

**KWH METER DENGAN HISTORY MANAGEMENT BERBASIS
MIKROKONTROLER**
KWH METER WITH BASED MICROCONTROLLER HISTORY MANAGEMENT
Febry Anugrah Ramadhany Susanto¹, Mohamad Ramdhani², Estananto³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ferbyanugrah@students.telkomuniversity.ac.id, ²mohamadramdhani@telkomuniversity.ac.id,

³estananto@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan primer bagi masyarakat Indonesia, dimana dapat dibuktikan dengan semakin banyak alat penunjang aktifitas manusia yang menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, permintaan kebutuhan listrik akan terus meningkat. PT. PLN (Persero) sebagai satu-satunya lembaga pemerintah yang menangani kelistrikan, dituntut untuk dapat menjamin ketercukupan pasokan listrik yang dibutuhkan. Pada tahun 2010 PT. PLN (Persero) memfasilitasi masyarakat untuk mendapatkan kebutuhan listrik, menggunakan layanan listrik prabayar untuk menyalurkan listrik ke bangunan-bangunan milik konsumennya. Layanan listrik prabayar adalah layanan dimana konsumen membeli voucher listrik yang dijual oleh pihak PT. PLN (Persero) terlebih dahulu lalu menggunakan energi listrik sesuai dengan nominal yang dibeli.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat KWh meter yang dimiliki oleh pihak PT. PLN (Persero) saat ini. KWh meter ini menggunakan sumber AC dari PT. PLN (Persero) sebagai sumber tegangannya, arduino sebagai mikrokontroler, serta sensor tegangan dan sensor arus untuk mengetahui nilai wattnya. Untuk melakukan switching digunakan relay 1 kanal.

Sistem KWh meter bekerja mengidentifikasi nilai tegangan dan nilai arus yang dikeluarkan oleh sensor, nilai tersebut digunakan untuk menghitung energi listrik yang digunakan oleh pengguna. Penggunaan energi listrik akan secara otomatis mengurangi pulsa yang dimiliki oleh pengguna KWh meter ini. Dari hasil total pemakaian energi listrik per hari tersebut, data direkam dan disimpan pada kartu memori agar dapat di lihat oleh pengguna di lain waktu.

Kata Kunci : KWh meter, Switching

Abstract

Electric Energy is primary needs for Indonesia people, it could be proved by the development of tools, appliances, and devices that use electric as it energy source. By the growth of population, demand of electric energy needs always increasing. PT. PLN (persero) is the one that handle of electric energy needs owned by government, responsible to supply the electric energy needs. In the year of 2010 PT. PLN (persero) facilitate people to get their electric energy needs by using prepaid voucher service to supply the electric energy for their consumer. Prepaid voucher service allow user to buy the voucher at the store that selected by PLN then use the electric energy as much as the voucher amount they paid.

This final project use to develop KWh Meter device that owned by PT. PLN (persero) now. The KWh Meter used AC current from PLN as the source, arduino as microcontroller, and voltage and current sensor to find out value of watts. 1 channel relay used for switching.

The KWh meter system works to identify the value of the voltage and current value released by the sensor, the value used to calculate the electrical energy used by the user. The use of electrical energy will automatically reduce the pulses held by users of this KWh meter. From the total electrical energy consumption per day, the data is recorded and stored on the memory card to be viewed by the user at a later time.

Keywords : KWh meter, Switching,

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan primer bagi masyarakat Indonesia, di mana dapat dibuktikan dengan semakin banyak alat penunjang aktifitas manusia yang menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Di sisi lain

energi listrik merupakan bentuk energi yang berperan penting dalam kemajuan peradaban manusia khususnya di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Di Indonesia sendiri satu-satunya pemasok listrik negara adalah PT. PLN (Persero).

