

Desain dan Realisasi Ethernet Extended Module PLC Mikro Berbasis Prosesor ARM Cortex

Nahdatin Hasanah
Telkom Engineering School
Telkom University
Bandung, Indonesia
nahdatin.hasanah@gmail.com

Muhammad Ary Murti
Telkom Engineering School
Telkom University
Bandung, Indonesia
mam@ittelkom.ac.id

Agung Nugroho Jati
Telkom Engineering School
Telkom University
Bandung, Indonesia
ang@ittelkom.ac.id

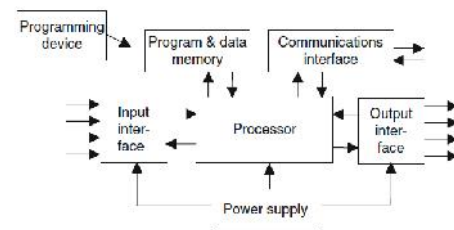
Abstrak— Sebagai upaya penelitian dan pengembangan bidang elektronika dan control, telah dirancang dan direalisasikan PLC mikro berbasis prosesor *ARM Cortex* di Fakultas Teknik – Telkom University. Untuk melakukan ekspansi komunikasi, maka dikembangkan modul *ethernet* yang *compatible* dengan PLC tersebut. Dari hasil rancangan dan realisasi modul *ethernet* yang menggunakan WIZ812MJ, diperoleh kesimpulan bahwa modul tersebut *compatible* terhadap PLC mikro yang ada, dan hanya memerlukan daya sebesar 0,5934 W dengan konsumsi arus sebesar 78,9 mA dari sumber catuan *main module* PLC mikro.

Kata Kunci—*Programmable Logic Controller (PLC), Extended Module PLC, Ethernet Module*

I. PENDAHULUAN

Programmable Logic Controller (PLC) adalah suatu kontroler berbasis mikroprosesor dimana didalamnya terdapat memori yang dapat diprogram dan berfungsi untuk menjalankan beberapa perintah, contohnya adalah sekuensial, pewaktuan, logika, aritmatika, dan lain-lain.[5] Bahasa yang digunakan di PLC adalah bahasa logika, karena pemrograman ditekankan kepada implementasi logika dan operasi *switch*. PLC terdiri dari *device* input dan output, dimana input dapat berupa sensor, saklar, dan output berupa motor, *valve*, dan lain-lain. Keuntungan PLC dibandingkan kontroler yang lain adalah dapat digunakan untuk sistem yang besar, contohnya sistem automasi pabrik. PLC hampir sama dengan komputer, dimana komputer digunakan untuk kalkulasi dan *display*, sedangkan PLC digunakan untuk sistem kontrol dan automasi industri. Maka dari itu, PLC tahan terhadap getaran, *noise*, temperatur, dan kelembapan. PLC memiliki *interface* antara input dan outputnya yang terletak didalam kontrolernya.

Sistem PLC terdiri dari beberapa komponen fungsional, seperti halnya terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Sistem PLC[1]

Ada beberapa *hardware* penyusun PLC, yaitu :

1. CPU, adalah unit yang berisi mikroprosesor berfungsi untuk menerjemahkan sinyal input dan melakukan aksi kontrol sesuai dengan program yang telah ditanam di memori.
2. *Power supply unit*, berfungsi sebagai pengkonversi tegangan AC ke tegangan DC(5V) yang dibutuhkan oleh prosesor dan rangkaian input serta *output module interfacenya* agar dapat bekerja.
3. *Programming device*, digunakan sebagai penghubung antara program yang telah dibuat kedalam memori di prosesor.
4. *Memory unit*, berisi program mengenai aksi kontrol yang akan dieksekusi oleh mikroprosesor dimana data diberikan dari input untuk memproses keluaran outputnya.
5. *Input and output sections*, pada bagian ini, prosesor menerima informasi dari devais eksternal dan mengkomunikasikannya ke devais eksternal lainnya.
6. *Communication interface* berfungsi untuk menerima dan mentransmit data pada jaringan komunikasi dari atau ke PLC lainnya. Pada bagian ini biasanya terjadi proses verifikasi devais, akuisisi data, dan sinkronisasi antara aplikasi *user* dan manajemen koneksi. PLC mikro berbasis

ARM Cortex adalah PLC hasil riset Fakultas Teknik – Telkom University yang menggunakan MCU STM32 sebagai prosesor PLC tersebut. PLC tersebut memiliki fitur-fitur dasar standar yang dibutuhkan oleh industri.

