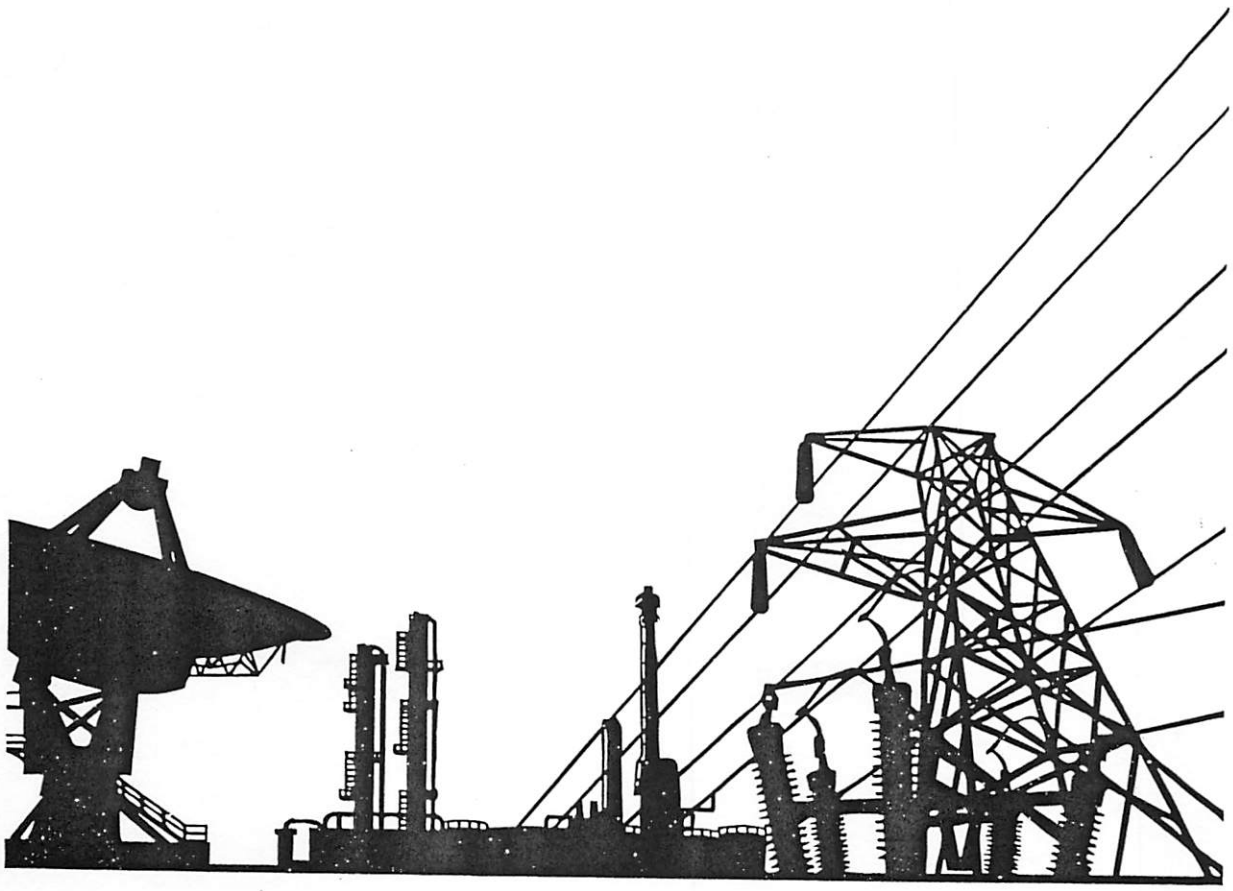
ISBN 979997110-1
ISSN 1907-5995

SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI
INDUSTRI DAN INFORMASI
Yogyakarta, 15 Juli 2006

PROSIDING



SAMBUTAN KETUA STTNAS
dalam rangka
Pembukaan Seminar Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi STTNas
di Yogyakarta
Hari Sabtu Tanggal 15 Juli 2006

