20	20	Terkirim
10	22:31	21	21	Terkirim
11	22:32	21	21	Terkirim
12	22:33	21	21	Terkirim
13	22:34	24	24	Terkirim
14	22:35	24	24	Terkirim
15	22:36	29	29	Terkirim
16	22:37	34	34	Terkirim
17	22:38	43	43	Terkirim
18	22:39	49	49	Terkirim
19	22:40	49	49	Terkirim
20	22:41	60	60	Terkirim
21	22:42	60	60	Terkirim
22	22:43	65	65	Terkirim
23	22:44	65	65	Terkirim
24	22:45	70	70	Terkirim
25	22:46	70	70	Terkirim
26	22:47	74	74	Terkirim
27	22:48	74	74	Terkirim
28	22:49	76	76	Terkirim
29	22:50	76	76	Terkirim
30	22:51	78	78	Terkirim

dengan data yang ditampilkan pada website. Proses pengambilan data dilakukan dengan menempatkan alat pada lokasi modem dapat menangkap sinyal dengan baik. Berikut adalah tabel hasil pengujian pengiriman data dari modem GSM ke server PDAM.

Dari tabel data hasil pengiriman debit air ke server PDAM diatas dapat diketahui bahwa dalam pengiriman sebanyak 30 data terdapat tujuh data yang tidak berhasil dikirim. Data yang dikirimkan ke server besarnya sama dengan data yang terbaca pada tampilan LCD.

Dari tabel data hasil pengiriman data debit air ke server PDAM diatas dapat diketahui bahwa 100 % data berhasil terkirim ke server untuk pengiriman sebanyak 30 data.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dalam sistem ini, dapat diambil kesimpulan:

1. Hasil percobaan alat menunjukkan aplikasi sensor flow water dalam mengukur besar debit air telah berfungsi sesuai dengan perancangan dengan rata-rata error sebesar 2.6883%.
2. Alat mampu mengirimkan data pengukuran debit air ke server PDAM melalui modem GSM.
3. Proses pengiriman data ke server bergantung dari kondisi sinyal GPRS yang ada pada lokasi pemasangan alat.
4. Sinyal GPRS pada suatu area berbeda-beda untuk tiap operator.
5. PDAM dan pelanggan dapat memantau besar debit air melalui interface web.

B. Saran

Pada perancangan sistem ini penulis mencoba memberikan saran-saran untuk pengembangan dan perbaikan lebih lanjut seiring kebutuhan dan kemajuan teknologi:

1. Penggunaan mikrokontroler dengan memori yang lebih besar, untuk pengembangan aplikasi yang lebih kompleks.
2. Pemilihan kartu GSM yang digunakan untuk transfer data dari alat dan akses internet harus disesuaikan dengan kondisi sinyal tempat pemasangan alat.
3. Untuk penerapan pada suatu area area (misal pada satu komplek perumahan), digunakan modul zigbee sebagai media transmisi antar alat untuk kemudian ditransmisikan ke internet menggunakan sebuah modem GSM yang ditempatkan pada area ini sebagai sentral pengumpulan data dari alat.
4. Pengembangan Interface web untuk dapat digunakan sebagai sarana transaksi pembayaran tagihan pemakaian air pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sabakingkin, Rauf. 2011. Alat ukur volume air dan penghitung tarif pada water meter PDAM. Tugas akhir. Yogyakarta: Jurusan Teknik Elektro UMY.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2008. Spesifikasi Meter Air Minum (ISO 4064-1: 2005, MOD). Bandung.
- [3] Musbikhin. 2011. Pengertian Sensor dan Macam-macam Sensor. <http://www.musbikhin.com/pengertian-sensor-dan-macam-macam-sensor>. (01 April 2013).
- [4] Supriyanto. 2007. Fisika Untuk SMA Kelas XI. Jakarta: Phibeta.
- [5] Sungkono. 2006. "Pemanfaatan Hall Effect Sebagai Penghitung Konsumsi Air". Jurnal ELTEK. Volume 04, Nomor 01, Malang.
- [6] http://www.seeedstudio.com/wiki/G11/4_Water_Flow_sensor. (6 Desember 2012).