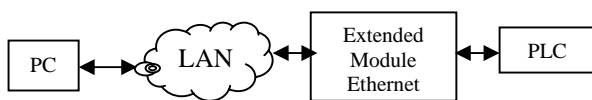
PLC ini memiliki 32 I/O digital yang terdiri dari 20 input digital dan 12 output digital, dan 6 I/O analog yang terdiri dari 4 input analog dan 2 output analog. PLC RAPID menggunakan bahasa pemrograman ladder Visual Basic dan JAVA. Penggunaan 2 bahasa ladder ini di tujukan untuk perancangan PLC system yang berbasis *smart phone*, sehingga lebih fleksibel digunakan oleh penggunanya nanti.[2]

Pengembangan lebih lanjut dari PLC ini bertujuan agar PLC mampu terhubung dengan PC user melalui jaringan. Oleh karena itu, dikembangkan *extended module ethernet interface* sebagai antarmuka PC ke jaringan LAN.

Secara umum, paper ini dibagi dalam empat bab, bab pertama akan menjelaskan mengenai pendahuluan dilakukannya penelitian ini. Kemudian, pada bab kedua akan dijelaskan mengenai desain modul *ethernet*. Bab ketiga akan memberikan hasil pengukuran dan pengujian perangkat. Serta bab terakhir berupa kesimpulan penelitian.

II. DESAIN DAN REALISASI

Tujuan utama dibuatnya *extended module ethernet* adalah untuk menghubungkan PLC dengan *ladder programmer* (PC) melalui jaringan LAN. Hal ini memungkinkan komunikasi kedua perangkat dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh. Secara umum, sistem yang diinginkan dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.

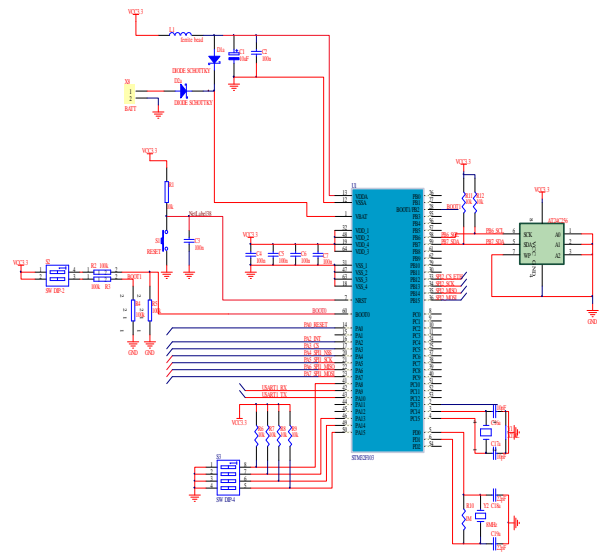


Gambar 2. Blok Diagram Sistem PLC Mikro – LAN

A. MCU Minimum System

Rangkaian sistem minimum adalah rangkaian elektronik yang diperlukan agar MCU dapat bekerja. Sistem minimum yang dirancang kali ini terdiri dari beberapa blok, yaitu blok pembangkit *clock* utama, pembangkit clock RTC, reset, *boot loader*, memori, *power supply* analog, dan *switch*.