Assalamu'alaikum Wr.Wb
Salam Sejahtera Bagi Kita Semua

Yang saya hormati Bapak Menteri ESDM
Yang saya hormati Bapak Wakil Ketua Komisi VII DPRRI
Yang saya hormati Bapak Gubernur DIY
Yang saya hormati Bapak Gubernur Jawa Tengah
Yang saya hormati Bapak Ketua YPTN dan staff.
Yang saya hormati Bapak Pimpinan STTNAS dan Staff.
Yang saya hormati seluruh peserta Seminar.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur yang tulus kehadirat Allah SWT, karena hanya oleh Ridho-Nya kita bisa berkumpul di sini dalam rangka temu ilmiah, yaitu Seminar ReTII tanpa halangan suatu apa, di pagi yang cerah ini.

Pertemuan ilmiah yang berupa Seminar ini dimaksudkan, agar ada kesempatan bagi para pakar untuk bertukar pengalaman, memperkaya atau memperluas wawasan, berdiskusi untuk mengatasi kesulitan yang sama, memaksimalkan kemampuan peralatan yang ada, sekaligus meningkatkan keberanian para pakar menghadapi masalah. Selain itu ada harapan juga kemungkinan terjadi kerjasama antar pakar yang dapat membuahkan penelitian bersama *multi years*, yang pada gilirannya akan mampu mendongkrak kemandirian bangsa yang sudah terlanjur jauh terpuruk.

Dengan demikian di balik pertemuan ini ada 4 (empat) kata kunci yang saya ingin kemukakan di sini, yaitu 1. Pengalaman, 2. Keberanian, 3. Kebersamaan, dan 4. Kemandirian Bangsa.

Semoga Seminar ini bisa terselenggara dengan baik, lancar, memenuhi keinginan para peserta, bermanfaat dan berakhir sukses. Untuk itu kami memohon kerjasama yang baik, bantu membantu, saling mengingatkan dan sebagainya. Kami sudah mengusahakan yang terbaik, namun seandainya masih banyak kekurangan yang terasakan selama penyelenggaraan Seminar ini, kami panitia mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Yogyakarta, 15 Juli 2006

Ttd

Ketua STTNAS

DAFTAR ISI

Susunan Panitia iii
Sambutan Ketua STTNas iv
Kata Pengantar v
Daftar Isi vi

TEKNOLOGI INDUSTRI

Rangkaian Ekivalen Motor Induksi dan Penggunaannya. (Pekik Argo Dahono) 1
Unjuk Kerja Teknologi DDR2 SDRAM sebagai Standar RAM Terkini. (Supriatna Adhisuwignjo, ST, Herwandi, ST) 7
Implementasi Teknologi FPGA (*Field Programmable Gate Array*) untuk Pengontrol Optimasi Suhu Ruangan. (Djoko Santoso , Anang Budikarso) 14
Implementasi *Principal Components Analysis* (PCA) dari Hasil *Bootstrapping*Dengan *Discrete Cosine Transform (Dct)* Sebagai Vektor Ekstraksi untuk Identifikasi Tulisan Tangan. (Ronny Susetyoko, Inu Laksito W., Nuri Wahyuningsih) 19
Rancang Bangun Sistem Diplekser pada Pemancar Televisi UHF. (Dodi Mulyono, Suyanta, Trie Handayani) 24
Multidimensi pada Data Warehouse Menggunakan Rumus Kombinasi. (SpitsWarnars Harco Leslie Hendric) 31
Aplikasi Balance Scorecard untuk Pengukuran Kinerja Perguruan Tinggi (Studi Kasus Di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Its Surabaya). (Retno Sukmaningrum, Budi Nur Iman, Abdul Wahid) 37
Teknologi Sistem File *Hardisk.* (Donny Radianto, Supriatna, Herwandi) 41
Local Positioning System Of A Mobile Robot : A Practical Perspective. (Iman H. Kartowisastro) 46
Analisis Keandalan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 KV (Study Kasus Di Pt. Pln (Persero) Balikpapan Kal-Tim). (Denny Wijaya H. Iyus Rusmana, Janny F. Abidin) 51
Aplikasi Ds80c400 sebagai Network Bridge dalam Jaringan PLC Berbasis Avr At90s8535. (Selo, Eka Firmansyah, Iswanto) 54
Image Retrieval Berdasarkan Warna Menggunakan Histogram Warna Dan Metode Pencocokan Histogram Interseksi. (Tri Harsono, Agung Wahyudi, Achmad Basuki) 58
Perangkat Lunak Sistem Pengenal Suara Ucapan Menggunakan *Dynamic Time Warping* Bersifat *Real Time.* (Rusmadji , Nurul Hidayat) 63
Disain Filter Pasif untuk Mengeliminasi Harmonisa Orde Ke-5 Dan Ke-7 pada Sistem Tenaga Listrik. (Syafrudin) 69
Menentukan Faktor Daya Sistem Tenaga Listrik Pada Kondisi Seimbang dan Tak-Seimbang Yang Mengandung Harmonisa. (Syafrudin) 74
Kinerja Sistem Penerima Berstruktur MIMO-DFE Menggunakan Antena Jamak 4TX Dan 8RX pada Kanal Frekuensi Selektif.(Aries Pratiarso, Yoedy Moegiharto, I Gede Puja Astawa) 79
Rancang Bangun *Spread Spectrum* dengan Metode Sinkronisasi Serial Correlator Berbasis FPGA (Anang Budikarso , Yoedy Moegiharto) 86

