

## **PENGHITUNG OTOMATIS PEMBACAAN METERAN AIR MINUM JARAK JAUH PADA PT. CITRA GADING ASTRITAMA DI PERUMAHAN TIRTASANI ESTATE BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51**

**M. Ibrahim Ashari**

**Abstract:** The data recording is possible on the water meter there is a difficulty because of the location of water meters that are inside the house or fenced because it is less practical in the data on the water meter manually. Therefore, to facilitate the taking of data, designed a tool that functions retrieve data from a certain distance. The tool is called The Automatic meter Drinking water with Remote Mikrokontroler AT89S51, which has the core components mikrokontroler, A276 sensors, and serial RS232 converter to rs48. A276 sensor read each round of magnetic fields on the vane rotated by the flow of water, each of the north magnetic fields, sensors will high and is logic 0 because the sensor characteristics halleffect is active-low or  $1 = 0$ . When mikrokontroler receive data from sensors, mikrokontroler be process and store any changes and the counter will display on the LCD, if there is a request from the PC, mikrokontroler will be send data to your PC. Communication of data between the transmitter and receiver is done with the rs485 to rs232 to PC. Programs that control the mikrokontroler between the sensor inside the water meter is written using assembler language.

**Kata Kunci : Mikrokontroler AT89S51, Sensor Hall Effect, LCD**

Sistem pembacaan meteran PAM yang sekarang ini ternyata menimbulkan masalah. Terkadang petugas pencatatan meteran PAM malas untuk datang ke rumah rumah pelanggan dan melakukan pencatatan, karena banyaknya rumah yang didatangi, sering kali petugas pencatatan meteran PAM tersebut tidak melakukan pencatatan yang tidak sesuai dengan nilai yang tertera pada meteran PAM di tiap-tiap rumah.

Bertitik tolak dari masalah-masalah diatas, maka dirancang “Alat Pembaca Meteran Perusahaan Air Minum (PAM) PT.CITRAGADING ASTRITAMA yang terpusat pada komputer melalui Sistem Serial Bus Barbasis Mikrokontroler”. Dalam desain alat pembaca PAM ini akan dijelaskan bagaimana alat ini dipasang pada meteran PAM dan mengirimkan data ke komputer Pusat melalui Mikrokontroler dan Serial Bus.

Dalam desain alat pembaca meteran air minum yang terpusat pada komputer

melalui serial bus, maka permasalahan yang ditangani pada penelitian ini adalah bagaimana. membuat alat penghitung otomatis meteran air minum jarak jauh menggunakan Mikro-kontroler AT89S51 agar data bisa tampil pada LCD dan dikirim secara serial menggunakan RS-485 ke PC server.

Mikrokontroler adalah suatu mikroprocessor yang sudah dilengkapi dengan perangkat masukan/keluaran (I/O) dan periferal lainnya yang terintegrasi di dalam serpihnya dan dirancang untuk keperluan pengendalian sistem. Mikrokontroler AT-89S51 adalah salah satu mikrokontroler keluarga MCS 51 yang semua perintahnya sama dengan jenis lainnya seperti AT89C51

Mikrokontroler Atmel seri AT89S51 ini merupakan generasi terbaru dari produk sebelumnya yaitu AT89C51, yang mengalami penyempurnaan untuk mempermudah dalam melakukan pengisian program ke dalam mikrokontroler. De-



Semua fungsi tampilan di kontrol oleh suatu instruksi modul LCD dapat dengan mudah diinterface-kan dengan MPU. Ciri-ciri dari LCD LMB162A:

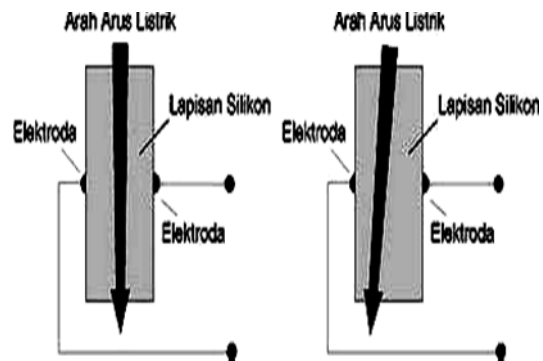
- Terdiri dari 32 karakter yang dibagi menjadi 2 baris dengan display dot matrik 5 X 7 ditambah cursor
- Karakter generator ROM dengan 192 karakter
- Karakter generator RAM dengan 8 tipe karakter
- 80 X 8 bit display data RAM
- Dapat diinterfacekan dengan MPU 8 atau 4 bit
- Dilengkapi fungsi tambahan : Display clear, cursor home, display ON/OFF, cursor ON/ OFF, display character blink, cursor shift dan display shift
- Internal data
- Internal otomatis dan reset pada power ON
- +5 V power supply tunggal

Untuk mendeteksi volume air air digunakan sensor *Hall Effeckt*. *Hall effect* sensor merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet. *Hall Effect* sensor akan menghasilkan sebuah tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut.