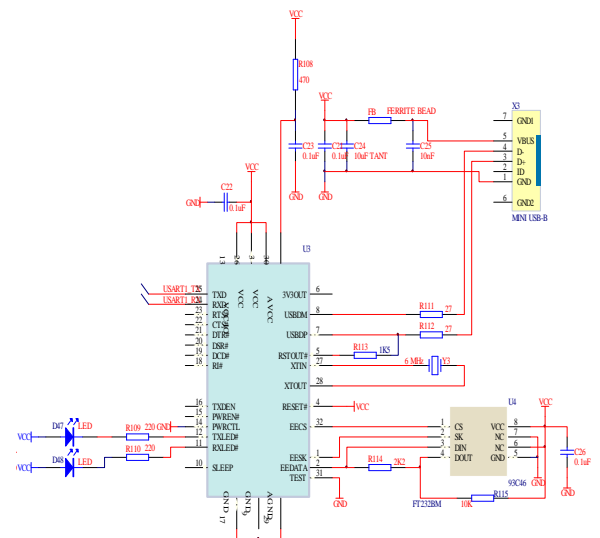
Pada gambar 3, ditunjukkan skematik rangkaian *minimum system* yang dibuat sebagai penunjang kinerja MCU. Komponen *minimum system* sudah tidak dapat dikurangi untuk tetap dapat bekerja.



Gambar 3. MCU STM32 Minimum System

B. USB dan UART Interface

Untuk berkomunikasi dengan perangkat luar, digunakan port PA9 sebagai penerima data (RX) dan PA10 sebagai pengirim data (TX). Perancangan rangkaian USB-UART seperti gambar 4 di bawah ini digunakan sebagai *interface* antara MCU dengan PC, dimana dengan komunikasi serial yang digunakan berfungsi untuk menanamkan program pada MCU STM 32.



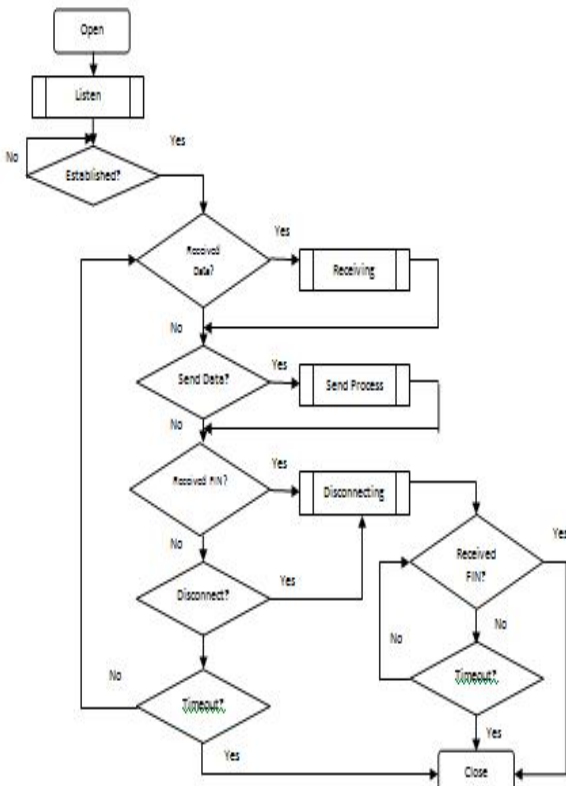
Gambar 4. Desain Hardware Extended Module I/O Digital