Optimasi Direktivitas Antena Horn Piramidal dengan Algoritma Genetika dan Implementasinya pada Frekuensi Gelombang Mikro 9.500 MHz. (Budi Aswoyo) 90
Perancangan Alat Pencatat Pemakaian Air Pelanggan PDAM yang Ditransmisikan Melalui Radio Paket yang Dihubungkan dengan Pc PDAM (Mimien Mustikawati, I Made Wartana) 95
Perancangan Alat Pengaman Elektronik Ber-*Password* dengan Teknologi VHDL untuk Mencegah Pemakaian Telepon Rumah Secara Tidak Bertanggungjawab (Made Wartana, Mimien Mustikawati) 99
Unjuk Kerja Arus Netral pada Sistem 3 Fase 4 Kawat. (Fuat Arsyad, H. Iyus Rusmana, Janny F.A) 104
Analisis Rugi–Rugi Pengoperasian Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 Kv (Di Pt. Pln Upj Kabupaten Sleman Feeder / Ktn 04) (M. S. Virdian, Budi Utama, Janny. F. Abidin) 109
Pengaruh Pelapisan pada Antena Yagi 4 Elemen Untuk Frekuensi 180-225 Mhz (Wahyu Untara, Anwar Budianto, Asniar Aliyu) 113
Perancangan Pengendali Optimal Kuadratik untuk Sistem *Coupled Drives Apparatus* (Titin Nur'ani) 118
Ekspansi I/O At89s51 Melalui Komunikasi Serial Rs232 Terkaskade (Djoko Untoro Suwarno) 124
Sistem Kunci Kode Digital Berbasis Mikrokontroler At89c51 (Sudiana, I Wayan) 127
Rancang Bangun Pengukur Konduktansi Cairan Berbasis Mikrokontroler At89c51 (Sudiana, Joko Prasojo, Agus Fadli) 133
Sistem Pengendali Lampu Jarak Jauh Menggunakan Jaringan Telepon dengan Umpan Balik Suara sebagai Indikator Berbasis Mikrokontroler At89c51 (Fajarudin, Tugino, Trie Handayani) 140
Pengaruh Pembebanan Terhadap Kerja Transformator pada Gardu Induk 150 Kv Kentungan (Diah Suwarti) 146
Identifikasi Tegangan Sisa Haz Pipa Api 5l-X65 setelah *Normalizing* (Yurianto) 150
Koefisien Perpindahan Kalor Aliran Dua Fasa Air Udara Searah ke Atas dalam Pipa Anulus Yang Dipanaskan (Mudjijono) 157
Percobaan Daur Ulang dan Peningkatan Kualitas Coran *Scrap* Aluminium untuk Pembuatan Puli pada *Home Industry* (Ratna Kartikasari, Sutrisna, Ali Syaifudin) 161
Studi Pengaruh Proses *Flame Hardening* (850°c) terhadap Sifat Mekanik dan Ketahanan Korosi Baja S 45 C dalam Media Asam Klorida (Ratna Kartikasari, Nizam Effendi, Dimas Saputra) 167
Studi Pengaruh Kosentrasi Larutan H_2so_4 Terhadap Ketahanan Korosi 40zn – 60 Cu (Sutrisna, Sigit Budi Hartono, Alek Sander) 173
Pengaruh Tebal Pemakanan Sebagai Variabel Proses Pemesinan Terhadap Efisiensi Mesin Bubut.(Wartono) 177
Pengaruh Kadar Silikon (Si) pada Baja terhadap Lapisan Hasil *Hot Dip Galvanizing* (Sulistijono) 182