PT. PLN (Persero) dituntut untuk dapat menjamin ketercukupan pasokan listrik yang dibutuhkan oleh masyarakat. Pada tahun 2010 PT. PLN (Persero) memfasilitasi masyarakat untuk mendapatkan kebutuhan listrik, menggunakan layanan listrik Prabayar untuk menyalurkan listrik ke bangunan-bangunan milik konsumennya. Layanan listrik Prabayar adalah layanan di mana konsumen dapat mengendalikan pemakaian listrik sendiri. Sistem listrik Prabayar menggunakan KWh meter untuk mengetahui jumlah energi listrik yang dikonsumsi pelanggan. KWh meter menghitung jumlah penggunaan energi listrik konsumen dengan sistem Prabayar token dan listrik akan padam jika token habis.

Layanan listrik Prabayar memiliki kelebihan di mana konsumen tidak perlu khawatir akan biaya keterlambatan serta pembelian dapat disesuaikan dengan kemampuan, namun layanan listrik Prabayar masih memiliki beberapa kelemahan yaitu konsumen harus mengingat pembelian pulsa listrik, listrik dapat sewaktu-waktu mati karena pulsa habis dan tidak dapat melihat rekaman jejak pemakaian listrik per harinya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada perancangan alat kali ini penulis ingin membuat KWh meter digital yang dapat menyimpan data jejak pemakaian listrik serta memberi estimasi sisa jangka waktu pemakaian listrik hingga mati, yang dilihat dari rata-rata pemakaian listrik setiap harinya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Kilo Watt Hour (KWH)

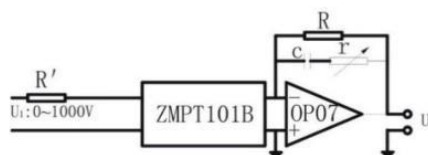
Kilo Watt Hour (KWh) meter digital adalah suatu alat yang digunakan pihak Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk menghitung pemakaian daya dan waktu pemakaian energi listrik konsumen. Masyarakat Indonesia memiliki beberapa jenis KWh meter yaitu KWh meter analog dan KWh meter digital pulsa. Prinsip kerja dari KWh meter analog menggunakan metode induksi medan magnet yang dimana menggerakkan medan piringan aluminium menggunakan medan magnet tersebut, lalu putaran dari piringan akan menggerakkan counter digit sebagai tampilan jumlah KWhnya. Untuk prinsip kerja dari KWh meter digital menggunakan program yang dirancang pada mikroprosesor pada piranti KWh meter digital untuk mengukur pemakaian energi atau jumlah pemakaian daya dalam satuan waktu. KWh meter digital pulsa Prabayar adalah suatu alat yang dikembangkan dari KWh meter digital sebelumnya, di mana terletak perbedaannya pada sistem pembayaran yang menggunakan pulsa Prabayar.

2.2. Logging Data

Logging data (data logging) adalah suatu proses pengumpulan dan perekaman data secara otomatis dari sensor yang bertujuan untuk keperluan pemeliharaan ataupun review data sebelum dan sesudah kejadian. Sensor dipergunakan untuk mengkonversi suatu besaran fisik menjadi sinyal listrik yang dapat diukur secara otomatis dan diolah oleh komputer atau mikroprosesor. Logging data dapat dilakukan melalui perangkat data logger (perekam data). Data logger adalah suatu alat elektronika yang mencatat dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen di dalamnya maupun eksternal sensor dan instrumen.

2.3. Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang digunakan pada penelitian untuk mengukur tegangan AC adalah sensor tegangan ZMPT101B. Sensor ZMPT101B digunakan untuk mengukur tegangan listrik AC 1 fasa, pada sensor tersebut telah dilengkapi dengan micro voltage transformer yang memiliki kelebihan dalam tingkat akurasi pengukuran tegangan. Berikut gambar 2-1 adalah rangkaian pada sensor tegangan ZMPT101B di mana U_1 tegangan yang diukur sedangkan U_2 adalah keluaran dari sensor tegangan.



