

Wireless Data Logger with Microcontroller MCS-51

Handry Khoswanto, Felix Pasila, Deky Limaran

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra
e-mail: handry@petra.ac.id, felix@petra.ac.id

Abstrak

Saat ini, untuk pencatatan meter listrik, PLN memanfaatkan tenaga petugas PLN yang memantau KWH meter setiap rumah. Apabila rumah pelanggan yang dikunjungi tersebut kosong maka proses pencatatan meter tidak dapat dilakukan. Berdasarkan permasalahan tersebut di atas maka diperlukan suatu alat ukur KWH meter yang dapat mengirim data dengan menggunakan sistem wireless, dengan demikian, petugas PLN dapat mencatat data meteran listrik walaupun rumah pelanggan kosong.

Makalah ini menjelaskan tentang implementasi sistem wireless data logger pada KWH meter. Metode yang digunakan dalam sistem ini adalah menghitung jumlah putaran pada piringan KWH meter, yang selanjutnya *microcontroller* melakukan pemindahan data tersebut kepada *remote*. Untuk menghitung jumlah putaran piringan pada KWH meter dipakai sensor *photodiode* sebagai penerima dan *infra red* sebagai pemancar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini berjalan dengan baik bila sudut antara *remote* dan panel kurang dari 40°, dan jarak antara panel dengan *remote* kurang dari 6 meter. Sedangkan daya yang dibutuhkan piranti ini tidak lebih dari 5 watt.

Kata kunci : KWH Meter digital, *wireless Data logger*

Abstract

Nowadays, PLN has to hire employees to record the data which is shown by KWH meter at customer's house. The employee can not record it if there are no people in customer's house. To solve this problem, it is needed a KWH meter which can transmit data by using wireless data logger system, so that, the PLN's employee can record the data although there are no people in customer's house.

This paper describes about implementation of wireless data logger system on KWH meter. Method used in this system is counting the rotation number of KWH meter plate, then microcontroller transfers the data to the remote device. The sensor used for counting the rotation number is infrared sensor as the transmitter and photodiode as the receiver. Experimental results show that the device can run well if the angle between remote and panel less than 40°, and the distance between remote and panel less than six meters. The maximum power consumption of the device is not more than 5 watt.

Keywords: Digital KWH meter, *wireless data logger*.

1. Pendahuluan

Sistem pembayaran listrik di Indonesia adalah dengan cara menghitung daya yang terpakai. Piranti yang mencatat penggunaan daya listrik tersebut adalah KWH meter. Pada umumnya seorang petugas akan mendatangi para pelanggan dan mencatat penggunaan yang tertera pada KWH meter tersebut setiap bulannya. Kemudian pelanggan akan membayar tagihan tersebut di loket-loket pembayaran ataupun melalui fasilitas yang disediakan oleh Bank (ATM, Auto Debet).

Sistem pencatatan tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu apabila pemilik rumah tidak berada di tempat maka pencatatan meter tidak dapat dilakukan sehingga menyebabkan petugas akan datang kembali. Permasalahan kedua adalah validitas penggunaan daya diragukan kebenarannya apabila dicatat secara manual.

Berpijak dari permasalahan tersebut, didapatkan sebuah ide untuk mencatat KWH meter secara digital yang menggunakan sistem *wireless*. Petugas tidak perlu memasuki rumah pelanggan untuk mencatatnya sehingga pencatatan penggunaan daya menjadi lebih mudah, cepat dan nilai yang dicatatnya *valid*.

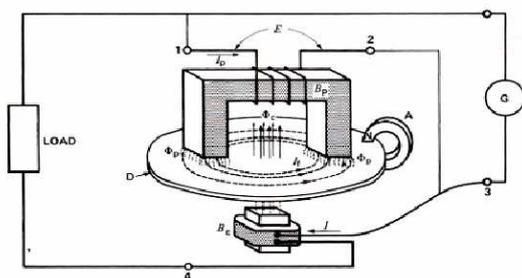
Catatan: Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2004. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Elektro volume 4, nomor 2, September 2004.