APPLIKASI DS80C400 SEBAGAI NETWORK BRIDGE DALAM JARINGAN PLC BERBASIS AVR AT90S8535

[1]Selo, [2]Eka Firmansyah, [3]Iswanto

[1,2,3]Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281 email : [1]selo@mti.gadjahmada.edu, [2]firman@mti.ugm.ac.id, [3]anto_1512@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam industri yang menggunakan PLC, monitoring dan pengontrolan secara jarak jauh menjadi salah satu alternatif untuk efisiensi dalam manufakturing. Ini dapat dilakukan dengan menghubungkan PLC dengan jaringan LAN dengan menggunakan network card Ethernet. Akan tetapi pada umumnya tidak semua PLC mempunyai interface Ethernet sehingga diperlukan komputer untuk dapat mewujudkannya. Salah satunya adalah PLC berbasis AVR AT90S8535 yang telah dikembangkan sebelumnya

Penelitian ini berusaha memanfaatkan DS80C400, suatu sistem berbasis mikrokontroller keluarga dari tipe C51, yang dilengkapi dengan kemampuannya untuk tersambung ke jaringan LAN. Sistem ini dimanfaatkan sebagai antarmuka antara PLC berbasis AVR90S8535 dan jaringan LAN. DS80C400 mempunyai sistem operasi TINI, dan mempunyai kemampuan untuk mengeksekusi kelas – kelas java oleh karena ada Java virtual mesin, JVM di dalamnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem PLC yang dikembangkan memiliki kemampuan untuk mengolah data digital maupun data analog dan dapat dikendalikan secara remote oleh semua komputer yang terhubung oleh jaringan. Ini artinya, antarmuka jaringan antara PLC dan LAN dapat terwujud.

***Kata Kunci** : PLC, DS80C400, Ethernet*

PENDAHULUAN

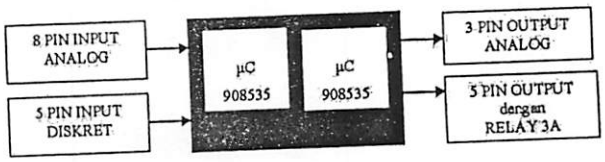
Sistem Kendali Terdistribusi (*Distributed Control Systems*) merupakan salah satu metode pengendalian yang menggunakan beberapa unit pemroses untuk mengendalikan suatu *plant*. Tulang punggung dari DCS ini adalah suatu jaringan komputer yang lebih dikenal dengan nama *Local Control Network* (LCN). Dalam hal ini, LCN merupakan suatu jaringan komputer lokal, yang di dalamnya terdiri dari beberapa *host* sebagai unit pemroses. Jadi, LCN ini berfungsi untuk menghubungkan beberapa *host* tadi sehingga satu dan lainnya dapat saling berkomunikasi dengan suatu protokol jaringan tertentu. Pada umumnya, sistem DCS terdiri atas beberapa PLC yang dihubungkan dengan menggunakan sebuah jaringan LAN. Saat ini telah berhasil dikembangkan sebuah PLC berbasis AVR 90S8535 yang belum dapat terkoneksi ke jaringan [Samuel, Asfan 2005].

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Dalam teknologi modern ini, banyak industri besar maupuan industri menengah menggunakan PLC karena sifat fleksibilitasnya seperti tidak perlu adanya perubahan instalasi secara perangkat keras (perkawatan) tetapi cukup pada perangkat lunaknya, jika da perubahan sistem. Selain itu, saat ini banyak PLC telah dilengkapi dengan kemampuan untuk dapat berkomunikasi lewat jaringan internet.

Berapa sistem minimal berbasis mikrokontroler dan mikroprosesor yang mirip 'dengan unjuk kerja PLC telah dikembangkan oleh mahasiswa Teknik Elektro UGM. Asfan [2004], mengembangkan pengolah diagram ladder ke dalam instruksi mesin mikrokontroler AT90S8535. Sistem yang dikembangkan oleh Asfan masih terbatas sangat terbatas karena PLC belum terhubung dengan jaringan komputer.

Gambar 1 berikut adalah diagram blok sistem perangkat keras PLC berbasis AVR 90S8535 yang telah berhasil dikembangkan [Asfan, 2004].



Gambar 1. Diagram Blok Sistem PLC yang telah dikembangkan

Melengkapi Gambar 1 di atas terlihat PLC yang dirancang memiliki spesifikasi:

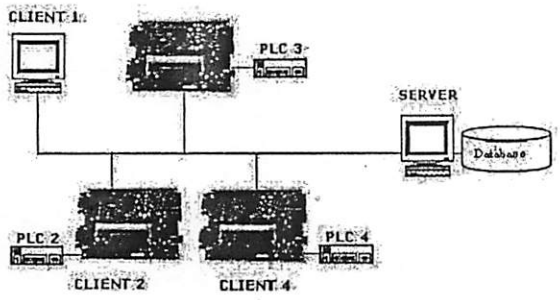
1. Jumlah imput analog 8 kanal
2. Jumlah input relay 5 kanal
3. Jumlah output analog 3 kanal
4. jumlah output relay 5 kanal
5. rating input relay 5 Volt DC
6. rating input analog 0-5 Volt AC
7. rating output relay 12 Volt DC 3 A
8. rating output analog 0-5 Volt AC
9. Catu Daya PLC 220 Volt AC
10. Komunikasi serial

Yanar [2006] mengembangkan PLC AVR agar dapat terhubung dengan jaringan komputer menggunakan komputer dekstop. Komputer client dapat memonitoring dan mengendalikan komputer client lainya yang terhubung ke PLC. Akan tetapi penggunaan dekstop untuk koneksi ke LAN dinilai kurang efisien. Jika terdapat banyak PLC maka akan di butuhkan banyak komputer desktop yang menghubungkan PLC dengan jaringan.

Dimungkinkan untuk menghubungkan PLC dengan jaringan menggunakan sistem berbasis mikroprosesor seperti DS80C400 dengan sistem operasi TINI yang menghubungkan antara pengguna yang memakai komputer dengan perangkat keras PLC yang akan dikendalikan melalui suatu jaringan. Harapanya, dengan alat ini, dapat penggunaan komputer dekstop dapat diminimalkan oleh karena fungsinya dapat digantikan oleh sebuah DS80C400. DS40C800 client merupakan suatu sistem yang dijalankan dengan sistem operasi TINI. Pada DS40C800 terdapat JRE (Java Running Envoirenment), sehingga dimungkinkan alat ini dapat menjalankan class java. Karena fungsinya hendak menggantikan komputer desktop maka sistem ini bertugas menerima instruksi dari komputer lain untuk keperluan operasi PLC tertentu. Selain itu, sistem DS40C800 juga mengirimkan karakter-karakter ke client pengirim yang dibutuhkan untuk keperluan monitoring dan status keadaan PLC. Setiap intruksi data yang dikirimkan dari suatu DS40C800 client pengirim menuju client penerima selalu melewati server.