Gambar 2-1. Rangkaian Sensor ZMPT101B

Sensor tegangan ini dapat mengukur tegangan AC dengan tegangan maksimum adalah 1000VAC. Prinsip kerja dari sensor tegangan ini adalah dengan cara mengambil satu kali penyampelan [3]. Untuk satu kali lup penyampelan dilakukan dengan membaca nilai kedua kutub tegangan AC (bipolar), kutub negatif (-) dan kutub positif (+), pada persamaan 2.1:

$$U_{max} = (\text{peak voltage}) / (\sqrt{2}) \quad (2.1)$$

Untuk satu kali looping penyampelan dilakukan dengan membaca satu kutub tegangan AC (unipolar) kutub positif (+), pada persamaan 2.2:

$$U_{max} = (\text{peak voltage}) / (2\sqrt{2}) \quad (2.2)$$

U_{max} adalah nilai tegangan maksimum yang akan terukur pada mikrokontroler dengan asumsi untuk nilai tegangan referensi 5 Volt, pada persamaan 2.3:

$$U_{max} = 5 \text{ volt} / (\sqrt{2}) \quad (2.3)$$

2.4. Sensor Arus

Sensor arus adalah suatu perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC), yang menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan dari sensor arus dapat berupa tegangan atau arus analog dan dapat pula menghasilkan tegangan atau arus digital. Pengaplikasian sensor memberdayakan interaksi arus dan medan magnet. Sensor arus yang sering digunakan adalah Sensor Efek Hall (Hall Effect Sensor). Sensor Efek Hall adalah suatu jenis komponen transduser yang mampu mengubah informasi magnetik menjadi sinyal listrik untuk pemrosesan rangkaian elektronik selanjutnya. Sensor Efek Hall dapat mendeteksi arus (current), kedekatan (proximity), posisi (position), kecepatan (speed), dan mendeteksi pergerakan arah (directional). Sensor ini merupakan perangkat atau komponen yang didasarkan pada interaksi antara muatan listrik yang bergerak dan medan magnet luar. Muatan listrik yang bergerak adalah muatan listrik elektron, ketika elektron bergerak melalui medan magnet, gaya yang bekerja pada muatan tersebut dinyatakan dalam:

$$F = qv \times B \quad (2.4)$$

Keterangan:

F = gaya Lorentz (N)

q = $1,6 \times 10^{-19}$ C adalah muatan listrik elektron (C)

v = kecepatan magnetik (T)

B = kuat medan magnet dalam Wb/m² atau tesla (T)

1 Tesla = 1 Newton/(Ampere meter) = 10⁴ Gauss

Medan magnet memiliki dua karakteristik penting yaitu densitas flux (flux density) dan kutub (polarity). Sinyal masukan (input) dari Sensor Efek Hall adalah densitas medan magnet di sekitar sensor tersebut, bila densitas magnet melebihi batas ambang yang ditentukan maka sensor akan mendeteksi dan menghasilkan tegangan keluaran (output) yang disebut dengan Tegangan Hall (VH).

$$V_H = h i B \sin \alpha \quad (2.5)$$

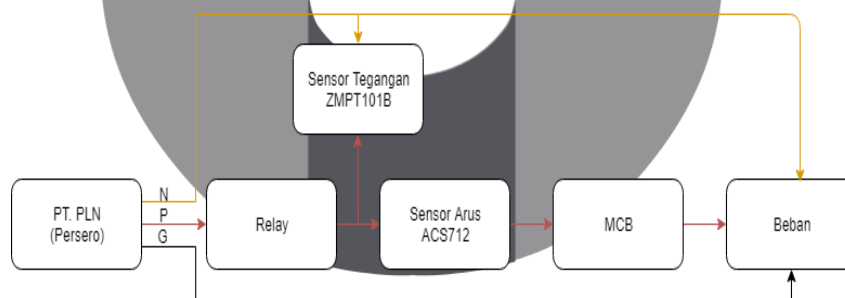
Keterangan:

V_H = Tegangan Hall (V)

h = koefesien sensitivitas (bergantung pada bahan, geometri, dan suhu)

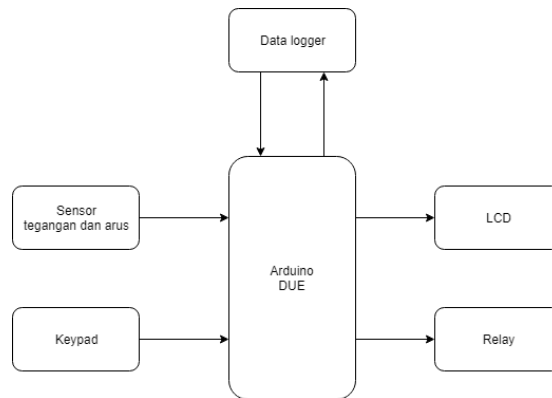
α = sudut antara vektor medan magnet dan plat Hall

3. Perancang Sistem



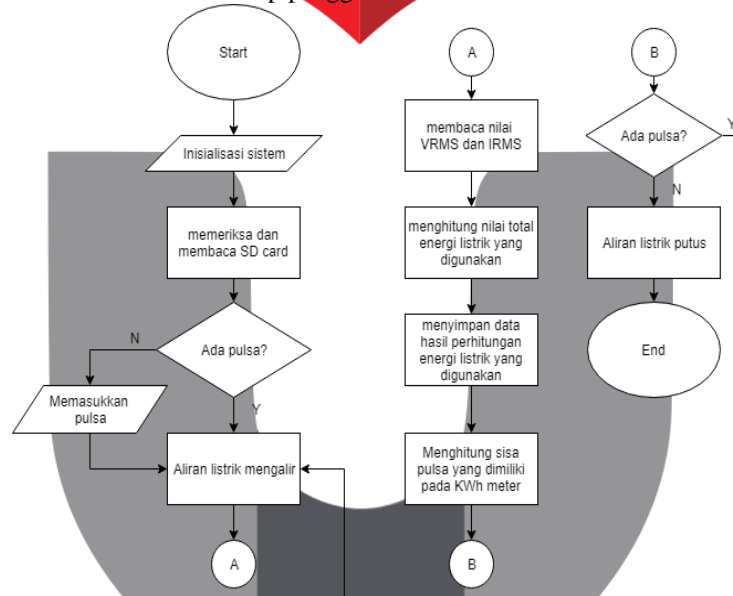
Gambar 3-1. Diagram blok daya

Gambar 3-1 merupakan gambar diagram blok daya dan gambar 3-2 merupakan diagram blok data. Pada gambar 3-1 dapat dijabarkan sebagai berikut, rangkaian menggunakan input berupa tegangan listrik dari PT. PLN (Persero), lalu relay akan melakukan switching jika pulsa pada KWh meter di masukkan pada program untuk dapat mengalir listrik ke beban. Sensor tegangan ZMPT101B di pasang paralel pada rangkaian untuk mengukur nilai tegangan sedangkan sensor arus ACS712 di pasang seri pada rangkaian untuk mengukur nilai arus, dari sensor arus ACS712 di lanjutkan ke MCB 6A yang berfungsi untuk batas maksimal ampere pada beban yang digunakan, MCB akan memutuskan tegangan listrik jika beban yang digunakan lebih dari 6A.



Gambar 3- 2. Diagram blok data

Pada gambar 3-2 dapat dijabarkan sebagai berikut, pengguna memasukkan pulsa yang diinginkan melalui keypad, lalu arduino due akan memproses nominal pulsa yang dimasukkan untuk menjadi pulsa KWh dan menjalankan relay agar dapat mengalir listrik. Setelah aliran listrik mengalir, sensor tegangan ZMPT101B dan sensor arus ACS712 akan memberikan nilai tegangan dan arus kepada arduino due untuk menghitung energi listrik yang digunakan oleh pengguna, nilai energi listrik tersebut akan dikurangi dengan pulsa KWh ada. Jika pulsa pada KWh meter habis maka arduino due akan menggerakkan relay agar memutus aliran listrik. Data logger berfungsi untuk menyimpan data pemakaian energi listrik pengguna dan memberikan informasi data pemakaian energi listrik pengguna yang telah tersimpan pada kartu memori data logger tersebut. LCD berfungsi sebagai antarmuka sistem terhadap pengguna.



Gambar III- 10. Diagram Alir Sistem

Pada gambar III - 10 menjelaskan keseluruhan sistem. Kondisi awal sistem akan memeriksa pulsa dan data yang ada pada SD card terlebih dahulu. Bila tidak ada pulsa, relay tidak bekerja untuk mengalir listrik. Setelah pengguna memasukkan pulsa maka relay bekerja untuk mengalir listrik. Sensor tegangan dan sensor arus akan membaca nilai arus dan tegangan yang mengalir, lalu nilai kedua sensor tersebut diolah oleh sistem untuk menghasilkan nilai energi listrik yang digunakan oleh pengguna. Nilai energi tersebut akan di simpan pada SD card data logger lalu secara otomatis akan mengurangi dari pulsa KWh meter yang dimiliki oleh pengguna. Apa bila pulsa yang dimiliki masih ada maka sistem akan terus membaca pemakaian energi listrik, serta menyimpan data pemakaian energi listrik dan mengakumulasi dengan sisa pulsa yang ada. Namun bila pulsa pada KWh meter tersebut habis, maka relay akan kembali memutus aliran listrik dari sumber PT. PLN (Persero).

4. Pembacaan Hasil

Penelitian ini membahas mengenai hasil pengujian dan analisis pada sistem yang telah dibuat yaitu KWh meter dengan histori manajemen berbasis mikrokontroler. Dilakukannya pengujian ini untuk mengetahui keberhasilan dari alat serta berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Sistem diuji berdasarkan beberapa tahap yang dilakukan terhadap sistem KWh meter yang telah dibuat. Pengujian tersebut meliputi:

1. Pengujian watt yang digunakan
2. Pengujian pengurangan pulsa terhadap beban yang digunakan
3. Pengujian penyimpanan data pemakaian KWh (kilo watt hours) per hari

Tabel 4-1. Pengujian pembacaan watt

No	Beban (W)			Watt pada KWh Meter (Watt)	Watt pada alat ukur Watt meter (Watt)	Nilai Error (%)
	Laptop	Setrika	Lampu Led			
1	Nyala	Mati	Nyala	40,6	41	0,975
2	Nyala	Mati	Nyala	40,5	41	1,219
3	Nyala	Mati	Nyala	42,1	38	10,789
4	Nyala	Mati	Nyala	42,6	40	6,5
5	Nyala	Mati	Nyala	42,8	43	0,465
6	Mati	Nyala	Nyala	297,7	296	0,574
7	Mati	Nyala	Nyala	299	304	1,644
8	Mati	Nyala	Nyala	295,2	300	1,6
9	Mati	Nyala	Nyala	298,4	302	1,192
10	Mati	Nyala	Nyala	297,9	302	1,357
11	Nyala	Nyala	Nyala	390,1	365	6,876
12	Nyala	Nyala	Nyala	389,2	365	6,63
13	Nyala	Nyala	Nyala	388,7	366	6,202
14	Nyala	Nyala	Nyala	382,8	368	4,021
15	Nyala	Nyala	Nyala	380,1	368	3,288
Total nilai error						53,332
Rata-rata nilai error						3,555

Pada tabel 4-1 adalah hasil dari pengujian keseluruhan sistem yaitu keluaran nilai daya yang dihasilkan oleh sistem. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan mengubah-ubah pemakaian beban. Beban yang digunakan berupa lampu led, setrika, dan laptop. Perhitungan error pada pengujian yang tertera di dalam tabel 4-1. didapatkan menggunakan persamaan 4.1:

$$\text{Nilai Error} = \left| \frac{\text{Nilai Acuan} - \text{Percobaan}}{\text{Nilai Acuan}} \right| \cdot 100\% \quad (4.1)$$

Setelah mendapatkan nilai error di setiap waktu percobaan di atas, maka dapat dihitung nilai error rata-rata dari setiap pengujian menggunakan persamaan 4.2

$$\text{Error rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai error}}{\text{Banyak error terjadi}} \quad (4.2)$$

Maka, ditemukan hasil nilai error yang di dapat dari nilai akurasi prototipe KWh meter digital bila di bandingkan dengan wattmeter adalah sebesar 3,555 %.

Tabel 4-2. Pengujian Pengurangan Pulsa Terhadap Beban Yang Digunakan.

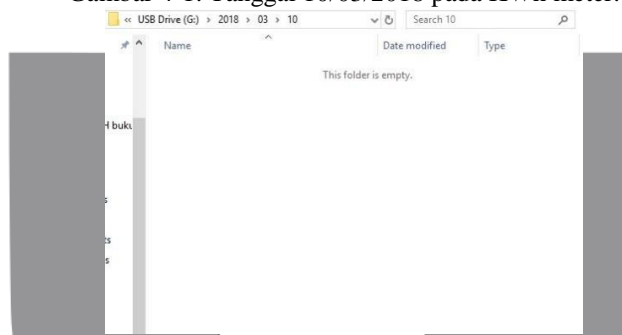
No.	Durasi waktu (menit)	Beban			Pulsa awal (KWh)	Sisa pulsa (KWh)	Pulsa yang berkurang (KWh)
		Lampu	Setrika	Laptop			
1	44.30	Nyala	Mati	Nyala	09,63	09,59	0,04
2	44.30	Nyala	Nyala	Nyala	09,59	09,45	0,14

3	44.30	Mati	Mati	Nyala	09,45	09,42	0,03
4	44.30	Mati	Nyala	Nyala	09,42	09,28	0,12
5	44.30	Mati	Nyala	Mati	09.28	09,18	0,11

Pada tabel 4-2 diketahui bahwa pemakaian pulsa pengguna selama 44 menit 30 detik dengan beban yang bervariasi dapat mengurangi pulsa yang ada pada KWh meter. Pulsa yang berkurang didapatkan dari total pemakaian Wh (Watt Hours) per jamnya, sesuai dengan beban yang dinyalakan lalu di konfersikan ke KWh (Kilo Watt Hours). Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa pengurangan pulsa terhadap beban yang digunakan pada KWh meter dapat berjalan sesuai fungsinya. Terakhir dilakukan pengujian penyimpanan data KWh (kilo watt hours) per hari untuk mengetahui data histori pemakaian pengguna, di mana hasil dari pengujian penyimpanan data KWh (kilo watt hours) per harinya akan ditampilkan dalam bentuk gambar di setiap tanggalnya:

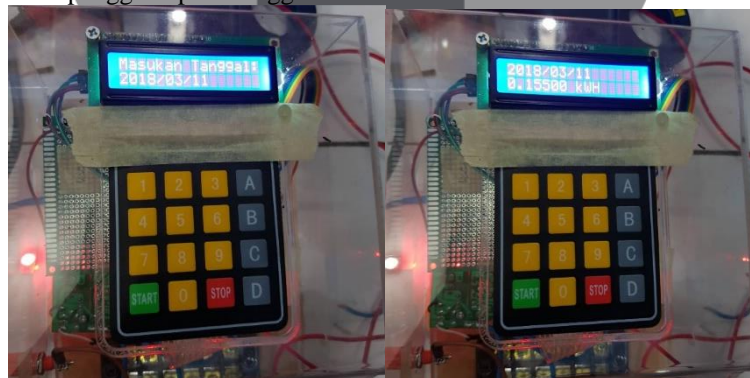


Gambar 4-1. Tanggal 10/03/2018 pada KWh meter.

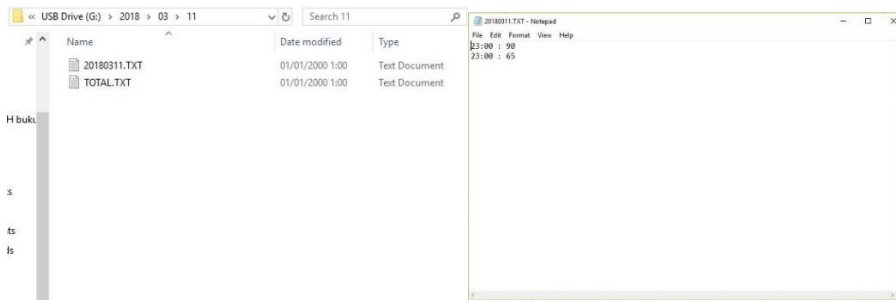


Gambar 4-2. Tanggal 10/03/2018 pada laptop.

Pada tampilan KWh meter tertulis "Error/not found" dikarenakan pada SD card tidak terdapat penyimpanan data KWh pengguna pada tanggal tersebut.



Gambar 4-3. Tanggal 11/03/2018 pada KWh meter.

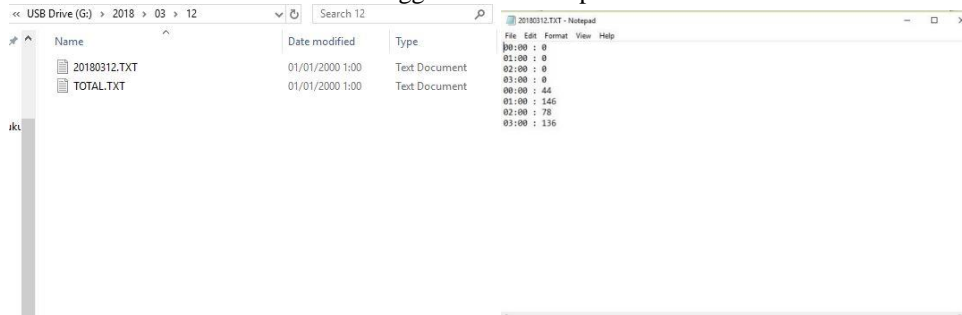


Gambar 4-4. Tanggal 11/03/2018 pada laptop.

Pada tampilan KWh meter tertulis total pemakaian KWh selama sehari dikarenakan pada SD card menyimpan pemakaian KWh pengguna pada tanggal 11/03/2018.



Gambar 4-5. Tanggal 12/03/2018 pada KWh meter.



Gambar 4-6. Tanggal 12/03/2018 pada laptop.

Pada tampilan KWh meter tertulis total pemakaian KWh selama sehari dikarenakan pada SD card menyimpan pemakaian KWh pengguna pada tanggal 12/03/2018.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang sudah dilakukan dari KWh meter dengan history management berbasis mikrokontroler, maka dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Tingkat ketelitian KWh meter dapat mendeteksi watt pada beban pengguna dengan tingkat error 3,555 %.
2. KWh meter dapat mengoperasikan pengurangan pulsa listrik terhadap energi listrik yang digunakan oleh pengguna.
3. Pengguna perangkat ini dapat mengetahui pemakaian energi listrik pada tanggal-tanggal sebelumnya melalui sistem penyimpanan dari KWh meter digital ini.

6. Saran

Berikut ini beberapa saran yang dapat diberikan :

1. Sebaiknya beban yang digunakan lebih dari 3 macam.
2. Sebaiknya dalam rancangan rangkaian KWh meter digital ini dibuat dalam satu board agar lebih rapi.
3. Sebaiknya sensor arus menggunakan ukuran yang lebih kecil dalam pembacaan arusnya, karena semakin kecil pembacaannya maka keakuratan sensor semakin tinggi.

Daftar Pustaka:

- [1] G. J. Lipovski, "Introduction to Microcontrollers," *Intro. to Microcontrollers*, pp. 379–414, 2004.

- [2] <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoDue> [Accessed 14 Januari 2018].
- [3] ----,ZMPT101B (ZMPT107) voltage transformer operating guide,----
- [4] Kho, D. (2017). Pengertian Sensor Efek Hall (Hall Effect Sensor) dan Prinsip Kerjanya. Dipetik Oktober 20, 2017, dari Teknik Elektronika: <http://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-efek-hall-hall-effect-sensor-prinsip-kerja-efek-hall/>
- [5] Rakhman, A. (2017). Tugas Akhir. Rancang Bangun Sistem Pengontrolan Beban Pada DC Power House.
- [6] Texas Instruments, "PCF8574 Remote 8-Bit I/O Expander for I2C Bus," PCF8574 datasheet, July. 2001 [Revised March. 2015].