C. Desain Software

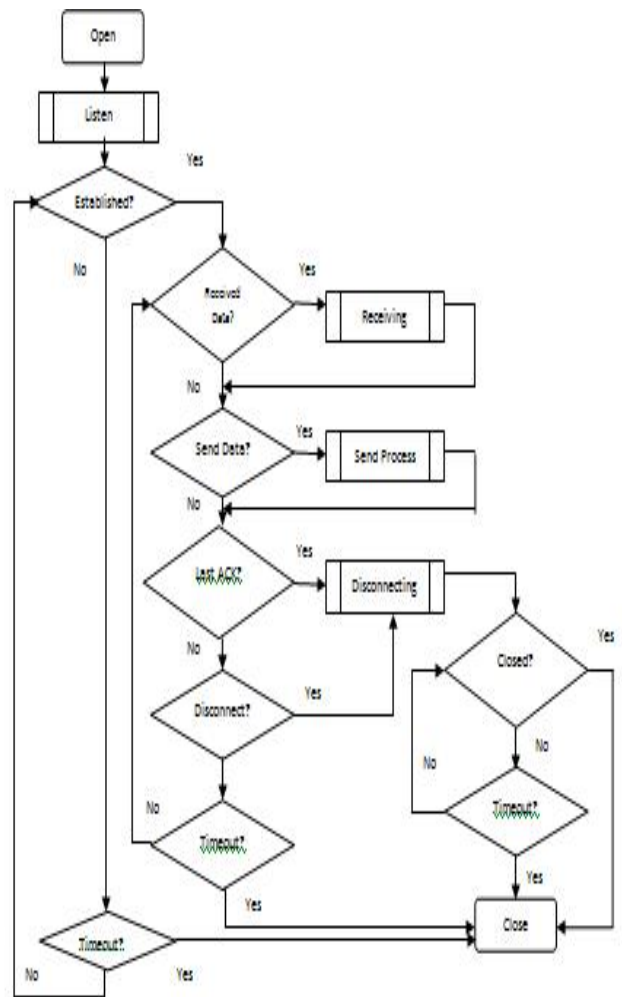
Software yang dirancang berupa program *embedded OS* pada MCU STM32 sebagai master pada *extended module ethernet*. Program yang dibuat meliputi komunikasi antara *extended modul ethernet* dengan WIZ812MJ dengan menggunakan protokol komunikasi *SPI bus*.

Komunikasi data yang digunakan pada perancangan *software* ini adalah berbasis protokol TCP. Protokol TCP ini

akan mengirimkan data melalui IP Adress dan nomor port sistem. Ada dua metode yang digunakan, yaitu mode *client* dan mode *server*.



Gambar 5. Diagram Alir Server Mode TCP[3]



Gambar 6. Diagram Alir Client Mode TCP[3]

Perbedaan mode *server* dan *client* adalah pada *listen* dan *connect*. Step *listen* dimulai dengan membuka *socket*, lalu mengganti status *socket* menjadi mode *listen*, sehingga dapat terhubung dengan *client*. Mode *server* ini termasuk mode pasif, sehingga pada mode ini *socket* hanya menunggu request yang diberikan oleh *client*. Proses pada mode *client* adalah sama dengan proses pada mode *server*. Mode *client* ini termasuk mode aktif, karena pada mode ini, sistem akan terus mengirimkan *request* kepada *server*.

D. Realisasi Extended Module Ethernet

Realisasi hardware extended module ethernet ini disusun dalam satu board. Sistem penyusunan dalam satu board ini bertujuan agar desain alat lebih compact, sehingga tidak memerlukan banyak kabel penghubung rangkaian satu dengan yang lainnya. Sumber catu daya yang digunakan berasal dari power supply dengan spesifikasi keluaran 3,3 Volt DC sebagai sumber tegangan MCU STM32.



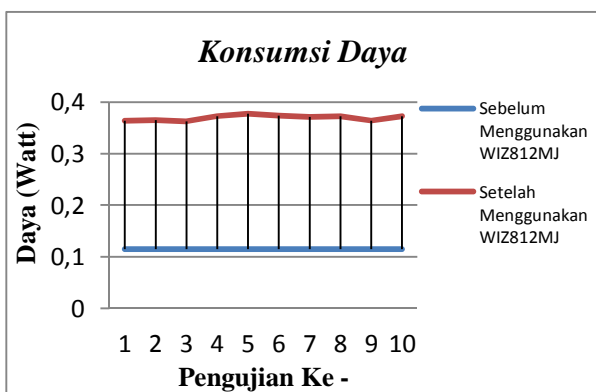
Gambar 7. Board Extended Module Ethernet