2. KWH Meter Analog

Penggunaan daya di Indonesia menggunakan satuan *kilowatt hour*, dimana KWH adalah sama dengan 3.6 MJ. Bagian utama dari sebuah KWH meter adalah kumparan tegangan, kumparan arus, piringan aluminium, magnet tetap dan gear mekanik yang mencatat jumlah perputaran piringan aluminium. Apabila meter dihubungkan ke daya satu fasa maka piringan mendapat torsi yang dapat membuatnya berputar seperti motor dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Berikut diberikan gambar KWH meter analog beserta gambar prinsip kerja dari KWH meter tersebut apabila ditinjau dari segi fisika.



Gambar 1. KWH Meter



Gambar 2. Prinsip Dasar KWH meter

Dari gambar tersebut di atas dapat dijelaskan bahwa arus beban I menghasilkan fluks bolak-balik Φ_c , yang melewati piringan aluminium dan menginduksinya, sehingga menimbulkan tegangan dan *eddy current*. Kumparan tegangan B_p juga menghasilkan fluks bolak-balik Φ_p yang memintas arus I_f . Karena itu piringan mendapat gaya, dan resultan dari torsi membuat piringan berputar. Torsi ini sebanding dengan fluks Φ dan arus I_f serta harga cosinus dari sudut antaranya. Karena Φ_p dan I_f sebanding dengan

tegangan E dan arus beban I , maka torsi motor sebanding dengan $EI \cos \theta$, yaitu daya aktif yang diberikan ke beban. Karena itu kecepatan putaran piringan sebanding dengan daya aktif yang terpakai.

Semakin besar daya yang terpakai, kecepatan piringan semakin besar, demikian pula sebaliknya. Secara umum perhitungan untuk daya listrik dapat di bedakan menjadi tiga macam, yaitu

- ✓ Daya kompleks $S(VA) = V.I$
- ✓ Daya reaktif $Q(VAR) = V.I \sin \phi$
- ✓ Daya aktif $P(Watt) = V.I \cos \phi$

Hubungan dari ketiga daya diatas dapat dituliskan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

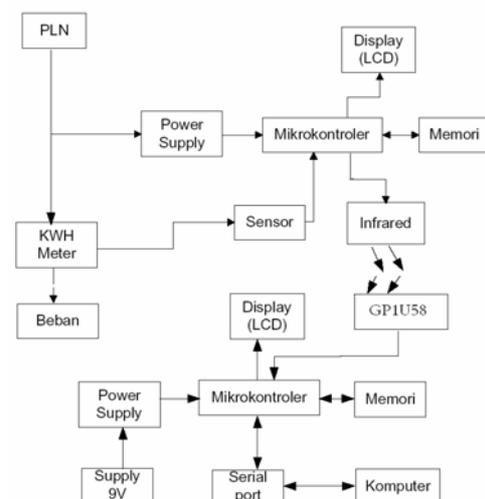
$$S = \sqrt{(VI)^2 \cdot (\sin^2 \phi + \cos^2 \phi)}$$

$$S = V.I$$

Dari ketiga daya diatas, yang terukur pada KWH meter adalah daya aktif, yang dinyatakan dengan satuan *Watt*. Sedangkan daya reaktif dapat diketahui besarnya dengan menggunakan alat ukur *Varmeter*. Untuk pemakaian pada rumah, biasanya hanya digunakan KWH meter.

3. Desain Sistem

Perancangan sistem *wireless* data logger dapat dilihat pada blok diagram di bawah ini.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Berdasarkan blok diagram di atas dapat dijelaskan bahwa daya listrik dari PLN akan dialirkan ke rumah tangga. Sebelum digunakan