METODE PENELITIAN

Pengembangan agar PLC AVR dapat terhubung dengan jaringan menggunakan DS80C400 dilakukan dengan cara seperti diperlihatkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Sistem Jaringan PLC

Langkah-langkah yang kerjakan adalah sebagai berikut :

1. Membuat koneksi DS80C400 dengan PLC
2. Membuat koneksi DS80C400 dengan server.
3. Memberi nama sebuah DS80C400yang terhubung ke server
4. Mengolah dan mengirimkan data hexadecimal ke PLC.
5. Menghentikan proses RUN

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

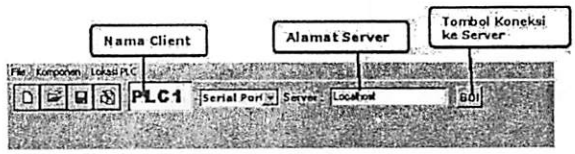
Koneksi antara DS80C400 dengan PLC.

DS80C400 terhubung dengan alat PLC melalui serial port. Serial port yang digunakan adalah serial yang ke 4 Instruksi untuk dapat berkomunikasi dengan serial :
sp=(SerialPort)CommPortIdentifier.getPortIdentifier("serial4").open("SerialToEthernet",5000).

Koneksi antara Client dengan Server.

Pada client dan server untuk dapat saling berhubungan, syarat-syaratnya adalah semua client harus terhubung dengan server, nomor port antara client dan server harus sama, dan server harus dalam keadaan aktif atau *online*. Saat terhubung dengan server ini, client mengirimkan sebuah instruksi kepada server.

Pengujian ini dilakukan saat program server telah diaktifkan. Alamat server pada program client harus dituliskan terlebih dahulu. Alamat ini dapat dituliskan dengan nomor IP dari komputer server atau dengan DNS Server. Semua client harus menuliskan nama server yang sama.



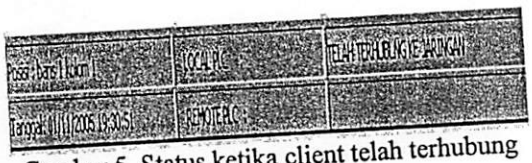
Gambar 3. Panel utama pada program client

Pengujian pertama yaitu dengan pemberian nama yang sama pada masing-masing client Pada client pertama setelah menekan tombol *Go* (gambar 3), dapat langsung terhubung dengan server, tetapi pada client yang lain jika namanya sama dengan client pertama, maka setelah menekan tombol *Go* akan muncul peringatan untuk mengganti namanya, seperti terlihat pada gambar 4.

Pengujian kedua yaitu ketika nama client kedua telah diganti dan tidak ada nama client yang telah memakai namanya, maka dapat client kedua tadi dapat terkoneksi ke server.

Gambar 4. Peringatan ketika terjadi pemakaian nama yang sama

Pada program server, jika client telah terhubung, maka status pada PLC akan seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Status ketika client telah terhubung pada server

Pada waktu client terhubung dengan server, maka client mengirimkan nama sebesar 4 karakter dengan menggunakan instruksi Pos.println("PLC0") kepada server. Pemberian nama ini berfungsi agar dapat mengendalikan dengan jarak jauh.

Pengiriman data Hexadesimal ke PLC

Pada client penerima, penerimaan data dideteksi dengan adanya data nama PLC tujuan. Data yang diterima client terdiri dari nama PLC alamat, nama PLC tujuan, dan kode hexadesimal. Data ini tidak langsung di tranferkan ke PLC hardware oleh client penerima. Data tersebut di olah terlebih dahulu agar dapat di transfer ke PLC. PLC hanya menerima dalam bentuk kode hexadesimal.

Format awal kode heksadesimal adalah berupa karakter **':********P'**. Penggunaan karakter **':'** adalah sebagai pengenal tanda pengiriman data heksadesimal ke PLC secara serial. Untuk mengantisipasi hilangnya data selama pengiriman ke PLC, ditambahkan sekumpulan karakter **'*'**. Sedangkan untuk menandai mulainya program *ladder* pengguna, ditambahkan karakter **'P'**. Untuk mengakhiri kode heksadesimal, ditambahkan karakter **'K'** di akhir proses konversi.