Pendeteksian perubahan kekuatan medan magnet cukup mudah dan tidak memerlukan apapun selain sebuah induktor yang berfungsi sebagai sensornya. Kelemahan dari detektor dengan menggunakan induktor adalah kekuatan medan magnet yang statis (kekuatan medan magnetnya tidak berubah) tidak dapat dideteksi.

Oleh sebab itu diperlukan cara yang lain untuk mendeteksinya yaitu dengan sensor yang dinamakan dengan '*hall effect*' sensor. Sensor ini terdiri dari sebuah lapisan silikon yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik.

Gambar 3 berikut ini merupakan konfigurasi dari Hall Effect Sensor :



Gambar 3 konfigurasi Hall Effect Sensor

Sensor *hall effect* ini hanya terdiri dari sebuah lapisan silikon dan dua buah elektroda pada masing-masing sisi silikon. Hal ini akan menghasilkan perbedaan tegangan pada outputnya ketika lapisan silikon ini dialiri oleh arus listrik. Tanpa adanya pengaruh dari medan magnet maka arus yang mengalir pada silikon tersebut akan tepat ditengah-tengah silikon dan menghasilkan tegangan yang sama antara elektrode sebelah kiri dan elektrode sebelah kanan sehingga menghasilkan tegangan beda tegangan 0 volt pada outputnya.

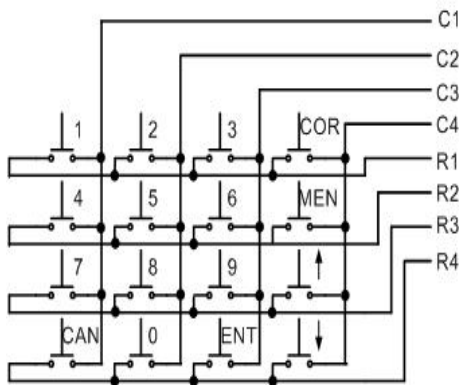
Ketika terdapat medan magnet mempengaruhi sensor ini maka arus yang mengalir akan berbelok mendekati/menjauhi sisi yang dipengaruhi oleh medan magnet. Ketika arus yang melalui lapisan silikon tersebut mendekati sisi silikon sebelah kiri maka terjadi ketidakseimbangan tegangan output dan hal ini akan menghasilkan sebuah beda tegangan di outputnya.

Semakin besar kekuatan medan magnet yang mempengaruhi sensor ini akan menyebabkan pembelokan arus di dalam lapisan silikon ini akan semakin besar dan semakin besar pula ketidakseimbangan tegangan antara kedua sisi lapisan silikon pada sensor. Semakin besar ketidakseimbangan tegangan ini akan menghasilkan beda tegangan yang semakin besar pada output sensor ini.

Arah pembelokan arah arus pada lapisan silikon ini dapat digunakan untuk

mengetahui polaritas kutub medan *hall effect* sensor ini. Sensor *hall effect* ini dapat bekerja jika hanya salah satu sisi yang dipengaruhi oleh medan magnet. Jika kedua sisi silikon dipengaruhi oleh medan magnet maka arah arus tidak akan dipengaruhi oleh medan magnet itu. Oleh sebab itu jika kedua sisi silikon dipengaruhi oleh medan magnet yang mempengaruhi magnet maka tegangan outputnya tidak akan berubah.

Keypad serig digunakan sebagai suatu input pada beberapa peralatan yang berbasis mikroprocessor atau mikrokontroler. Keypad sesungguhnya terdiri dari sejumlah saklar, yang terhubung sebagai baris dan kolom dengan susunan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Agar mikrokontroler dapat melakukan scan keypad, maka port mengeluarkan salah satu bit dari 4 bit yang terhubung pada kolom dengan logika low "0" dan selanjutnya membaca 4 bit pada baris untuk menguji jika ada tombol yang ditekan pada kolom tersebut. Sebagai konsekuensi, selama tidak ada tombol yang ditekan, maka mikrokontroler akan melihat sebagai logika high "1" pada setiap pin yang terhubung ke baris.



Gambar 4. Rangkaian dasar keypad 4x4

*Liquid crystal display* adalah modul tampilan yang mempunyai konsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah controller CMOS didalamnya. Controller tersebut sebagai pembangkit ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi

tampilan di kontrol oleh suatu instruksi modul LCD dapat dengan mudah diinterfacekan dengan MPU. Ciri-ciri dari LCD LMB162A :

- Terdiri dari 32 karakter yang dibagi menjadi 2 baris dengan display dot matrik 5 X 7 ditambah cursor
- Karakter generator ROM dengan 192 karakter
- Karakter generator RAM dengan 8 tipe karakter
- 80 X 8 bit display data RAM
- Dapat diinterfacekan dengan MPU 8 atau 4 bit
- Dilengkapi fungsi tambahan : Display clear, cursor home, display ON/OFF, cursor ON/ OFF, display character blink, cursor shift dan display shift
- Internal data
- Internal otomatis dan reset pada power ON
- +5 V power supply tunggal

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Mengurangi kesalahan pencatatan pemakaian meteran air minum dan mempermudah pembacaan hasil meteran dengan jarak jauh.
2. Mempermudah petugas perusahaan air minum pada CV. Citra Artistic Perum Tirtasani Estate.
3. Mengaplikasikan Mikrokontroler AT89S51 sebagai alat pembaca meteran PAM.

## METODE

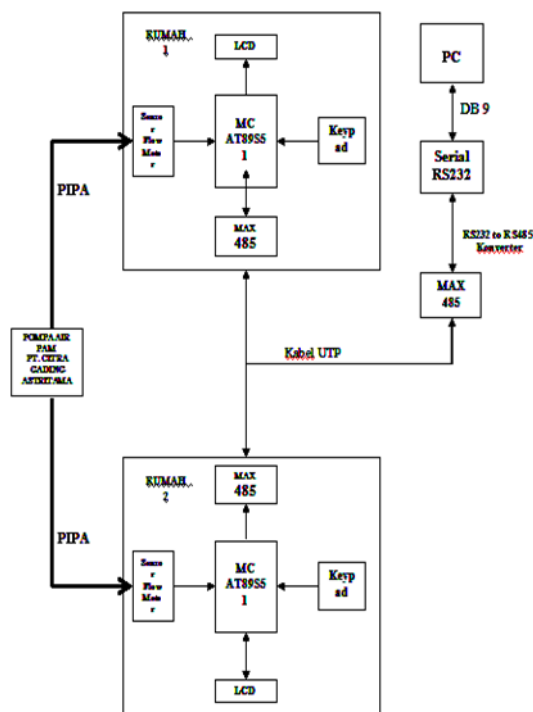
Prinsip kerja dari penghitung otomatis pembacaan meteran air minum jarak jauh ini adalah sistem penerimaan beda tegangan pada output sensor hall effect yang berasal dari flow meter. Jika sensor pada flow meter ini mendapat pengaruh medan magnet dengan polaritas kutub utara maka akan menghasilkan pengurangan pada tegangan output sebaliknya

jika terdapat pengaruh medan magnet dengan polaritas kutub selatan maka akan menghasilkan peningkatan tegangan pada outputnya. Di dalam pengiriman data counter sebuah Mikrokontroler AT89S51 berfungsi untuk mengidentifikasi data yang masuk dan mengolah data tersebut sehingga menghasilkan data counter yang sesuai dengan data yang terdapat pada flow meter, maka pada flow meter juga diberikan sebuah LCD yang berfungsi sebagai tampilan untuk menampilkan data yang berasal dari mikrokontroler, sesuai data yang dihasilkan oleh flow meter tersebut yaitu berupa jumlah putaran yang dihasilkan oleh piringan yang terdapat pada Transmitter Water meter.

Data yang diambil akan disimpan ke dalam memori AT89S51, yang nantinya selain data dalam memori tersebut dapat ditampilkan dalam PC melalui port RS 232, disamping dapat dilihat secara langsung dari LCD. Selain mengolah data counter pada flow meter, AT89S51 juga berfungsi sebagai proses data tagihan pembayaran dan request data KWH meter. Proses request data diawali oleh konsumen dengan memilih menu yang akan dipilih melalui keypad yang ditampilkan ke dalam LCD. Setelah konsumen tersebut menekan tombol SEND pada keypad. Data tersebut kemudian dikirim melalui RS 232 menuju komputer yang ada di server. Kemudian dari komputer yang ada di server ini akan memproses request data yang berisikan tagihan 1 bulan lalu atau request tagihan bulan pada saat ini dan di tampilkan pada LCD konsumen.

Sistem ini menggunakan 1 buah komputer, dua buah rangkaian minimum Mikrokontroler AT89S51 sebagai simulasi rumah 1 dan 2, 1 buah LCD, 2 buah sensor hall effect dan 1 buah keypad.

Perangkat penghitung otomatis pembacaan meteran air minum jarak jauh ini dapat digambarkan secara blok diagram seperti pada gambar 5 :



Gambar 5. Blok Diagram perangkat Keras

### Rumah

Sebagai pelanggan Perusahaan Air Minum (PAM) CV. CITRA ARTISTIK di Perumahan Tirtasani Estate.

### Sensor Flowmeter

Digunakan untuk mendeteksi volume air masuk dan menambah 1 data counter (data kumulatif) ke Mikrokontroler.

### PAM PT. Citra Gading Astrtama

Sebagai Perusahaan Air Minum di Perumahan Tirtasani Estate.

### LCD

Sebagai tampilan pada sistem perhitungan otomatis pembacaan meteran air minum.

### Mikrokontroler AT89S51

Digunakan untuk menambah data counter kumulatif pada setiap perubahan logic yang diterima dari sensor.

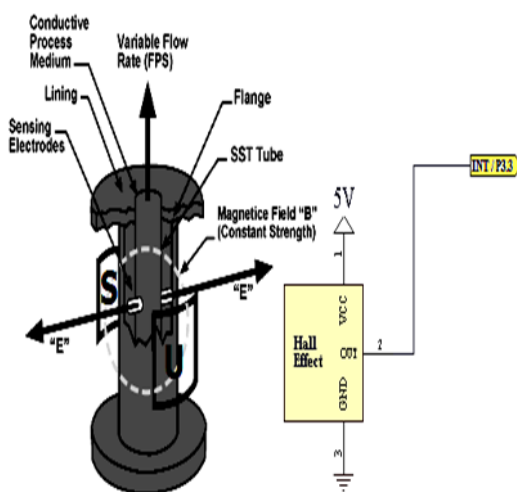


baris dan 4 kolom). Berisikan angka 0 sampai 9. dan 6 tombol yang tersisa dimanfaatkan untuk CAN,COR, ENT, MEN, UP, dan DOWN sedangkan 1 tombol lagi tidak dipakai. Untuk mengenali bagian kolom dan baris yang aktif maka keypad ini dihubungkan dengan minimum sistem AT89S51. Kemudian dibuat program yang dapat mengenali tombol yang sedang ditekan. Gambar 8 merupakan bagian bagian dari keypad tersebut.



Gambar 8. keypad 4x4

Pada penelitian ini di gunakan sensor hall effect A276 produk *Ampson Technology, inc.* untuk signal pin kaki no 3 yaitu D0 dihubungkan ke port INT1 yang di fungsikan sebagai port 3.3. Sedangkan VCC ( 1 ) dihubungkan dengan +5v, dan kaki no 4 ( VSS ) dengan ground. Rangkaian Hall effect ditunjukkan pada Gambar 9.



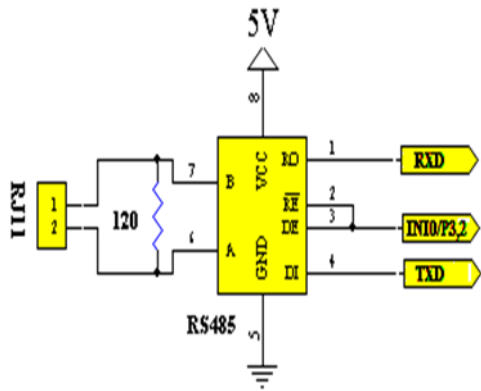
Gambar 9. Rangkaian Hall effect sensor.

Rangkaian RS 485 digunakan untuk level Converter yang berfungsi menambah level data serial TTL menjadi level RS 485.

RS485 merupakan suatu sistem *multipoint halfduplex transceivers* komunikasi serial yang berfungsi untuk menghasilkan jarak kanal komunikasi lebih jauh yaitu sekitar 4000 kaki atau setara dengan 1,3 Km.

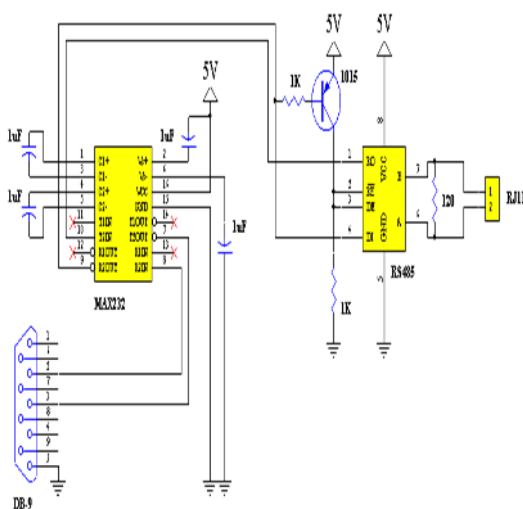
Dalam desain yang dibuat dalam penelitian ini pin *driver enable* (DE) dan *receiver enable* (RE) digabung menjadi satu dihubungkan pada port INIO/P 3.2. De-ngan demikian ketika *driver* aktif, saat itu juga *receiver* akan mati, demikian pula sebaliknya. Sistem ini akan mengakibatkan komputer tidak akan menerima pantulan (*echo*) dari data yang dikirimkannya sendiri. Sedang pin R0 dihubungkan ke port RXD penerima data, jika nilai arus pada inputan A lebih besar dari B, maka R0 akan berlogika 1 atau high, dan sebaliknya apabila nilai A lebih kecil dari B maka R0 akan berlogika 0 atau low. VCC pada kaki 8 akan diberikan tegangan 5V dan kaki no 5 akan dihubungkan dengan Ground. Sedangkan kaki no 6,7 (A,B) di hubungkan dengan dengan pin no 1 dan 2 pada konektor RJ11.

Pada *Internal Termination*, RS 485 ini juga disediakan slot untuk diisi resistor *termination* (gambar 3.11.). Dengan demikian resistor *termination* tidak perlu lagi ditambahkan pada kabel jaringan. Nilai resistor *termination* mengikuti nilai standar EIA/TIA, yaitu 120 ohm (dengan asumsi impedansi karakteristik kabel dari 100–120 ohm). Jika resistor *termination* tidak diperlukan (*node* bukan merupakan *node* yang terujung dalam bus) maka slot ini dapat dikosongkan. Rangkaian RS 485 ditunjukkan pada gambar 10.



**Gambar 10. Rangkaian max 485**

Guna pengontrolan mikrokontroler melalui komputer, maka diperlukan suatu komunikasi serial untuk menghubungkan antara mikrokontroler AT89S51 dengan komputer server. Gambar 11 merupakan Rangkaian Serial Converter RS232 to 485:

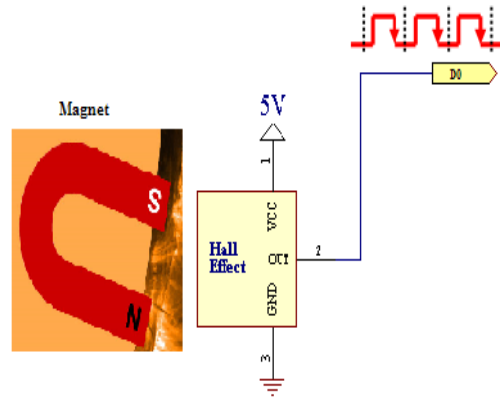


**Gambar11. Rangkaian Serial Converter RS232 to 485**

**HASIL**

Selanjutnya hasil rancangan ini perlu diuji untuk mengetahui berapa besar tegangan yang dike-luarkan sensor, dan untuk menge-tahui apakah tegangan yang dihasilkan sensor dalam keadaan *high* atau *low*.

Peralatan yang digunakan: (1) Multi-meter digital, (2) Rangkaian sensor, (3) Catu daya 5 volt DC, dan (4) Magnet.



**Gambar 12. Rangkaian sensor**

Langkah-langkah Pengujian :

- 1) Merangkai rangkaian driver seperti pada Gambar 12. dibawah ini:
- 2) Memberikan catu daya sebesar 5V pada sensor.
- 3) Mendekatkan sensor pada magnet.
- 4) Mengukur besar tegangan yang dikeluarkan oleh sensor.
- 5) Mencatat tegangan yang dihasilkan sensor dan di tabelkan.

Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil pengukuran Tegangan yang dikeluarkan**

Percobaan	Tegangan yg dikeluarkan (DO)	
	Magnet U	Magnet S
1	0.01	4.90
2	0.01	4.88
3	0.02	4.87
4	0.01	4.89
5	0.03	4.91

Untuk mengetahui fungsi pin Tx (pengiriman data) dan Rx (penerimaan data) pada MAX232 sudah berfungsi dengan baik. De-ngan cara mengirimkan data dari PC ke *Mikrokontroler* melalui rang-kaian MAX232 dan pada pin9 dan 10 (Rx dan Tx) dijumlah, sehingga data



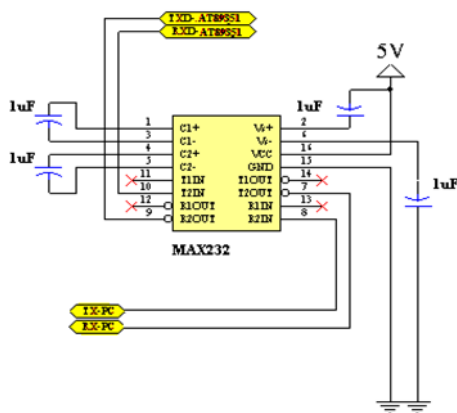
yang dikirimkan oleh PC ke Mikrokontroler akan dibalikkan lagi ke PC.

Peralatan yang digunakan

- Rangkaian MAX232
- Kabel Serial (DB9)
- Power Supply +5 Volt
- Jumper

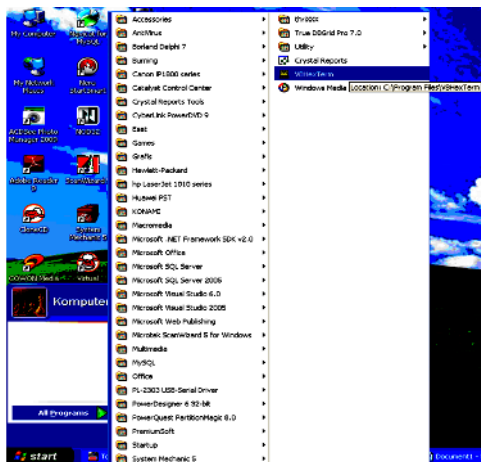
Langkah-langkah Pengujian

1) Merangkai rangkaian driver seperti pada gambar 13.



Gambar 13. Rangkaian Pengujian Serial Interface

2) Pilih pada tombol start Vbhex-Term untuk melakukan test komunikasi serial, seperti pada Gambar 14.



Gambar 14. Gambar aplikasi VbhexTerm

Untuk merequest data KWH meter pada Alat 1, harus memasukkan address 1, dengan cara menekan tombol 1 pada

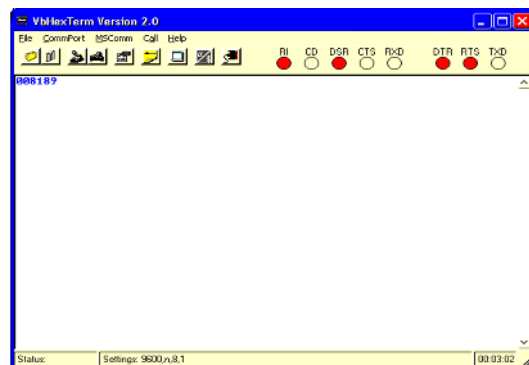
keyboard. Apabila tombol 1 pada keyboard ditekan, maka tampilan pada Vbhex-Term akan muncul angka KWH meter "008189" dan hasilnya sama dengan LCD pada alat 1. Tabel 2 adalah Pro-tokol komunikasi serial pada Mikrokon-troller.

Tabel 2. Protokol komunikasi serial

Rumah / Alat	Address	command
1	1	Request KWH meter address 1
	2	Request Harga address 2
2	3	Request KWH meter address 3
	4	Request Harga address 4



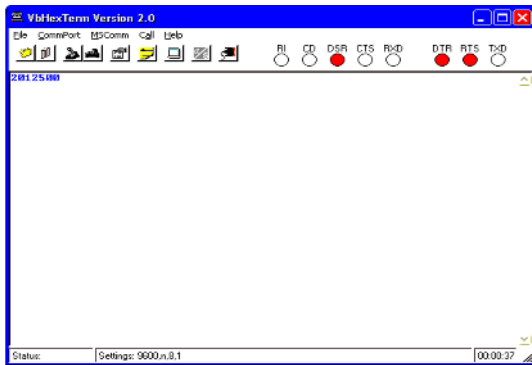
Gambar 15. Kwh meter pada LCD



Gambar 16. Pengujian Komunikasi Serial Alat 1

Untuk mengirim jumlah harga pada Alat 1, harus memasukkan address 2 dan jumlah angka komulatif, dengan cara menekan tombol "2012500" pada keyboard, maka tampilan pada LCD akan

muncul jumlah harga komulatif dan hasilnya sama dengan VbhexTerm



**Gambar 17. Pengujian pengiriman data Komunikasi Serial dari PC ke Alat 1**

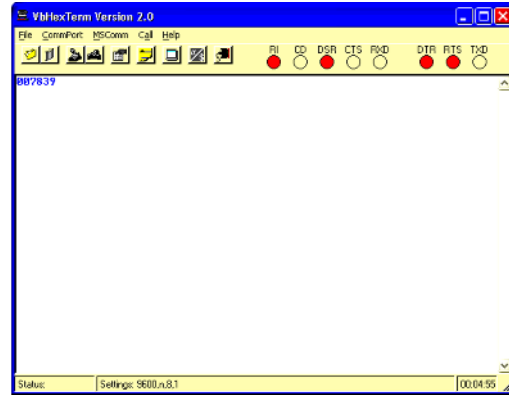


**Gambar 18. Jumlah angka komulatif pada LCD**

Untuk merequest data KWH meter pada Alat 2, harus memasukkan adress 3, dengan cara menekan tombol 3 pada keyboard. Apabila tombol 3 pada keyboard di tekan, maka tampilan pada Vbhex-Term akan muncul angka KWH meter "007839" dan hasilnya sama dengan LCD pada alat 2.

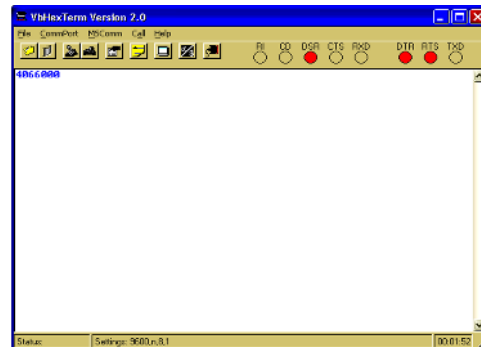


**Gambar 19. Kwh meter pada LCD**

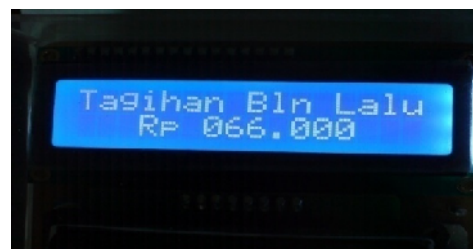


**Gambar 20. Pengujian Komunikasi Serial Alat 2**

Untuk mengirim jumlah harga pada Alat 2, harus memasukkan adress 4 dan jumlah angka komu-latif, dengan cara menekan tombol "4066000" pada keyboard, maka tampilan pada LCD akan muncul jumlah harga komulatif dan hasilnya sama dengan VbhexTerm



**Gambar 21. Pengujian pengiriman data Komunikasi Serial dari PC ke Alat 1**



**Gambar 22. Jumlah angka komulatif pada LCD**

Tabel 3 berikut ini merupakan tabel hasil pengujian *request* data komulatif pada protokol komunikasi serial dengan PC.

**Tabel 3. Hasil pengujian protokol komunikasi serial dengan PC**

Percobaan	Alat 1	Alat 2	VbHexTerm		Hasil
			1	2	
1	008189	007839	0081800783	007839	Sukses
2	008190	007840	0081900784	007840	Sukses
3	008191	007841	0081900784	007841	Sukses
4	008192	007842	0081900784	007842	Sukses
5	008193	007843	0081900784	007843	Sukses

Tabel 4 berikut ini merupakan tabel hasil pengujian pengiriman data jumlah harga pada bulan lalu pada protokol komunikasi serial dengan PC.

**Tabel 4. Hasil pengujian protokol komunikasi serial dengan PC**

Percobaan	VbHexTerm		Alat 1	Alat 2	Hasil
	1	2			
1	2012500	4066000	012.500	066.000	Sukses
2	2013650	4068400	013650	068.400	Sukses
3	2014800	4070800	014800	070.800	Sukses
4	2015590	4073200	015590	073.200	Sukses
5	2017100	4075600	017100	075.600	Sukses

Setelah pengujian perblok dilakukan, selanjutnya dilakukan pengujian alat keseluruhan. Pengujian mekanik yang telah direncanakan dan dibuat bertujuan untuk mengetahui apakah sesuai dengan apa yang di rencanakan, caranya dengan melakukan beberapa kali percobaan. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5. Hasil Pengujian untuk 1 liter**

No	Tampilan Volume air Pada LCD (L)	Volume Air yang dikeluarkan	Kesalahan
1	1	1.01	0.01
2	1	0.98	0.02
3	1	1.01	0.01
4	1	1.03	0.03
5	1	1.01	0.01
6	1	0.97	0.03
7	1	1.01	0.01

**Tabel 6. Hasil Pengujian untuk 2 liter**

No	Tampilan Volume air Pada LCD (L)	Volume Air yang dikeluarkan	Kesalahan
1	2	1.99	0.01
2	2	2.02	0.02
3	2	1.98	0.02
4	2	2.03	0.03
5	2	2.03	0.03
6	2	2.02	0.02
7	2	2.01	0.01

**PEMBAHASAN**

Berdasarkan tabel 1 dapat dihitung rata-rata tegangan yang dikeluarkan pada sensor pada saat sensor mendeteksi medan magnet "U"

$$\frac{0.01 + 0.01 + 0.02 + 0.01 + 0.03}{5} = 0.016 \text{ volt}$$

Sedangkan rata-rata tegangan yang dikeluarkan pada sensor pada saat sensor mendeteksi medan magnet "S" :

$$\frac{4.90 + 4.88 + 4.87 + 4.89 + 4.91}{5} = 4.89 \text{ volt}$$

Berdasarkan tabel 1, Sensor hall effect (A276) merupakan aktif-low, jika mengenai magnet kutup utara maka high dan akan berlogika low, begitu juga sebaliknya. Sensor hall effect ( A276 ) dapat mengeluarkan tegangan rata-rata sebesar 4.89 V, dan bila didekatkan pada magnet utara maka akan mengeluarkan tegangan sebesar 0.01 V.

Menurut data pada tabel 3 dan tabel 4, didapatkan persentase kesalahan sebesar 0% error. Dan presentase ketelitian sebesar 100%.

Dari tabel 5 diatas dapat ditentukan nilai rata-rata dan persentase kesalahan putaran tiap liternya Rata-rata kesalahan tiap liter :

$$\frac{0.01+0.02+0.01+0.03+0.01+0.03+0.01}{7} = 0.017 \text{ Liter}$$

Persentasi kesalahan tiap liter :

$$\frac{0.017}{1} \times 100\% = 1.7\%$$

Persentasi ketelitian :

$$100\% - 1.7\% = 98.3\%$$

Dari tabel 6 dapat ditentukan nilai rata-rata dan persentase kesalahan putaran tiap 2 liter nya.

Rata-rata kesalahan tiap 2 liter

$$\frac{0.01+0.02+0.02+0.03+0.03+0.02+0.01}{2} = 0.07 \text{ Liter}$$

Persentasi kesalahan tiap 2 liter :

$$\frac{0.07}{2} \times 100\% = 3.5\%$$

Persentasi ketelitian :

$$100\% - 3.5\% = 96.5\%$$

Dengan melihat tabel 5 dan tabel 6, maka pengujian mekanik yang dilakukan dengan beberapa telah didesain telah sesuai dengan apa yang di rencanakan, caranya dengan melakukan beberapa kali percobaan.

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan pengukuran peralatan, maka dapat disimpulkan beberapa hal yang berhubungan dengan kinerja peralatan :

1. Pengiriman data dari Alat ke PC maupun sebaliknya dilakukan secara serial menggunakan serial RS 232 to RS 485 *con-verter*, dan *half duplex* yaitu pengiriman data secara bergantian.
2. Di dalam komunikasi serial antara server dengan alat memiliki protokol komunikasi serial dimana pada alat 1 dan 2 memiliki *address* yang berbeda yaitu untuk *address* 1 dan 3 digunakan untuk me-request data komulatif

jumlah meter air per liter dan akan di terima pada PC, sedangkan *address* 2 dan 4 digunakan sebagai pengiriman data jumlah tagihan pada bulan lalu dan akan ditampilkan pada LCD pada alat 1 dan 2. Dari hasil pengujian didapatkan presentase error sebesar 0% dan persentase ketelitian sebesar 100%.

3. Volume air yang dikeluarkan mempunyai rata-rata kesalahan tiap liter nya sebesar 0.017 liter atau sebesar 1.7%.
4. Jarak pemasangan sensor dengan magnet tidak boleh lebih dari 2 milimeter.
5. Volume air yang dikeluarkan mempunyai rata-rata kesalahan tiap liter nya sebesar 0.02 liter atau sebesar 2%.

## DAFTAR RUJUKAN

- Albert Paul Malvino. Hanapi Gunawan. 1990. *Prinsip-prinsip Elektronika*, Erlangga, Jakarta.
- Agfianto Eko Putra. 2002. „Belajar Mikrocontroller.“, Gaya Media, Yogyakarta.
- Atmel.2003. *Microcontroller AT89-S51*. Atmel Corporation. <http://www.atmel.com>
- Rusmadi, Dedy. 2000. Digital dan Rangkaian. Penerbit Pionir Jaya. Bandung.
- Wasito, S. 2001. VADEMEKUM ELEKTRONIKA. PT Gramedia Pustaka
- [www.datasheetsite.com/datasheet/halleffect/A276-datasheet.html](http://www.datasheetsite.com/datasheet/halleffect/A276-datasheet.html)
- [www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)
- [www.tech-faq.com/fsk](http://www.tech-faq.com/fsk).
- [www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/M/A/X/2/MAX232](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/M/A/X/2/MAX232).
- [www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/M/A/X/3/MAX485](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/M/A/X/3/MAX485).
- [www.datasheetarchive.com/LMB162A-datasheet.html](http://www.datasheetarchive.com/LMB162A-datasheet.html)