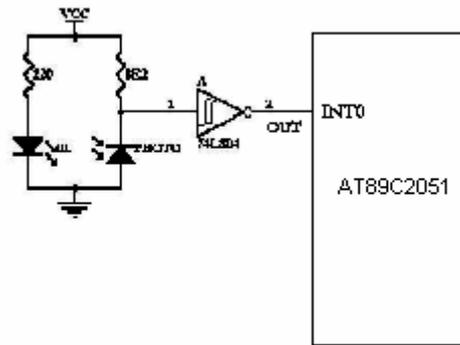
untuk menggerakkan berbagai macam beban listrik, daya listrik dialirkan melalui KWH meter yang berfungsi untuk menghitung daya yang terpakai pengguna. Ide dasar dari perancangan KWH meter digital memanfaatkan putaran piringan aluminium yang dibaca oleh sensor opto coupler. Hasil pembacaan sensor opto coupler berupa pulsa-pulsa yang akan dihitung oleh micro controller dalam satuan waktu (putaran-menit). Setiap hasil perhitungan akan disimpan dalam memori dan juga akan dipancarkan melalui media *infra red*. Data yang telah diterima panel akan di decoding menjadi frekuensi dan dipancarkan secara terus menerus melalui *infra red*. Photodiode (GP1U58) akan menerima pancaran frekuensi dari *infra red* yang akan diteruskan kepada *microcontroller* pada remote. *Microcontroller* pada remote akan men encoding frekuensi yang diterima menjadi data dalam bentuk bit kembali. Data tersebut dapat dipindahkan / di *download* ke dalam sebuah komputer dengan menggunakan serial port.

4. Perancangan Hardware

Pada perancangan hardware terdiri atas rangkaian panel dan rangkaian remote. Pada perancangan rangkaian panel terdiri atas *display* LCD, sensor pembaca putaran, memori dan micro controller 89C2051. *Display* LCD digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan dan jumlah prakiraan tagihan pada bulan tersebut.

Rangkaian Sensor *infra red* yang digunakan pada sistem ini digunakan sebagai sarana untuk menghitung jumlah perputaran KWH meter dan untuk memindahkan data dari panel ke remote. Pada KWH meter, jika sensor mengenai lubang pada piringan sebanyak dua kali, maka arus akan mengalir (*reverse bias*). Hal ini akan menyebabkan photodiode memberikan nilai resistansi yang berbeda apabila dibandingkan dengan jika penerima tidak menerima cahaya. Karena susunannya merupakan sebuah *voltage divider* maka menimbulkan logika '1' pada *output* sensor. Dan sebaliknya jika sensor mengenai piringan yang berarti penerima tidak mendapat cahaya, maka arus tidak akan mengalir, yang mengakibatkan timbulnya logika '0' pada *output* sensor. Dengan memanfaatkan perputaran piringan ini maka dapat terjadi *interrupt* pada INT0 (transisi turun) yang jumlahnya sesuai dengan jumlah putaran piringan. Adapun gambar

dari rangkaian sensor dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Sensor Pembaca Putaran Piringan

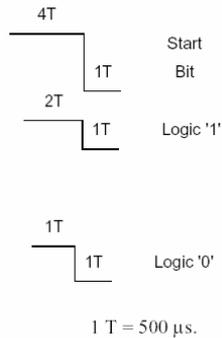
Fungsi dari AT89C2051 di atas adalah menghitung jumlah pulsa yang menginterrupt kerja *microcontroller*. Jumlah pulsa yang diterima oleh *microcontroller* ini secara langsung disimpan pada memori sehingga apabila jaringan listrik padam maka data tersebut tetap ada. Data yang telah diproses tersebut akan dikirimkan melalui pemancar *infra red* apabila *remote* meminta data tersebut dan disimpan dalam memori *remote*.

Pada remote ini terdapat receiver dimana outputnya dihubungkan dengan transistor NPN. Prinsip dari rangkaian ini adalah pada saat receiver akan menerima frekuensi carier sebesar 36 KHz (sesuai dengan frekuensi carier yang dipancarkan oleh panel), maka output dari transistor adalah logic '1', sebaliknya pada saat panel tidak memancarkan frekuensi carier 36 KHz, maka output dari transistor berlogic '0'. Standar yang digunakan untuk komunikasi antara panel dan remote adalah sebagai berikut :

Byte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Start	Data									00	Chk	
Bit		Kota	Kec.	Kel.	RW	RT	Alamat	B3	B2	B1	00	xx	xx

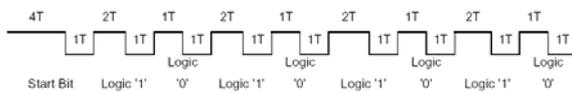
Gambar 5. Data yang dikirim ke Panel

B3, B2, dan B1 untuk menyatakan byte putaran pada KWH. Sedangkan Chk merupakan check sum (XOR 2 byte, dari semua byte terdahulu). Dalam komunikasi ini, panel akan mengirimkan : Start bit (1 byte) – Data (9 byte) – 00 (1 byte) – Chk (2 byte). Dalam perencanaan sistem ini, *receiver* selain mendeteksi frekuensi carier juga akan menghubungkan terhadap waktu, dengan ketentuan sebagai berikut :



Gambar 6. Ketentuan Komunikasi Data

Contoh panel mengirimkan data 10101010b, maka cara mengkodekannya :

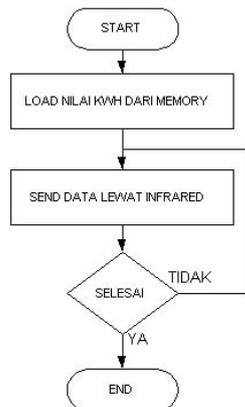


Gambar 7. Contoh Pengiriman Data

Apabila remote mendapatkan 13 byte dari panel, terlebih dahulu remote mengadakan pengecekan terhadap byte Chk. Jika nilai byte Chk telah sesuai, maka byte data (sebanyak 9 byte) akan di simpan pada *memory*. Memory yang digunakan pada rangkaian remote ini menggunakan serial EEPROM (24C02).

5. Perencanaan Perangkat Lunak

Perangkat lunak untuk panel dibagi menjadi dua bagian, yaitu perangkat lunak untuk *software* sensor pada KWH meter, yang disebut interrupt 0, dan perangkat lunak untuk *software* utama panel. Pada alat ini di gunakan KWH meter yang memiliki 1250 putaran/ KWH artinya, setiap KWH meter berputar 1250 kali maka akan terjadi penambahan nilai 1 (satu) KWH, atau setiap 125 putaran akan terjadi penambahan 0,1 KWH. Berikut ini merupakan diagram alir perangkat lunak untuk *software* utama dari panel.

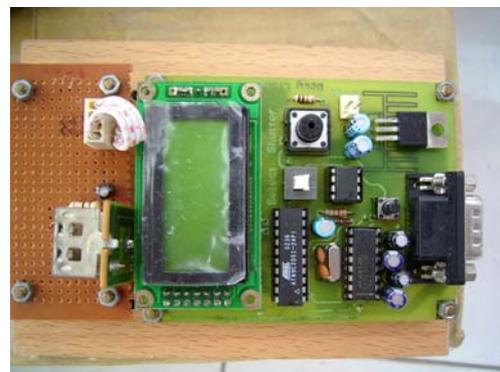


Gambar 8. Flow Chart *Software* untuk Panel

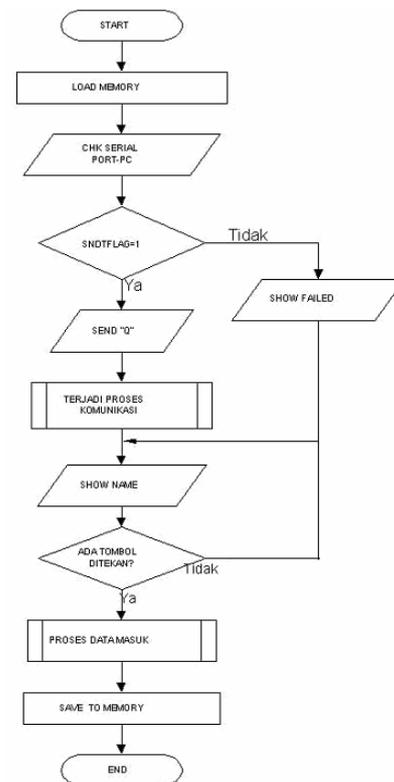
Sedangkan perancangan *software* untuk remote dapat disajikan pada gambar 11.



Gambar 9. Panel KWH meter



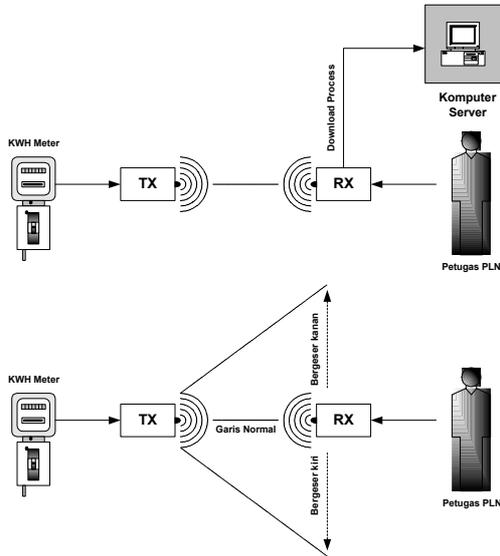
Gambar 10. Remote KWH Meter



Gambar 11. Flow Chart *Software* untuk Remote

6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dalam beberapa cara yaitu dengan pengujian respon penerima terhadap pemancar, pengujian jarak pemancar terhadap penerima dan pengujian software transmisi data. Berikut ditampilkan cara untuk melakukan pengujian.



Gambar 12. Pengujian Respon TX terhadap RX

Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui respon pemancar terhadap penerima apabila penerima digeser dengan sudut tertentu terhadap pemancar.

Tabel 1. Pengujian Respon 1

Sudut (°)	Hasil Pengujian
0	Sukses
5	Sukses
10	Sukses
15	Sukses
20	Sukses
25	Sukses
30	Sukses
35	Sukses
40	gagal
50	gagal

Tabel 2. Pengujian respon 2

Sudut (°)	Hasil Pengujian
0	Sukses
-5	Sukses
-10	Sukses
-15	Sukses
-20	Sukses
-25	Sukses
-30	Sukses
-35	Sukses
-40	gagal
-50	gagal

Panel akan mengirimkan sejumlah data yang akan diterima oleh *remote*, kemudian *remote* akan memberikan *acknowledge* berupa data yang dikirimkan kembali kepada *panel*. Apabila data yang diterima *panel* sama dengan data yang dikirimkan berarti data valid. Berdasarkan hasil pengujian di atas, hasil pengujian “Sukses” berarti data yang diterima *remote* (RX) bernilai sama dengan data pada yang dipancarkan oleh panel (TX) sehingga dapat disimpulkan transmisi data diterima dengan baik. Sedangkan hasil pengujian “gagal” berarti sebaliknya yaitu proses transmisi gagal. Pengujian pada tabel 1 dilakukan dengan asumsi rangkaian RX digeser ke kanan (bernilai positif). Sedangkan pengujian pada tabel 2 dilakukan dengan asumsi rangkaian RX digeser ke kiri (bernilai negatif). Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil yang sama bahwa yaitu sudut maksimum yang dapat dicapai sebesar 40°. Pengujian dilakukan pada jarak 6 meter dan dilakukan pada siang hari dengan intensitas matahari. Apabila jarak pengukuran lebih dari 6 meter didapatkan hasil yang kurang memuaskan.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian software transmisi data. Hasil pengujian terhadap software rangkaian *remote*/penerima maupun rangkaian panel/pemancar dapat digunakan dengan baik.

7. Kesimpulan

1. Rangkaian penerima (*remote*) maupun pemancar (*panel*) dapat digunakan pada saat siang hari dengan adanya intensitas matahari.
2. Sudut maksimum antara penerima dan pemancar yang dapat diperoleh sebesar 40° dengan jarak maksimum 6 meter.
3. Penempatan sensor panel maupun sensor *remote* yang terhalang sebuah benda menyebabkan transmisi data terganggu.
4. Pada penelitian ini tingkat kesulitan lebih ditekankan pada proses transmisi data menggunakan media *infra merah*.
5. Penggunaan media RF juga dapat dipertimbangkan sebagai pengganti media *infra red* dan diharapkan hasil yang lebih baik.
6. Penggunaan *infra red* sebagai media transmisi data tidak mencapai hasil yang maksimum pada kondisi siang hari dengan terik matahari.

Daftar Pustaka

- [1] Pranta, Anthony. Pemrograman Borland Delphi. Yogyakarta: Andi, 2001.
- [2] Rigned, John S. "Solenoid Physics." Macmillan Encyclopedia of Physics: 1996. Barry. 2 Juni 2002. <<http://www.oz.net/>>.
- [3] Yerelan, Sencer. Programming and Interfacing the 8051 Microcontroller. Addison-Wesley Publishing Company, 1995.