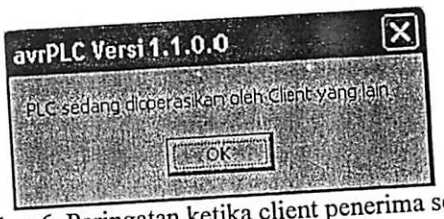
Jika tidak sedang dioperasikan oleh client lain, maka client penerima akan mengirimkan instruksi String data3 = new String("hu") kepada client pengirim. Dalam hal ini DS80C400 mengirimkan karakter ' h ' ke PLC, setelah itu baru mengirimkan data hexadesimal.

Ketika PLC sudah menerima data hexadesimal ini, PLC mengirimkan karakter 'z1', sebagai status pada client pengirim bahwa PLC sudah menerima data hexadesimalnya.

Pengujian awal adalah dengan mengirimkan kode hexadesimal menuju PLC yang terhubung di komputer. Pengujian pertama adalah jika layar ladder dibiarkan kosong, tanpa ada diagram ladder, maka program akan otomatis membuka file *.HEX , agar pengguna dapat memilih sendiri file yang akan dikirimkan. Pengujian kedua adalah dengan membuat dahulu diagram laddernya. Program akan mendeteksi setiap sel ladder dan langsung dikonversi menjadi data hexadesimal, kemudian dikirimkan menuju PLC.

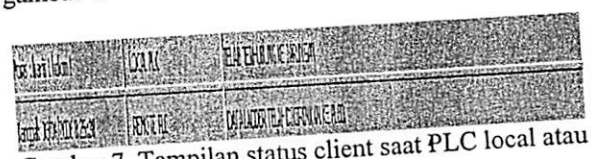
Pengujian yang sama juga dilakukan pada waktu mengirimkan data ini secara remote. Hanya saja data ini tidak dikirimkan menuju PLC local, tetapi dikirimkan menuju PLC lain secara remote.

Pengujian pada remote ini dilakukan ketika PLC dalam keadaan RUN. Jika PLC sedang beroperasi, maka akan muncul peringatan pada client pengirim sebagai berikut



Gambar 6. Peringatan ketika client penerima sedang dioperasikan client lain

Jika PLC remote tidak sedang beroperasi, maka data hexadesimal akan terkirim ke PLC, dan pada Obyek *StatusBar* yang tampil seperti pada gambar 7.

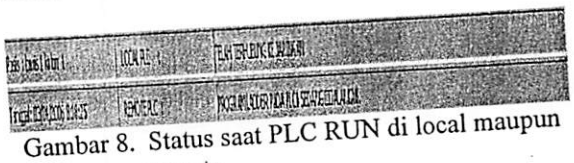


Gambar 7. Tampilan status client saat PLC local atau remote setelah terima data

Jalankan Program Ladder

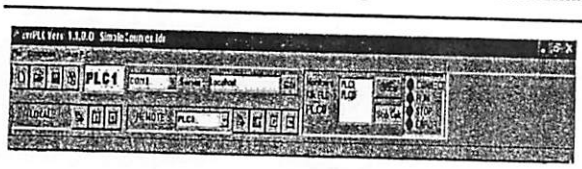
Setelah dikirim kode hexadecimal, PLC sudah siap untuk dijalankan. Karakter yang dikirimkan oleh komputer client adalah 'rn'. Sehingga pada DS80C400, karekter ini diubah menjadi karakter 'r' dan dikirimkan ke PLC. Ketika RUN, selain mengirimkan karakter 'z2', PLC penerima juga mengirimkan sejumlah kode, dimana kode-kode tersebut dikirimkan menuju ke semua client yang terhubung, jadi semua client bisa mengetahui bahwa PLC sedang berjalan.

Dengan menekan tombol RUN secara local maupun remote maka akan mengirimkan pesan untuk RUN kepada PLC secara local maupun remote. Status tampilan pada client penerima pada local atau remote adalah terlihat seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Status saat PLC RUN di local maupun remote

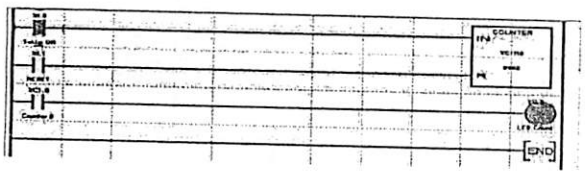
Keadaan saat RUN ini juga dicek pada client lain dengan memilih pada obyek *ComboClient*, sehingga muncul form *Koneksi* yang didalamnya terdapat tiga buah led yang menandakan keadaan PLC yang dimonitoring. Keadaannya seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Tampilan saat memonitoring suatu PLC yang terhubung jaringan

Pengujian ini dilakukan dengan membuka diagram ladder Simple Conter pada client pengirim, dengan menekan Combo Box pada form remote, kita memilih PLC yang akan di jalankan. Kemudian menekan tombol Cek I/O, tombol ini digunakan untuk mengirim pesan perintah agar client yang akan dimonitoring mengirimkan diagram laddernya.

Sehingga diagram ladder pada layar akan sama dengan diagram ladder client yang dimonitoring. Pada saat saklar input ON dan OFF, dikirimkan juga kode-kode dari PLC menuju komputer, sehingga terjadi perubahan pada gambar diagram ladder, yaitu komponen ladder akan berubah menjadi abu-abu, seperti yang terlihat pada gambar 10

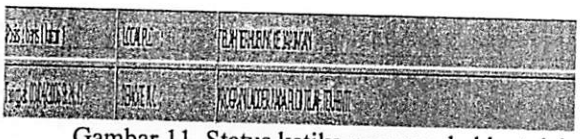


Gambar 10. Aplikasi Pengepakan Apel – Saat *Start*

Penghentian Proses RUN

Untuk menghentikan PLC yang sedang dijalankan, karakter yang dikirimkan adalah karakter 's' ke PLC, kemudian PLC mengirimkan karakter 'z3', sebagai status pada client pengirim.

Dengan menekan tombol STOP Program pada local ataupun remote, maka pada *lblPLClain* harus berisi karakter kosong, karena komponen label ini digunakan untuk mendeteksi apakah client lain bisa mengoperasikan PLC. Setelah PLC stop, maka status pada client local maupun remote dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Status ketika program ladder telah berhenti running

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian-uraian yang telah disampaikan pada bagian sebelumnya, maka dapatlah diambil beberapa kesimpulan berikut :

DS80C400 merupakan mikrokontroller keluarga C-51 yang menggunakan sistem operasi TINI 1.02. danpat digunakan untuk menghubungkan PLC berbasis AVR 90S8535 dengan LAN sehingga pengoperasian PLC dapat dilakukan secara remote melalui komputer yang lain. Contoh pengoperasian yang dimaksud misalnya start/stop PLC, kirim terima ladder dan lain sebagainya, sebagamana dapat dilakukan oleh komputer desktop biasa.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Setiyanto dan Ardhi, A.P., 2004, *Perancangan PLC Berbasis AT89C51 : Pembuatan Program BIOS*, Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak diterbitkan). Asfan, M.A.,2005, *Perancangan PLC Berbasis AT90S8535 : Sistem Perangkat Lunak*, Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak diterbitkan).

Ery, S. IBM, 2001, *Model Penerjemah Bahasa Ladder untuk PLC yang Diimplementasikan ke Mikrokontroller AT89C51*, Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak diterbitkan).

Kadir, Abdul, 2004, Dasar Pemrograman Java 2, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta. Naughton, Patrick, 2003, Konsep Dasar Pemograman Java, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Samuel, S.H., 2005, *Perancangan PLC Berbasis AT90S8535 : Sistem Perangkat Keras*, Skripsi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak diterbitkan). Selo, 1996, *Aplikasi Mikroprosesor 8088 untuk Sistem I/O Dapat Dikonfigurasi*, Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak diterbitkan). W.Purbo, Onno, 2003, Buku Pintar Internet : TCP/IP, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta.