

DESAIN DAN IMPLEMENTASI PEMANTAUAN JARAK JAUH PADA SISTEM HIBRID PLTMH - PLTS UMM BERBASIS WEB

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF REMOTE MONITORING SYSTEM HYBRID PLTMH - WEB BASED PLTS UMM

Machmud Effendy
Jurusan Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144
machmudeffendy@yahoo.com

Abstrak

PLTMH dan PLTS yang berlokasi di UMM telah memiliki alat pencatat data kelistrikan, namun masih belum dapat diakses dari jarak jauh melalui web. Sehingga untuk mengetahui perubahan data kelistrikan, operator atau manajemen harus datang ke lokasi pembangkit. Untuk mengatasi hal ini, dibuat sebuah perangkat untuk mengakses data kelistrikan pembangkit melalui web. Perangkat ini terdiri dari perangkat keras antara lain: *power meter* (PM) *Conzerv* sebagai sensor data kelistrikan, Server sebagai penyimpan program dan data, dan converter RS485 to RS232 sebagai penyambung data port PM dengan port Server. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan antara lain: program XAMPP berfungsi untuk layanan web server, database MySQL, PHP, program Delphi berfungsi sebagai interface port RS232 dengan RS485, dan program Bind sebagai layanan domain. Media komunikasi yang digunakan adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi 2,4 GHz (*wifi*). Dari hasil pengujian, didapatkan waktu tunda dalam mengirim data kelistrikan dalam bentuk digital sebesar 128 bytes dengan jarak 4 km sebesar 5,212 milidetik, sedangkan *Signal to Noise Ratio* pada sistem *wifi* sebesar 74 dB. Sistem pengukuran jarak-jauh ini telah diimplementasikan pada PLTMH dan PLTS Universitas Muhammadiyah Malang dengan kapasitas daya terbangkit rata-rata sekitar 70 kW untuk PLTMH dan 2 kW untuk PLTS, dimana jarak rumah pembangkit dengan lokasi kampus sekitar 4 km.

Kata Kunci: Pemantauan jarak jauh, PLTMH, PLTS, UMM

Abstract

MHPP and Solar Power located at UMM has had electrical data recording device, but it could not be accessed remotely via the web. To know the electrical data changes, an operator had to come to the plant site. It was needed to make a device for generating electricity data access via web. This device consists of hardware such as: power meter (PM) Conzerv as electrical sensor, Server as the storage of programs and data, and a RS485 to RS232 converter to connect PM with data Server port. While the software includes: XAMPP program which works for web services server, MySQL database, PHP, Delphi program which serves as a RS232 port with RS485 interface, and Bind program which serves as a domain. Communication media used are electromagnetic waves with a frequency of 2.4 GHz (wifi). From the test the following results were obtained: a delay in sending the 128 bytes data in the form of digital electricity with a distance of 4 km is 5.212 milliseconds, and Signal to Noise Ratio magnitude of the wifi system is 74 dB. The remote measurement system has been implemented to the MHP and solar power at Muhammadiyah University of Malang with a power capacity about 70 kW for MHP and 2 kW for solar power, where the distance between the power house and the campus is about 4 miles.

Keywords: Remote monitoring, MHPP, Solar Power, UMM

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dibangunnya PLTMH dan PLTS UMM merupakan hasil bentuk kerjasama antara UMM dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Energi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. PLTMH UMM yang mempunyai kapasitas daya listrik sebesar 200 kW mulai dioperasikan pada tahun 2007, sedangkan PLTS dengan kapasitas terbangkit sebesar 2 kW baru dioperasikan pada tahun 2009. Kedua sumber energi tersebut telah di interkoneksi dengan sumber listrik PLN.

Pada saat pertama dioperasikan, PLTMH dan PLTS UMM belum mempunyai *data logger* (pencatat data) kelistrikan, sehingga pencatatan data kelistrikan dilakukan oleh operator setiap jam. Sehingga dibutuhkan kedisiplinan operator untuk selalu mencatat perubahan data kelistrikan PLTMH dan PLTS. Kemudian pada tahun 2010, Machmud¹⁾ melalui sebuah penelitiannya membuat sebuah data logger untuk PLTMH UMM. Namun, data logger yang dibuat tidak dapat dipantau melalui web (internet). Sehingga untuk dapat melihat hasil pengukuran kelistrikan yang terkini (*up to date*) harus datang ke lokasi PLTM dan PLTS. Disamping itu, alat ukur yang dihasilkan memiliki prosentase kesalahan sampai dengan 3.8%.

Perekaman data kelistrikan diperlukan manajemen untuk memantau perubahan data kelistrikan PLTMH – PLTS, sehingga dapat digunakan untuk kepentingan manajemen

distribusi kelistrikan, mengetahui perilaku variabel kelistrikan, dan optimalisasi pelayanan pelanggan.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu dibuat sebuah alat pemantau kelistrikan jarak jauh yang dapat diakses melalui website, dengan menggunakan alat ukur yang lebih presisi.

Tujuan

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan sebuah alat pemantau data kelistrikan (tegangan, arus, daya, faktor daya, dan frekuensi) PLTMH – PLTS UMM berbasis web.
2. Membantu pengelola PLTMH-PLTS UMM dalam menghasilkan data kelistrikan yang *up to date* dan *real time*, dan dapat diakses dari jarak jauh melalui website.

METODOLOGI

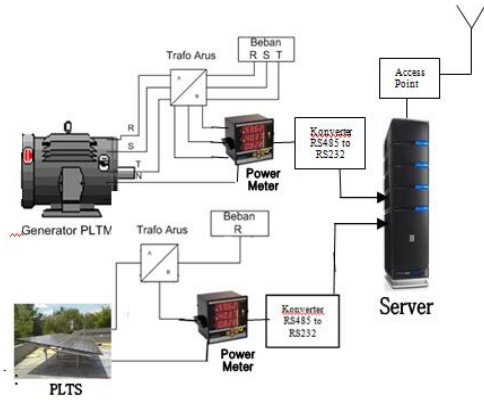
Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di lokasi PLTMH dan PLTS Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian sudah dilakukan pada tahun 2011, dan sampai sekarang, alat pemantau jarak jauh masih digunakan dan dapat diakses dengan alamat website p3energi.umm.ac.id.

Spesifikasi Perancangan

Alat pemantau jarak jauh PLTMH-PLTS UMM memiliki 2 komponen utama, yaitu komponen hardware dan komponen software. Komponen hardware dapat digambarkan dalam diagram blok dibawah ini:

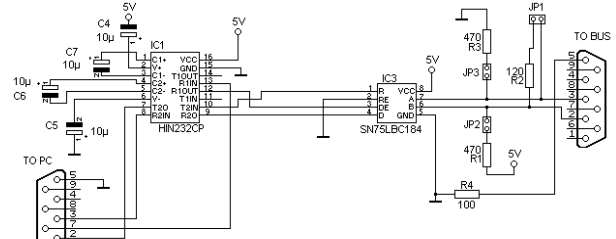
Desain Dan Implementasi Pemantauan Jarak Jauh
Pada Sistem Hibrid PLTMH – PLTS UMM Berbasis Web



Gambar 1. Diagram Blok Alat

Dari gambar 1 dapat dijelaskan bahwa data listrik seperti arus, tegangan, frekuensi, faktor daya dan daya dari generator PLTMh dan PLTS diukur menggunakan sebuah *powermeter* (PM). Apabila arus yang diukur melebihi 5 Ampere, maka diperlukan trafo arus agar *power meter* tidak mengalami kerusakan saat mengukur arus lebih dari 5 Ampere. Data kelistrikan PLTMH dan PLTS yang berupa sinyal analog di ubah oleh ADC (*Analog To Digital Converter*) menjadi data digital, dimana perangkat ADC ini sudah terintegrasi dengan PM.

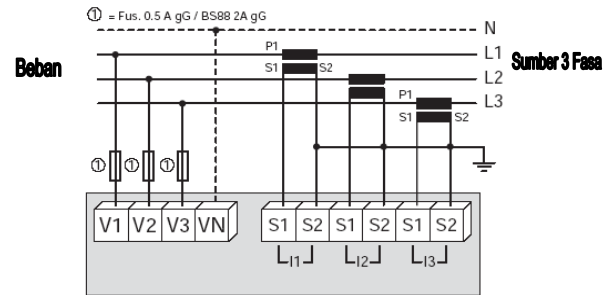
Sehingga keluaran dari PM sudah dalam bentuk data digital. Karena data port keluaran PM tidak sama dengan data port masukan dari server, maka diperlukan sebuah alat untuk mengkonversi data dari port RS485 milik PM ke port RS232 milik server²⁾. Alat konversi ini terdiri dari dua komponen utama yaitu: IC HN232CP dan IC SN75184 Berikut ini adalah rangkaian lengkap konverter RS485 to RS232.



Gambar 2. Rangkaian Konverter RS485 to RS232

Dari server, data diolah dan dipancarkan ke internet melalui sebuah access point dan antenna GRID.

Sedangkan hubungan *powermeter* dengan sumber tegangan dan beban dapat digambarkan pada diagram pengawatan di bawah ini:



Gambar 3. Diagram pengawatan *powermeter* dengan beban dan sumber tegangan
Komponen software yang digunakan dalam pembuatan alat ini antara lain:

1. Program XAMPP, program ini berfungsi untuk memberikan layanan web server, database MySQL, dan PHP.³⁾
2. Program Delphi⁴⁾, program ini digunakan untuk membaca interface port RS232 yang sudah berisi data digital dari Power Meter.
3. Program Bind⁵⁾, program ini berfungsi sebagai layanan untuk memberikan nama

domain, dalam penelitian ini, nama domain yang digunakan adalah p3energi.umm.ac.id

4. Sistem operasi Linux, program ini berfungsi untuk menyediakan layanan sistem pada komputer yang berbasis teks.

Teknik Pengambilan dan Pengiriman Data

Teknik pengambilan data dari PM menggunakan mode serial dimana data akan ditransfer ke server secara bergantian dengan kecepatan tertentu. Kemudian data hasil pengukuran *powermeter* ditransfer ke dalam komputer secara serial melalui port RS232 dengan kecepatan tertentu.

Berikut ini adalah hasil konversi datanya⁶⁾.

- Data V_{1-2} menjadi: 03 04 00 00 28 46 20 01
- Data V_{2-1} menjadi: 03 04 00 00 00 00 BF F3
- Data V_{3-1} menjadi: 03 04 00 00 27 FE 25 83
- Data V_1 menjadi: 03 04 00 00 51 E8 82 2D
- Data V_2 menjadi: 03 04 00 00 28 62 20 1A
- Data V_3 menjadi: 03 04 00 00 28 45 60 00
- Data I_1 menjadi: 03 04 00 00 00 53 FF CE
- Data I_2 menjadi: 03 04 00 00 00 00 BF F3
- Data I_3 menjadi: 03 04 00 00 00 50 BF CF
- Data P_1 menjadi: 03 04 00 00 00 73 FE 16
- Data P_2 menjadi : 03 04 00 00 00 00 BF F3
- Data P_3 menjadi: 03 04 00 00 00 00 CF F3
- Data frekuensi menjadi: 03 04 00 00 13 5E 33 3B
- Data faktor daya menjadi: 03 04 FF FF FD 56 7F 79
- Data P_{total} menjadi: 03 04 00 00 00 00 DF F3
- Data WH_{total} menjadi 03 04 00 00 00 00 EF F3

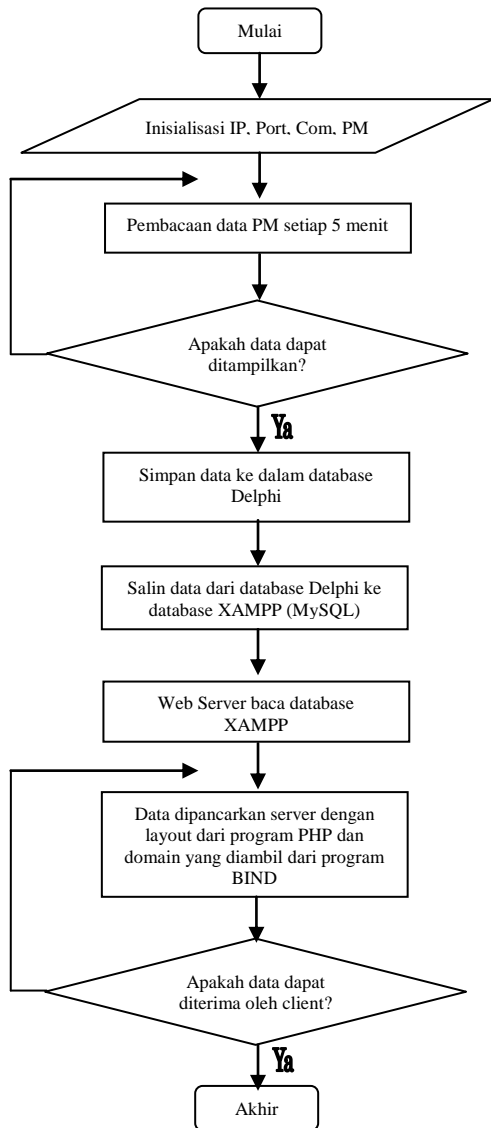
Masing-masing data diatas memiliki kapasitas 8 bytes. Karena kecepatan akses port serial RS232 diatur sebesar 9600 kbps (kilobytes per detik), maka kecepatan untuk mengambil setiap satu data adalah $(9600 \text{ kbps})/8 = 1200 \text{ kbps}$.

Untuk proses penyimpanan semua data ke dalam program, dilakukan secara periodik setiap 5 menit sekali.

Setelah data PLTMH dan PLTS dapat ditampilkan ke dalam server, selanjutnya data tersebut dipancarkan melalui gelombang radio dengan frekwensi pembawa 2.4 GHz pada channel 6. Modulasi yang digunakan dalam proses pengiriman data yaitu modulasi digital jenis FSK (*Frequency Shift Keying*). Dan sistem multiplexing yang digunakan adalah FDMA (*Frequency Divided Multiple Access*)⁷⁾.

Analisa Pemrograman

Program pertama yang akan bekerja adalah program Delphi, dimana program ini akan melakukan inisialisasi alamat IP, Port Serial (R232), dan PM. Kemudian dilanjutkan dengan pembacaan data di PM setiap 5 menit sekali sampai dengan data diterima oleh client, berikut ini adalah diagram alur pemrogramannya.



Gambar 4. Diagram Alur Pemrograman

Unjuk-Kerja Sistem.

Unjuk-kerja sistem secara keseluruhan dapat diukur dari parameter waktu tunda, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk mengirim data dari pemancar menuju ke penerima. Pengukuran ini menggunakan beberapa variabel antara lain: *Baudrate* (kecepatan data), *Bandwidth*, jumlah paket data, dan jarak

Parameter kedua untuk mengukur unjuk kerja sistem adalah besarnya *Signal to Noise*

Ratio dari jaringan komputer *wireless* yang digunakan. Dalam pengukuran SNR ini menggunakan program bantu yaitu *Net Stumbler*, program ini dapat mendeteksi adanya *access point* sekaligus mengukur besarnya SNR tiap-tiap *access point* dengan nama SSID yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem.

Setelah semua perangkat keras dan perangkat lunak dipasang, maka perlu diuji keseluruhan sistem dengan cara menggabungkan seluruh komponen antara lain: generator, PV, Power Meter, Konverter RS485 to RS232, Komputer Server, Access Point, Antenna, dan Komputer client. Setelah server dioperasikan dan client memasukkan alamat website p3energi.umm.ac.id, maka akan muncul layanan web seperti gambar dibawah ini.



Gambar 5. Menu Utama Program

Kemudian klik menu monitoring, dan akan muncul tampilan untuk memasukkan nama user dan password seperti dibawah ini.



Gambar 6. Menu Login

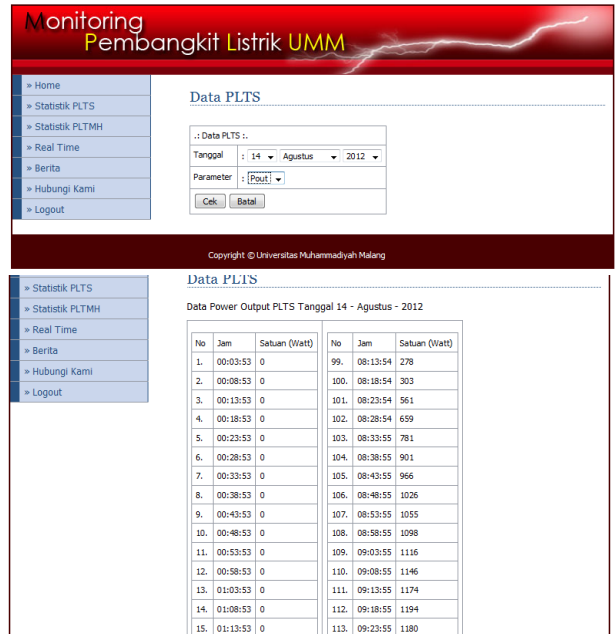
Apabila nama user dan password benar, maka akan muncul menu monitoring seperti dibawah ini.



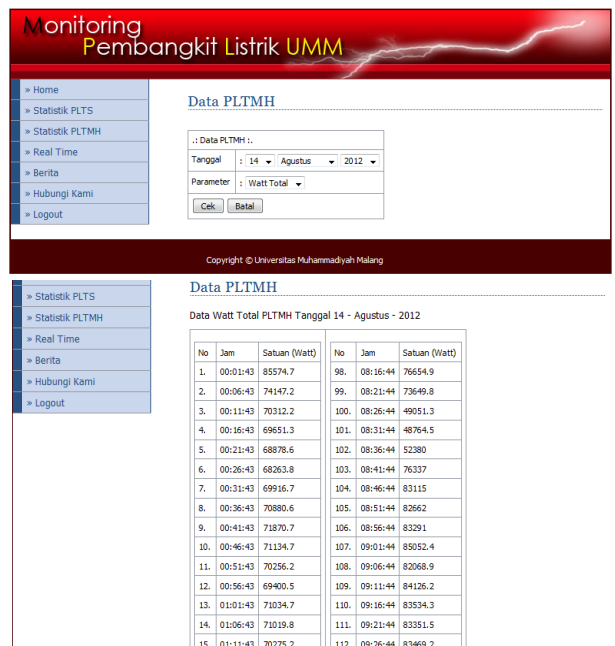
Gambar 7. Menu Monitoring

Dari gambar diatas terlihat bahwa terdapat beberapa sub menu yang penting antara lain:

- Sub menu Statistik PLTS dan PLTMH, menu ini akan menampilkan laporan data kelistrikan PLTS dan PLTMH pada tanggal yang diinginkan. Berikut ini adalah tampilan dari sub menu statistik PLTS dan PLTMH.



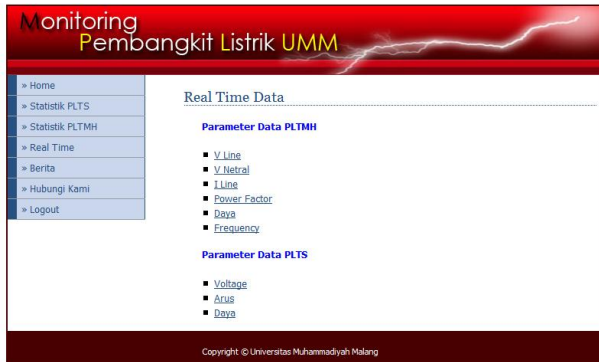
Gambar 8. Tampilan Statistik PLTS



Gambar 9. Tampilan Statistik PLTMH

- Sub menu Real Time, menu ini menampilkan kondisi terkini dari PLTS dan

PLTMH. Berikut ini adalah tampilan dari sub menu real time.



Gambar 10. Menu Real Time

dengan berapa besarnya waktu tunda pengiriman data untuk sampai ke penerima. Data yang akan dikirimkan pada pengukuran ini adalah data yang sudah diubah ke dalam ukuran *byte* oleh transduser. Masing-masing data memiliki kapasitas sebesar 8 *bytes*, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Dan jumlah total data yang dikirim pada setiap interval waktu tertentu adalah 128 *bytes* atau 1024 *bit*.

Untuk mengetahui besarnya waktu tunda, maka diperlukan informasi berapa jumlah data (dalam satuan bit) yang telah dikirim dan berapa *throughput* data (dalam satuan bit/detik). Seperti pada rumus yang telah disebutkan bahwa ⁸⁾:

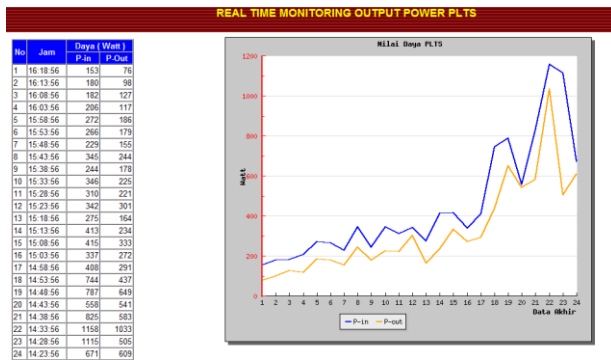
$$\text{Waktu Tunda} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Throughput}} \dots\dots\dots 1)$$

Sehingga diperlukan suatu program bantu yaitu: *IP-Traffic*, yang berfungsi untuk memasukkan data yang akan dikirim dan sekaligus mengetahui nilai *throughput* data ⁹⁾.

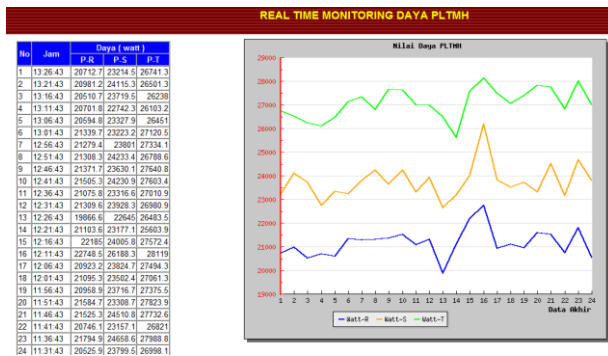
Dalam pengukuran waktu tunda ini menggunakan peralatan *access point* jenis *Link-Sys* yang mempunyai *transmit power* sebesar 15 dBm.

Data yang akan dikirim memiliki kapasitas masing-masing:

- Data I memiliki kapasitas 1024 *bit*.
- Data II memiliki kapasitas 64000 *bit*.
- Data III memiliki kapasitas 96000 *bit*.



Gambar 11. Real Time PLTS



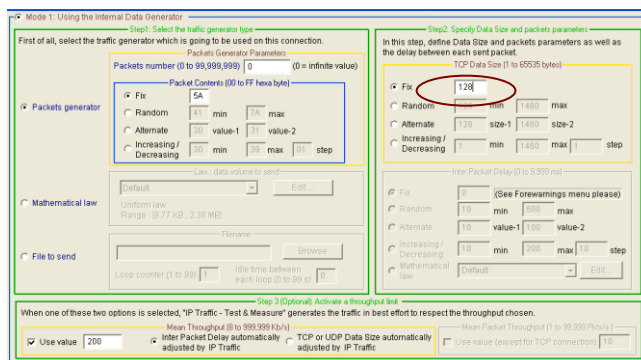
Gambar 12. Real Time PLTMH

Pengukuran Waktu Tunda

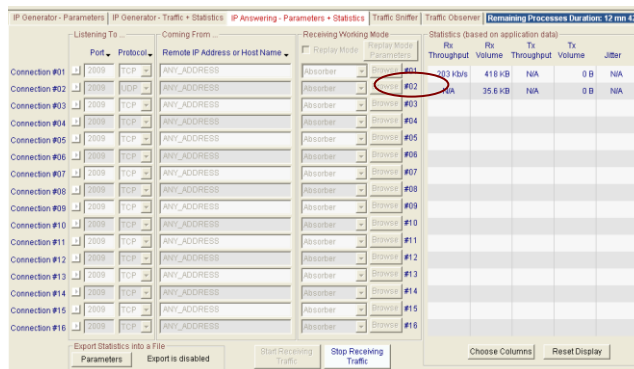
Salah satu unjuk kerja sistem (*performance*) dalam pengiriman data ditandai

Tabel 1. Hasil Pengukuran Waktu Tunda

Jarak (m)	Jumlah Data (bit)	Throughput (bps)	Waktu Tunda (mili detik)
10	1024	203000	5,0443
100	1024	203000	5,0443
200	1024	202000	5,0693
300	1024	201000	5,0945
400	1024	200000	5,12
500	1024	199000	5,1457
1000	1024	196000	5,2245
2000	1024	192000	5,3333
3000	1024	188000	5,4468
4000	1024	183000	5,5956
10	64000	225000	284,44
100	64000	225000	284,44
200	64000	224000	285,71
300	64000	223000	287
400	64000	222000	288,29
500	64000	221000	289,59
1000	64000	218000	293,58
2000	64000	214000	299,07
3000	64000	210000	304,76
4000	64000	205000	312,2
10	96000	247000	388,66
100	96000	247000	388,66
200	96000	246000	390,24
300	96000	245000	391,84
400	96000	244000	393,44
500	96000	243000	395,06
1000	96000	240000	400
2000	96000	236000	406,78
3000	96000	232000	413,79
4000	96000	227000	422,91

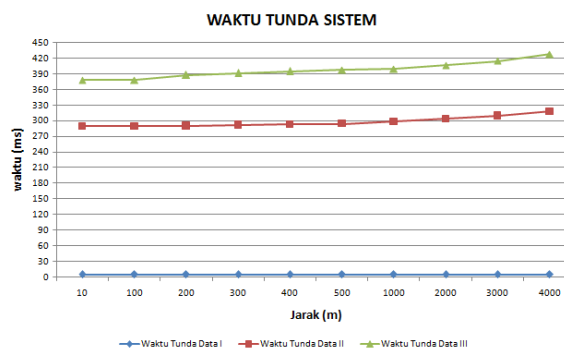


Gambar 13. Menu Memasukkan Jumlah Data Pada Program IP Traffic



Gambar 14. Menu Tampilan RX Throughput

Berdasarkan hasil pengukuran waktu tunda sistem menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data sejumlah 128 bytes dengan jarak antara 10 meter s/d 4000 meter adalah 5,212 milidetik.



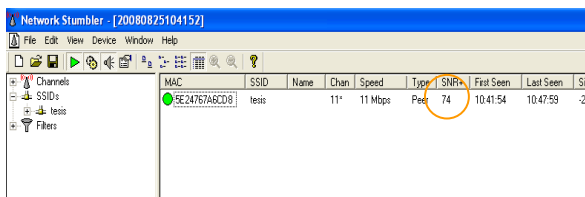
Gambar 15. Grafik Waktu Tunda Sistem

Berdasarkan grafik waktu tunda sistem diatas menunjukkan bahwa, waktu tunda komunikasi data jarak-jauh sangat dipengaruhi oleh banyaknya data yang akan dikirim. Sedangkan faktor jarak antara pemancar dan penerima tidak terlalu mempengaruhi waktu tunda sistem. Hal ini sesuai dengan rumus waktu tunda pada persamaan 1), dimana nilai waktu tunda hanya dipengaruhi oleh kapasitas data dan *throughput* .

Pengukuran SNR (*Signal to Noise Ratio*)

Unjuk-kerja dalam sistem komunikasi data juga di pengaruhi oleh besarnya SNR, dimana SNR merupakan selisih antara signal dengan noise¹⁰⁾. Untuk mengetahui besarnya SNR dalam suatu jaringan komunikasi data dipergunakan progam bantu yaitu: *Net Stumbler*.

Berikut ini hasil program *Net Stumbler* dalam menampilkan SNR pada jaringan komunikasi data jarak-jauh.



MAC	SSID	Name	Chan	Speed	Type	SNR	First Seen	Last Seen	Sig
9E:24:767A6C08	testis		11*	11 Mbps	Peak	74	10:41:54	10:47:59	-26

Gambar 16 Hasil Pengukuran SNR

Dari hasil pengukuran diatas menunjukkan bahwa besarnya SNR dalam satuan desibel pada sistem pemantauan jarak jauh dengan jarak 4000m dan data yang dikirim sebesar 1024 bit adalah 74 dB. Dimana nilai SNR ini didapatkan dari selisih antara nilai signal sebesar – 26 dan nilai noise sebesar -100.

Nilai signal dan noise dihasilkan dari pengukuran langsung menggunakan Access point yang dilengkapi dengan program *Netstumbler*, seperti ditunjukkan pada gambar 16.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan maka berikut ini dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Alat pemantau data kelistrikan jarak-jauh PLTMH dan PLTS UMM dapat diakses melalui website dengan alamat p3energi.umm.ac.id
2. Perangkat-lunak yang dihasilkan mampu untuk membaca sensor, mengirimkan data melalui gelombang radio dengan frekuensi 2,4 GHz, dan mampu melakukan penyimpanan data secara periodik.
3. Pada saat mengirimkan sejumlah data pada jarak 10 s/d 4000m, rata-rata waktu tunda untuk data I sebesar 128 *bytes* adalah 5,212 milidetik, untuk data II sebesar 8000 *bytes* adalah 292.9 milidetik , dan untuk data III sebesar 12000 *bytes* adalah 399.1 milidetik.

Saran

Untuk lebih menyempurnakan hasil penelitian ini, ada beberapa saran yang perlu dilakukan antara lain:

1. Menambah jumlah parameter yang akan disensor, seperti: sensor ketinggian air pada bak penenang, sensor kecepatan lebih pada putaran generator.

2. Sistem tidak hanya memonitor, namun juga dapat mengontrol parameter listrik dan mekanis PLTMH dan PLTS dari jarak-jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Machmud, 2010, Rancang Bangun Alat Pencatat Data Kelistrikan PLTMH, Jurnal Ketenagalistrikan, Vol 9.No.2, Desember 2010
- [2]. Lim Siong Boon, 2009, Serial Communication, Last updated 13 Nov 2009, Available at : http://www.siongboon.com/projects/2006-03-06_serial_communication/ (Accessed 31 Aug 2012).
- [3]. Arief, 2006, Pemrograman database dengan PHP dan MySQL, Elexmedia komputindo.
- [4]. Andi, 2001, Tip dan Trik Pemrograman Delphi 7.0, Andi Offset
- [5]. Iwan Sofana, 2008, Mudah Membangun Server Dengan Fedora, Informatika Bandung.
- [6]. Socomec, 2008, Diris A40/A41 RS485 – JBUS/MODUS, Socomec Press, 11-13.
- [7]. Leon W.C, 1997, *Digital and Analog Communication System*, Prentice Hall.
- [8]. Frensel, 1994, *Advanced Communication System*, Prentice Hall.
- [9]. ZTI, 2008, Tutorial of Lan Traffic, Version 2, Packet Data Systems Ltd
- [10]. Wikipedia, 2011, “ *Signal to Noise Ratio*”, (Update 9 November 2011), http://en.wikipedia.org/wiki/Signal-to-noise_ratio. [diakses Januari 2013]