III. HASIL PENGUJIAN

A. Konsumsi Daya

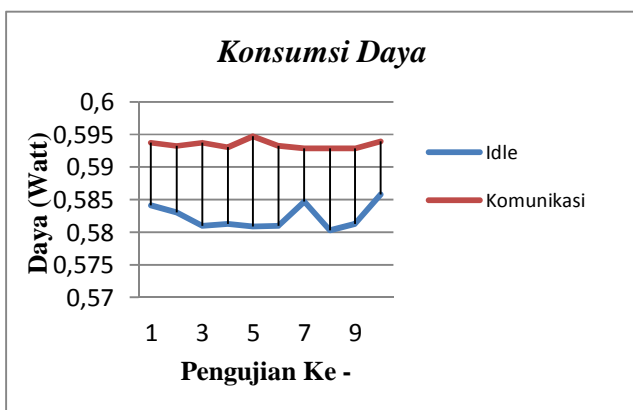
Pengujian konsumsi daya ini bertujuan untuk mengetahui konsumsi daya *extended module* sehingga diketahui apakah modul ini dapat diimplementasikan bersama dengan PLC mikro yang ada. Hal ini berkaitan dengan seberapa besar PLC mikro harus mampu memberikan catuan pada *ethernet*.

Pengujian konsumsi daya dilakukan dengan memberikan tegangan masukan sebesar 3.3 Volt / 0,5 Ampere dari PLC ke *ethernet*. Pengujian konsumsi daya ini dilakukan dengan cara mencari nilai arus yang terpakai. Pengujian ini dilakukan dalam empat tahap, tanpa menggunakan WIZ812MJ, dengan menggunakan WIZ812MJ, saat sistem *idle*, dan yang terakhir pada saat sistem melakukan komunikasi.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Konsumsi Daya Sebelum dan Setelah Koneksi PLC dengan WIZ812MJ

Dari selisih nilai rata – rata tersebut dapat disimpulkan bahwa modul *Ethernet* WIZ182MJ masih bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya karena konsumsi daya dari WIZ182MJ yang terukur masih masuk ke dalam jangkauan konsumsi arus dari WIZ812MJ yang terdapat di dalam *datasheet*, dimana konsumsi arus maksimal bernilai 185 mA. [4]



Gambar 9. Grafik Perbandingan Konsumsi Daya Saat Idle dan Komunikasi

Konsumsi daya pada saat *Idle* 0,5823 Watt dan pada saat sedang melakukan komunikasi 0,5934 Watt, sehingga dapat disimpulkan bahwa daya yang harus disediakan PLC

Mikrokontroler ST sebesar 0,5934 Watt untuk dapat mencatu modul *Ethernet* yang telah diimplementasikan.

B. Kecepatan Komunikasi Data

Pengujian ini dilakukan dengan mengirim sebuah paket/ data yang diketikkan pada *software Hercules_3-2-4 dan ESI Serial Debug-latest*. Pertama atur IP PC yang digunakan sesuai dengan IP yang telah diatur, yaitu 192.168.0.71. Kemudian atur port pada *software Hercules_3-2-4.exe* yaitu 3000. Kemudian klik tombol *listen* lalu lakukan proses pengiriman data. Proses pengiriman data ini dilakukan 2 tahap, yaitu pengiriman data dari *Modul Ethernet* ke PC, dan dari PC ke modul *Ethernet*. Perintah yang diberikan pada saat mengirim *command* dari PC ke modul *Ethernet* adalah “#readeth,601186”. Sedangkan perintah yang diberikan pada saat mengirim *command* dari modul *Ethernet* ke PC adalah “#sendeth,601186,perintah yang akan dikirimkan”. Untuk pengujian pengiriman data ini, digunakan bantuan *software wireshark* sebagai Analisa kecepatan pengiriman data. Standar parameter pengujian ini adalah perbedaan panjang kabel UTP yang digunakan, yaitu 1m dan 2m, dan dengan banyaknya bytes yang dikirim.

Tabel 1. Hasil Pengujian Komunikasi Data 15 Karakter Melalui UTP Sepanjang 1 m dan 2 m

Pengujian Ke-	Banyaknya Data yang Terkirim (Bytes/Second) UTP 1 m	Banyaknya Data yang Terkirim (Bytes/Second) UTP 2 m
1	657,7540	61287,0360
2	789,7060	61259,6680
3	563,5790	61330,8790
4	563,7270	61259,6680
5	563,5790	61307,9820
Rata - Rata	627,6690	61289,0466
Deviasi Rata - Rata	99,3286	18,9354

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan jangkauan kemampuan pengiriman data dari sistem yang telah diimplementasikan adalah rata-rata diantara 627,7036 bytes/second – 886,7740 bytes/second, sedangkan untuk pengiriman dari modul *Ethernet* ke PC, dan 61289,0466 bytes/second – 74058,1960 bytes/second untuk pengiriman data dari PC ke modul *Ethernet*. Hasil kecepatan pengiriman data dipengaruhi oleh jarak dan panjang karakter data yang dikirimkan.

C. Delay

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *delay* atau waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari PC ke modul *ethernet*, ataupun sebaliknya, dari modul *Ethernet* ke PC. Delay dapat disebabkan oleh media fisik, dan juga waktu proses dibutuhkan untuk mengeksekusi program dalam pengiriman dan penerimaan data. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengiriman data dari modul *ethernet* ke

PC, dan sebaliknya dengan melihat data yang ter-*capture* pada Wireshark. Parameter *delay* yang dibandingkan adalah panjang kabel UTP dan juga banyaknya karakter data yang dikirimkan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Delay 15 Karakter Melalui UTP
Sepanjang 1 m dan 2 m

Pengujian Ke-	Banyaknya Data yang Terkirim (Bytes/Second) UTP 1 m	Banyaknya Data yang Terkirim (Bytes/Second) UTP 2 m
1	0,009	0,009
2	0,009	0,009
3	0,009	0,009
4	0,009	0,009
5	0,009	0,009
Rata - Rata	0,009	0,009
Deviasi Rata - Rata	0	0

Berdasarkan hasil pengujian nilai delay terhadap perangkat yang digunakan, didapatkan nilai 0,008s untuk pengiriman data 5 dan 10 karakter dengan panjang kabel UTP 1m dan 2m, dengan 0,009s dengan pengiriman data 15 karakter pada panjang kabel 1m dan 2m. Hal ini disebabkan oleh proses kerja MCU yang membutuhkan waktu untuk memproses data pada saat penerimaan dan pengiriman data.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan ujicoba sistem *Ethernet* untuk PLC yang diimplementasikan, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, antara lain:

1. Modul *Ethernet* yang diimplentasikan di dalam Tugas Akhir ini sudah diuji dengan cara membandingkan konsumsi arus pada saat sebelum dan setelah sistem ditambahkan modul *Ethernet* WIZ107SR, nilai selisih yang didapatkan sebesar 0,0789A atau 78,9 mA. Nilai tersebut masih masuk di dalam nilai jangkauan dari konsumsi arus dari modul *Ethernet* dimana nilai maksimal arus yang diperbolehkan sebesar 185 mA.
2. Setelah dilakukan pengujian, bahwa daya yang harus disediakan PLC berbasis Mikrokontroler ST untuk dapat mencatu modul *Ethernet* yang telah diimplementasikan sebesar 0,5934Watt.

REFERENSI

- [1] Bolton, W. 2009. *Programmable Logic Controllers, fifth edition*. UK : Elsavier
- [2] Wahyu, Lukman Mawardi. 2009. Perancangan dan Implementasi PLC Mikro Berbasis Mikrokontroler ST uPSD3254BV. Bandung : IT Telkom.
- [3] WIZnet.Co. 2006. *W5100 Datasheet (Ver 1.0.1)*.
- [4] Wiznet.Inc. 2008. *WIZ812MJ Datasheet (Ver 1.1)*.
- [5] Wicaksono, Handy, (2009), *Programmable Logic Controller Teori, Pemrograman dan Aplikasinya dalam Otomasi Sistem*, Surabaya, Graha Ilmu.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan