

PEMBUATAN MODEL DCS PADA TANGAN ROBOT PEMISAH BENDA MENGGUNAKAN PLC BERBASIS HMI

Syufrijal

DIII Teknologi Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

E-mail: syufrijal@unj.ac.id

Abstract

In this research will be made a model of DCS (Distributed Control System) by using a PLC interface integrated with HMI (human machine interface) for controlling a plant in the form of a robot hand and object separator monitoring. Control tool is using 2 pieces of OMRON PLC. CJ1M used to control a robot hand moves to the right/left, clamping/releasing objects, up/down so the metal/non-metals can be separated from the zone to the stock of goods in conveyor1/conveyor2. Movements up/down robotic hand using a pneumatic system. CSG1H conveyor1/conveyor2 used to control motors, driving things forward/backward in conveyor1/conveyor2. Metal object/non-metal will be separated again by height (low, medium and high). Metal object/non-metal with low and high altitude will be moved to the zone while the stock of goods reject metal/non-metal with a height being will continue to run on top of the zone towards the stock of goods conveyor1/conveyor2 metal/non-metals. The use of HMI aims to facilitate the user in the process of monitoring and control via the touch screen. From the results of tests performed, the PLC can control the robot hand separator objects automatically according to the desired job description and work processes in the system can be controlled and monitored via touch screen HMI program.

Keywords: PLC, DCS, HMI, Hand Robot

Abstrak

Dalam penelitian ini dibuat suatu model DCS (*Distributed Control System*) dengan menggunakan PLC yang terintegrasi dengan antar muka HMI (*human machine interface*) untuk mengontrol suatu *plant* berupa tangan robot pemisah benda. Pengendalian alat ini menggunakan 2 buah PLC omron. CJ1M digunakan untuk mengendalikan tangan robot agar benda logam/non-logam dapat dipisahkan dari *zona stock* barang menuju konveyor1 atau konveyor2. Pergerakan naik/turunnya tangan robot menggunakan sistem pneumatik sedangkan CSG1H digunakan untuk mengendalikan motor konveyor1/konveyor2, pendorong benda maju/mundur di konveyor1/konveyor2. Benda logam/non-logam akan dipisahkan kembali berdasarkan ketinggian (rendah, sedang dan tinggi). Benda logam/non-logam dengan ketinggian rendah dan tinggi akan dipindahkan menuju *zona stock* barang *reject* sedangkan benda logam/non-logam dengan ketinggian sedang akan terus berjalan di atas konveyor1/konveyor2 menuju *zona stock* barang logam/non-logam. Dari hasil pengujian yang dilakukan, kedua PLC dapat mengendalikan tangan robot pemisah benda secara otomatis sesuai dengan deskripsi kerja yang diinginkan dan proses kerja sistem dapat termonitor di layar *touch screen* melalui program HMI.

Kata kunci: PLC, DCS, HMI, Tangan Robot

PENDAHULUAN

Seiring dengan era globalisasi dimana perpindahan manusia semakin luas dan cepat, kebutuhan akan sistem untuk pengontrolan jarak jauh pun semakin meningkat. Teknologi-teknologi baru untuk pengontrolan jarak jauh pun makin bermunculan. Konvergensi teknologi kendali, informasi dan komunikasi telah menghasilkan teknologi pengendalian terdistribusi atau *Distributed Control System* (DCS), yang salah satu komponen di dalamnya adalah *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC merupakan sebuah pengendali yang dapat diprogram yang bekerja secara digital berdasarkan operasi logika menurut algoritma yang diprogramkan padanya. PLC bekerja dengan cara mengolah masukan yang diterima dari sensor-sensor dan tombol-tombol yang terhubung padanya dan memberikan keluaran untuk mengendalikan proses. Pada sektor industri, penggunaan PLC begitu penting karena selain dapat mengendalikan suatu pekerjaan spesifik yang berulang-ulang secara otomatis serta bentuk fisiknya relatif kecil sehingga praktis untuk ditempatkan di setiap sub sistem, PLC juga dapat diprogram ulang.

Sebagian besar industri menggunakan PLC sebagai sistem kontrol untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas produksi. Untuk mengontrol suatu *plant* di industri tersebut dibutuhkan beberapa PLC yang terintegrasi antara PLC yang satu dengan PLC yang lainnya.

Melihat perkembangan teknologi dan kebutuhan akan sistem kontrol yang terdistribusi maka timbulah ide untuk suatu model DCS dengan

menggunakan dua buah PLC omron yang terintegrasi dengan antar muka HMI (*human machine interface*) untuk mengontrol dan memonitoring aktifitas *plant* berupa tangan robot pemisah benda. Jaringan komunikasi yang digunakan antar sistem adalah LAN, LAN digunakan karena kecepatan pengiriman datanya bisa mencapai 100 Mbps (*megabit persecond*). Model protokol yang digunakan adalah *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) yang dapat diandalkan untuk digunakan dalam berbagai macam kondisi.

METODE

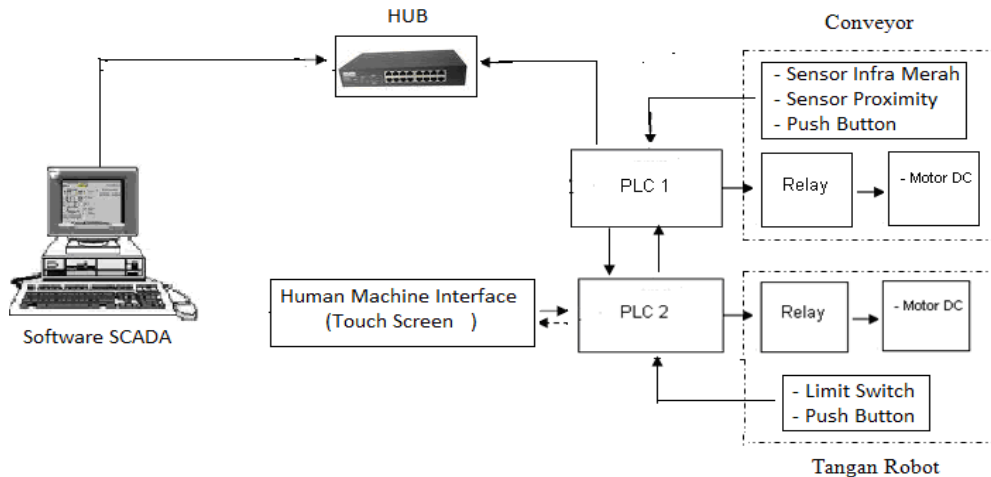
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu merancang dan membuat model DCS dengan menggunakan 2 buah PLC untuk mengendalikan tangan robot pemisah benda diatas konveyor berbasis HMI. Setelah model DCS dibuat lalu akan dilakukan uji program untuk diterapkan pada sistem tersebut.

Perancangan Sistem

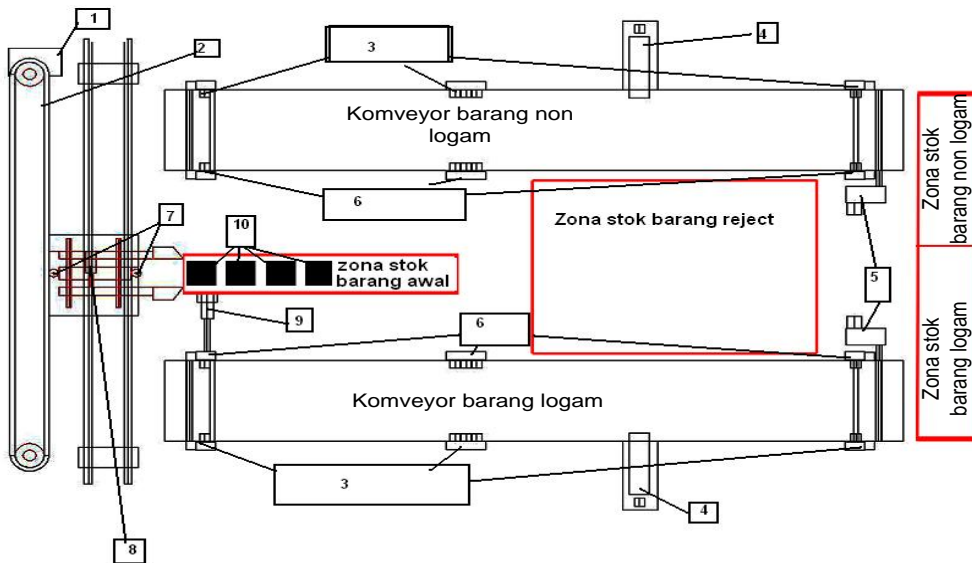
Plant yang akan dikendalikan adalah tangan robot dan konveyor sedangkan pengendali otomatis yang digunakan untuk mengendalikan alat adalah PLC Omron CSG1H CPU42 dan CJ1M CPU11. PLC 1 digunakan untuk mengendalikan sistem konveyor 1 dan 2 sedangkan PLC 2 digunakan untuk mengendalikan tangan robot dan antara kedua PLC saling berkomunikasi. Untuk sistem kontrol dan *monitoring* konveyor dan tangan robot dalam jarak dekat digunakan program HMI yaitu menggunakan *touch screen*. Komunikasi yang digunakan antara

PLC dan *touch screen* adalah komunikasi NT Link, sedangkan komunikasi yang digunakan antar PLC adalah *Controller Link*. Proses kerja alat juga dapat juga dimonitor pada layar komputer dari jarak jauh dengan menggunakan *software SCADA* melalui LAN yang terhubung dengan

HUB switch. LAN digunakan sebagai komunikasi karena dalam pengiriman data bisa berjumlah banyak dan cepat. Arsitektur model DCS dapat dilihat pada gambar 1 sedangkan desain mekaniknya terlihat pada gambar 2.



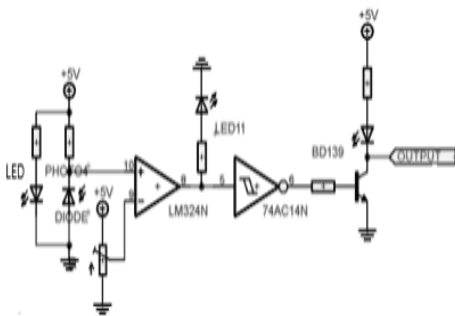
Gambar 1. Arsitektur Model DCS



Gambar 2. Desain Mekanik Tangan Robot dan Konveyor

Perancangan Elektronik Rangkaian Sensor *Superbright*

Rangkaian ini terdiri dari led *superbright*, photodiode, CLM324, IC741, resistor, trimpot, transistor. Sensor ini bekerja melalui perubahan tegangan yang berasal dari *input* untuk kemudian dibandingkan menggunakan komparator dengan sebuah nilai tegangan referensi pada potensio. Jika photodiode terhalang maka akan memberikan inputan pada ic komparator *non inverting* sehingga tegangan *output* pada ic komparator menjadi kondisi *low* (mendekati tegangan 0 volt) dan sinyal dilanjutkan menuju *input* ic scimith trigger yang akan membalikan tegangan dari 0 volt ke tegangan 5 volt (dari kondisi *low* ke kondisi *high*). Pada transistor BD 139, jika tegangan basis emitor (VBE) melebihi tegangan sebesar 0,7 volt maka arus dari kolektor akan mengalir menuju emitor sehingga tegangan pada kolektor akan mendekati 0 volt yang akan mengaktifkan *input* pada modul *inputan* PLC. Rangkaian sensor *superbright* terlihat pada gambar 3.

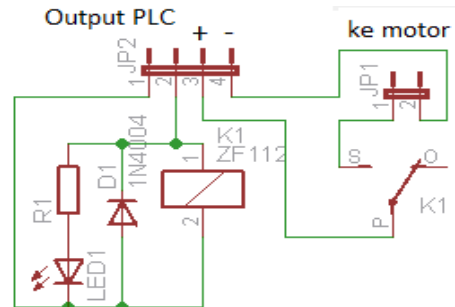


Gambar 3. Rangkaian Sensor *Superbright*

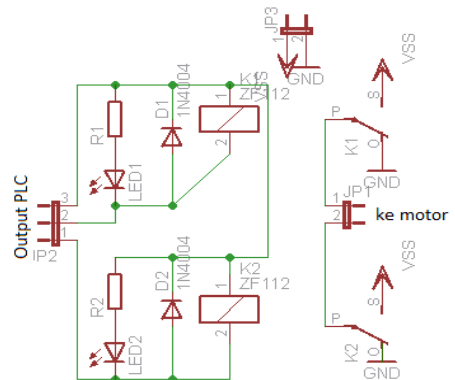
Rangkaian Motor DC

Rangkaian ini digunakan untuk menggerakkan motor dc 1 arah (lihat pada gambar 4) dan motor dc 2 arah

(lihat gambar 5). Rangkaian penggerak motor dc 1 arah digunakan untuk menggerakkan motor konveyor 1,2 sedangkan rangkaian penggerak motor dc 2 arah digunakan untuk menggerakkan motor pendorong benda *reject* dan motor penggerak tangan robot.



Gambar 4. Rangkaian Motor DC 1 Arah



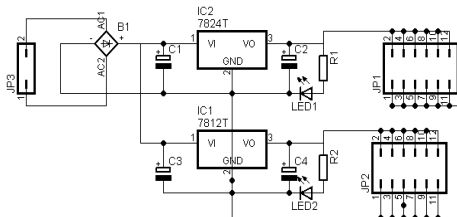
Gambar 5. Rangkaian Motor DC 2 Arah

Pada rangkaian penggerak motor dc 1 arah terdiri dari 1 buah relay 1 kutub dengan tegangan koil 12 volt DC atau 24 volt DC, jika *input relay* diberi masukan *ground* (0 volt) maka motor akan bergerak searah dengan jarum jam. Sedangkan rangkaian penggerak motor dc 2 arah terdiri dari 2 buah *relay* 1 kutub dengan tegangan koil 12 volt DC atau 24 volt DC, jika *input relay* 1 diberi masukan *ground* (0 volt) maka motor akan bergerak

searah dengan jarum jam. Sebaliknya, jika input relay 2 diberikan masukkan ground maka motor akan bergerak berlawanan arah jarum jam. Inputan ground didapatkan dari modul peralatan output PLC, jika aktif maka peralatan output akan mengeluarkan tegangan ground (0 volt).

Rangkaian Power Supply

Rangkaian regulator (lihat gambar 6) digunakan sebagai supply tegangan untuk semua rangkaian. Rangkaian regulator ini mendapat tegangan input 24 volt AC. Kemudian digunakan dioda untuk mengubah tegangan AC menjadi DC. Untuk menyetarakan tegangan maka digunakan regulator. Regulator 7824 yang menghasilkan tegangan output sebesar 24 Volt, regulator 7812 yang menghasilkan tegangan output sebesar 12 Volt, regulator 7805 yang memberikan tegangan output sebesar 5 Volt.

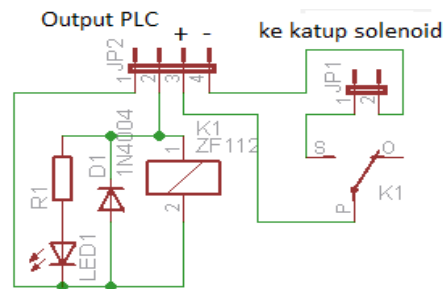


Gambar 6. Rangkaian Power Supply

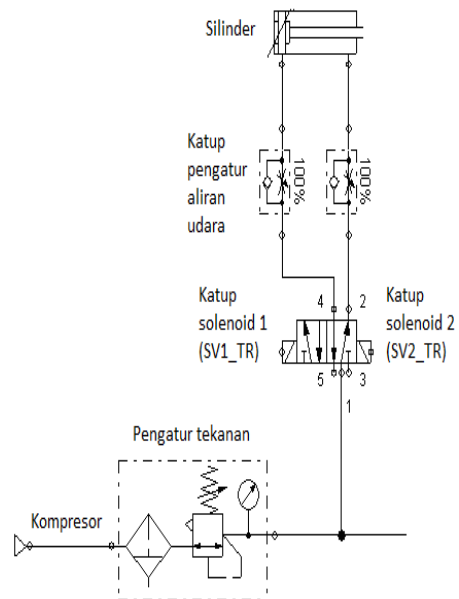
Rangkaian Sistem Pneumatik

Sistem pneumatik yang terdapat pada alat terdiri dari kompresor, pengatur tekanan, katup solenoid dan silinder. Tekanan udara input yang digunakan pada sistem pneumatik tidak boleh melebihi 1,5 bar sehingga tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor maksimal 8 bar harus terlebih dahulu diatur melalui pengatur tekanan udara menjadi 1,5 bar. Jenis katup solenoid yang

digunakan adalah 1 buah kutub 5/2. dengan tegangan 220 VAC sehingga dibutuhkan rangkaian penggerak yang dapat dilihat pada gambar 7. Sedangkan silinder yang digunakan adalah 1 buah silinder ganda. Katup akan bekerja jika terdapat sinyal listrik. Tekanan udara yang masuk ke dalam silinder pneumatik dapat diatur melalui katup pengaturan aliran. sistem pneumatik tangan robot dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Rangkaian Penggerak Katup



Gambar 8. Sistem Pneumatik Robot Perancangan HMI

Human Machine Interface (HMI) atau interaksi manusia mesin

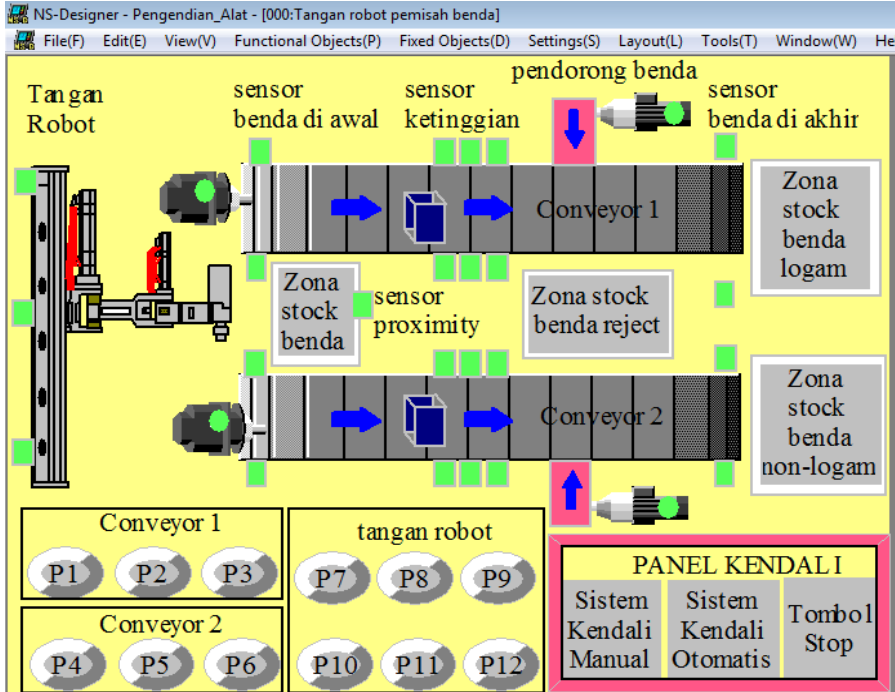
digunakan untuk membantu *User* memahami, mengawasi, atau mengontrol (*value adjustment*) proses yg berlangsung atau juga kondisi equipment di *Plant* melalui Layar Monitor (biasanya di *Control Room*). Untuk PLC Omron, HMI yang digunakan adalah NS series dengan *software NS-Designer*. Langkah-langkah yang dilakukan dalam merancang HMI menggunakan NS-Designer adalah sebagai berikut: Program dapat mulai dijalankan melalui Start menu programs, pada folder "Omron" lalu "CX-One" lalu "NS-Designer" kemudian tekan "NS-Designer ver.6.2".

Untuk dapat memulai membuat aplikasi program, tekan menu "File" kemudian tekan "New Project". Kemudian akan muncul tampilan seperti terlihat pada gambar 9. Pilih PT Model yang digunakan yaitu NS5-SQ0[-V1 dan pilih system version selection yang digunakan yaitu system Ver.6.2 lalu tekan OK.

Untuk memulai pembuatan awal screen maka pilih New Screen. Untuk membuat nama screen atau merubah warna pada tampilan screen diatas maka pilih menu *setting* lalu *click* screen properties. Kemudian pilih screen title atau background colour screen. Dalam merancang gambar didalam screen pada NS-Designer click menu Functional Object lalu pilih object yang diinginkan. Gambar rancangan untuk sistem pengendalian alat dapat dilihat pada gambar 9. Untuk memonitor proses kerja alat secara otomatis maka tekan tombol sistem kendali otomatis di layar touch screen sedangkan untuk mengendalikan alat secara manual

tekan tombol sistem kendali manual di layar touch screen kemudian diikuti penekanan tombol manual yang lain dimulai dari P1-P12. Didalam sistem kendali manual, untuk menghidupkan motor konveyor1/ konveyor2 maka tekan tombol P1/P4, untuk menghidupkan pendorong benda maju pada konveyor1/konveyor2 maka tekan tombol P2/P5 sedangkan untuk menghidupkan pendorong benda mundur pada konveyor1/konveyor2 maka tekan tombol P3/P6. Untuk menghidupkan tangan robot bergerak ke samping kanan/kiri maka tekan tombol P7/P10, untuk menghidupkan tangan robot menjepit/melepaskan benda maka tekan tombol P8/P11 sedangkan untuk menghidupkan tangan robot agar bergerak naik/turun maka tekan tombol P9/P12. Untuk mematikan semua motor pada konveyor 1 dan 2 serta motor pada tangan robot tekan tombol stop dilayar touch screen. Pengalamatan yang terdapat didalam touch screen harus disesuaikan dengan alamat yang terdapat di PLC sehingga antara PLC dan touch screen dapat terjadi komunikasi.

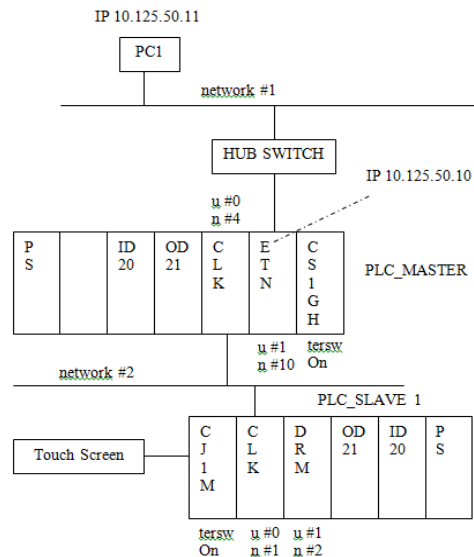
Setelah selesai merancang sistem yang diinginkan maka simpan gambar hasil rancangan tersebut dengan mengklik file lalu pilih save project dan save screen. Selanjutnya transfer gambar tersebut ke touch screen yaitu dengan cara klik file lalu pilih transfer data. Selanjutnya setelah gambar sudah masuk ke touch screen maka hubungkan PLC dengan touch screen dan samakan komunikasi yang digunakan antara PLC dan touch screen yaitu melalui komunikasi NT link.



Gambar 9. Sistem Pengendalian Alat Menggunakan HMI

Perancangan Komunikasi Jaringan PLC Pada Model DCS

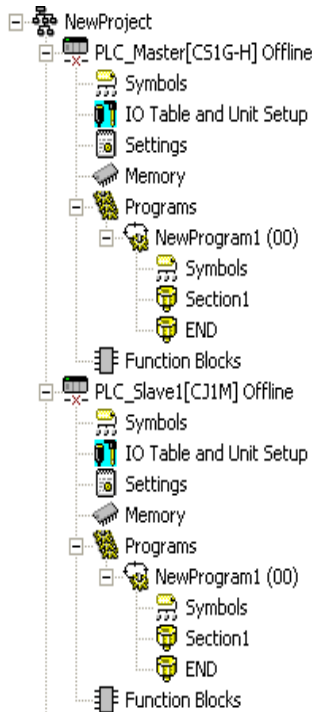
Dalam merancang model DCS ini, beberapa peralatan yang digunakan adalah 2 buah PLC, komputer, Hub Switch, dan touch screen. PLC yang digunakan sebagai master adalah PLC CSG1H sedangkan PLC yang digunakan sebagai *slave* adalah PLC CJ1M. Peralatan komunikasi yang digunakan antara PLC_Master dan PLC_Slave adalah *controller link unit* (CLK). Sedangkan peralatan komunikasi yang digunakan antara PLC_Master dan PC menggunakan ethernet unit (ETN) yang terhubung ke hub switch melalui kabel LAN. Komunikasi yang digunakan antara PLC Slave dan touch screen menggunakan komunikasi NT Link. Peralatan yang dipasang untuk model DCS ini terlihat pada gambar 10.



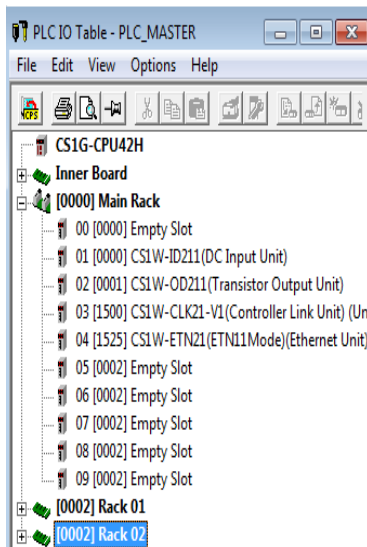
Gambar 10. Hardware PLC

Untuk dapat membuat suatu aplikasi yang akan dikerjakan oleh PLC, maka langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

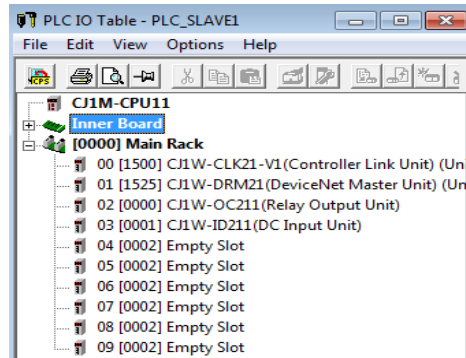
- 1) Mengkonfigurasi *hardware* PLC baik PLC master maupun PLC Slave. Konfigurasi *hardware* PLC dapat dilihat pada gambar 11, 12 dan 13.



Gambar 11. Tampilan Project PLC



Gambar 12. I/O Tabel PLC Master

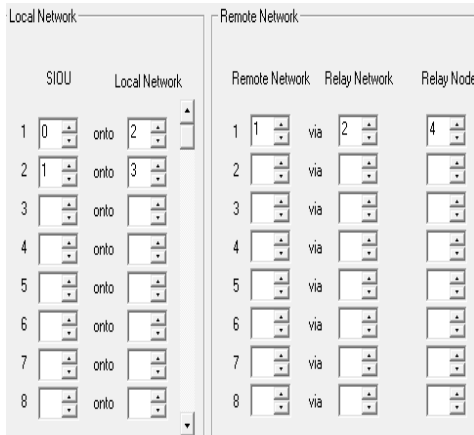


Gambar 13. I/O Tabel PLC Slave

- 2) Membuat *routing table* pada masing-masing PLC sehingga terjadi komunikasi antara PLC_Master dan PLC_Slave1 melalui *controller link*. Adapun langkah-langkah pembuatan *routing table*nya adalah:
 - a) Pada PLC_Master, klik work online. Setelah itu klik tools lalu pilih network setting, lalu pilih CompoWayF;
 - b) Selanjutnya pada menu Tools, pilih start routing table, lalu pilih fins local kemudian tekan OK;
 - c) Buatlah routing table pada PLC_Master dan PLC_Slave1 seperti terlihat pada gambar 14 dan 15 kemudian klik transfer to PLC.

| Local Network | | Remote Network | | | |
|---------------|---------------|----------------|---------------|------------|--|
| SIUJ | Local Network | Remote Network | Relay Network | Relay Node | |
| 1 | 0 onto 2 | 1 | via | | |
| 2 | 1 onto 1 | 2 | via | | |
| 3 | onto | 3 | via | | |
| 4 | onto | 4 | via | | |
| 5 | onto | 5 | via | | |
| 6 | onto | 6 | via | | |
| 7 | onto | 7 | via | | |
| 8 | onto | 8 | via | | |

Gambar 14. Routing Table PLC_Master

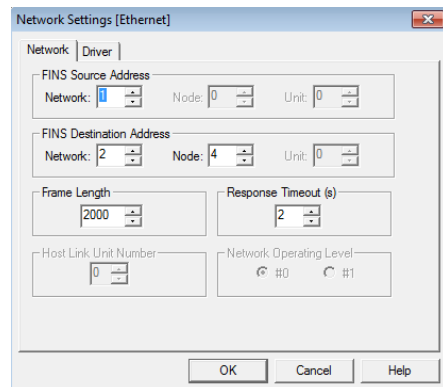


Gambar 15. Routing Table PLC_Slave1

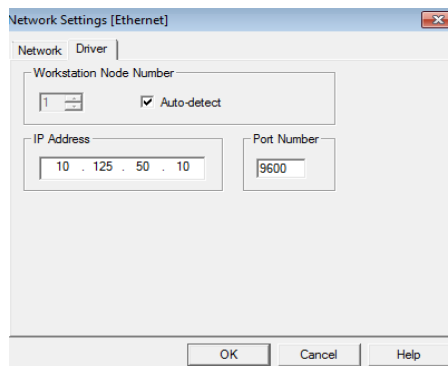
Seperti terlihat pada gambar 14 diatas, maksud dari SIO 0 onto local network 2 adalah *setting unit* CLK adalah 0 dihubungkan ke network 2. Sedangkan maksud dari SIO 1 onto local network 1 adalah *setting unit* ETN adalah 1 dihubungkan ke network 1. Kemudian seperti terlihat pada gambar 15, maksud dari SIO 0 onto local network 2 adalah *setting unit* CLK adalah 0 dihubungkan ke network 2. Sedangkan maksud dari SIO 1 onto local network 3 adalah *setting unit* DRM adalah 1 dihubungkan ke network 3. Untuk remote network 1 via relay network 2, relay node 4 (maksudnya adalah PLC_Slave1 ingin berkomunikasi dengan PLC_Master. Karena PLC_Master dihubungkan ke network 1 dengan *setting* nodenya adalah 4 dan PLC_Slave1 dihubungkan ke network 2).

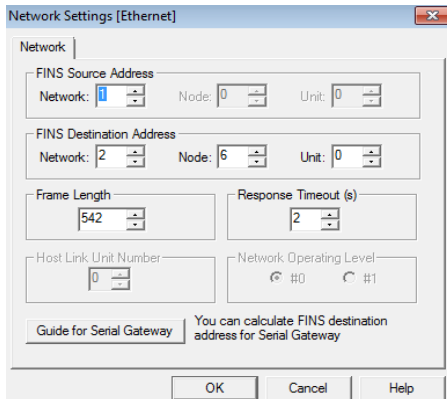
- 3) Membuat komunikasi antara PLC_Master dan PC melalui jaringan ethernet serta membuat komunikasi antara PLC Slave dan touch screen melalui NT Link.

- a) Hubungkan PLC_Master dan komputer pada Hub Switch melalui kabel LAN;
- b) Ubahlah network type pada PLC_Master menjadi ethernet lalu isi FINS source/destination address dapat dilihat pada gambar 16;
- c) Ubahlah IP address dan port number PLC_Master dengan cara mengklik driver pada menu network setting ethernet seperti terlihat pada gambar 17;
- d) Ubahlah network type pada PLC_Slave1 menjadi [PLC_MASTER] lalu isi FINS source/destination address seperti terlihat pada gambar 18.



Gambar 16. Network Setting PLC Master



Gambar 17. IP address PLC Master**Gambar 18.** Network Setting PLC Slave

Seperti terlihat pada gambar 16 diatas, maksud dari network 1 pada FINS Source adalah PLC_Master dihubungkan ke network 1. Sedangkan maksud network 2, node 4 pada FINS Destination Address adalah setting node CLK pada PLC_Master adalah 4 dan dihubungkan ke network 2.

Seperti terlihat pada gambar 18 diatas, maksud dari network 1 pada FINS Source adalah PLC_Master dihubungkan ke network 1. Sedangkan maksud network 2, node 6, unit 0 pada FINS Destination Address adalah setting node CLK pada PLC_Slave1 adalah 6 dengan setting unitnya adalah 0 dan dihubungkan ke network 2.

Perancangan Program PLC

Deskripsi Kerja Sistem

1) Ketika tombol *start* ditekan maka sistem akan berjalan otomatis dan tangan robot akan bergerak ke posisi nol yaitu posisi tangan robot berada di samping tengah atau berada ditengah-tengah konyevor 1 dan 2 dan posisi

tangan robot membuka dan berada dibawah.

- 2) Jika ada benda logam pada zona stok barang (*sensor proximity ON* dan limit swtich benda ON) maka tangan robot akan menjepit benda tersebut selama 4 detik. Kemudian tangan robot akan bergerak naik (solenoid atas ON) sampai menyentuh limit switch posisi atas. Setelah itu robot akan bergerak ke samping kiri menuju depan konveyor 1 sampai menyentuh limit switch samping kiri. Selanjutnya tangan robot akan turun (solenoid bawah ON) sampai posisi tengah (limit switch posisi tengah ON) lalu tangan robot akan membuka selama 4 detik sehingga benda logam akan terjatuh di atas konveyor 1. Setelah itu tangan robot akan bergerak naik sampai menyentuh limit switch posisi atas. Lalu tangan robot akan bergerak ke samping kanan sampai menyentuh limit switch samping tengah. Ketika tangan robot sudah berada di depan tempat *zona stock* barang maka tangan robot akan bergerak turun menyentuh limit switch posisi bawah.
- 3) Jika ada benda non-logam pada zona stok barang (*sensor proximity OFF* dan limit swtich benda ON) maka tangan robot akan menjepit benda tersebut selama 4 detik. Kemudian tangan robot akan bergerak naik (solenoid atas ON) sampai menyentuh limit switch posisi atas. Setelah itu robot akan bergerak ke samping kanan menuju depan konveyor 2 sampai menyentuh limit switch samping kanan. Selanjutnya tangan robot

- akan turun (solenoid bawah ON) sampai posisi tengah (limit switch posisi tengah ON) lalu tangan robot akan membuka selama 4 detik sehingga benda non-logam akan terjatuh di atas konveyor 2. Setelah itu tangan robot akan bergerak naik sampai menyentuh limit switch posisi atas. Lalu tangan robot akan bergerak ke samping kiri sampai menyentuh limit switch samping tengah. Ketika tangan robot sudah berada di depan tempat *zona stock* barang maka tangan robot akan bergerak turun menyentuh limit switch posisi bawah.
- 4) Ketika ada benda logam di atas konveyor 1 (sensor superbright pada depan konveyor1 ON) maka konveyor1 akan bergerak. Benda logam tersebut akan dideteksi oleh 3 buah sensor ketinggian yaitu rendah, sedang dan tinggi. Jika ketinggian benda logam terdeteksi rendah dan tinggi maka benda akan didorong menuju *zona stock* barang *reject* melalui motor pendorong benda konveyor 1. Pendorong benda akan bergerak maju sampai menyentuh limit switch maju. Ketika limit switch maju ON maka pendorong benda akan bergerak mundur kembali sampai menyentuh limit switch mundur. Jika ketinggian benda logam terdeteksi sedang maka benda akan bergerak terus di atas konveyor1 menuju *zona stock* barang logam.
 - 5) Ketika ada benda non-logam di atas konveyor 2 (sensor superbright pada depan konveyor2 ON) maka konveyor2 akan bergerak. Benda non-logam tersebut akan dideteksi oleh 3 buah sensor ketinggian yaitu rendah, sedang dan tinggi. Jika ketinggian benda logam terdeteksi rendah dan tinggi maka benda akan didorong menuju *zona stock* barang *reject* melalui motor pendorong benda konveyor 2. Pendorong benda akan bergerak maju sampai menyentuh limit switch maju. Ketika limit switch maju ON maka pendorong benda akan bergerak mundur kembali sampai menyentuh limit switch mundur. Jika ketinggian benda logam terdeteksi sedang maka benda akan bergerak terus di atas konveyor2 menuju *zona stock* barang non-logam.
 - 6) Proses pada tangan robot dan konveyor akan terus berulang jika setiap sensor mendeteksi adanya barang sampai tombol stop ditekan.
 - 7) Untuk sistem HMInya, maka proses monitoring dalam jarak dekat digunakan 1 buah touch screen yang dapat dipilih mode otomatis atau manual. Touch screen ini digunakan untuk memonitor proses kerja tangan robot, konveyor1 dan konveyor2 secara otomatis dan mengendalikan tangan robot dan koveyor secara manual. Apabila mode manual dipilih maka untuk menjalankan masing-masing aktuator tidak memerlukan sensor tetapi hanya menekan tombol-tombol yang ada pada layar touch screen.

Penetapan alamat I/O PLC

PLC CJ1M digunakan sebagai pengendali tangan robot dan PLC

CSG1H digunakan untuk mengendalikan konveyor 1,2. Dalam sistem pengendalian tangan robot, ada 10 buah *input* yang digunakan sebagai sinyal masukan ke PLC CJ1M dan keluaran yang akan dikendalikan PLC CJ1M ada 8 buah *output*. Sedangkan dalam sistem kendali konveyor, ada 14 *input* yang digunakan sebagai sinyal masukan ke PLC CSG1H dan keluaran yang dikendalikan oleh PLC CSG1H ada 6 *output* yaitu berupa *relay*. Tabel *input* dan *output* PLC CJ1M dapat dilihat pada tabel 1 dan 2. Sedangkan tabel *input* dan *output* PLC CS1GH dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

Tabel 1. Alamat *Input* PLC PLC CJ1M

| No. | Input PLC | Alamat | Keterangan |
|-----|--------------------------------------|--------|--|
| 1. | Tombol Start | 1.00 | Menghidupkan sistem |
| 2. | Tombol Stop | 1.01 | Mematikan sistem |
| 3. | Sensor proximity | 1.02 | Mendeteksi benda yang bersifat logam/non-logam |
| 4. | Limit switch benda | 1.03 | Mendeteksi adanya benda |
| 5. | Limit switch samping kanan (LS2_TR) | 1.04 | Mendeteksi batas tangan robot bergerak ke samping kanan |
| 6. | Limit switch samping tengah (LS3_TR) | 1.05 | Mendeteksi batas tangan robot bergerak ke samping tengah |
| 7. | Limit switch samping kiri (LS4_TR) | 1.06 | Mendeteksi batas tangan robot bergerak ke samping kiri |
| 8. | Limit switch posisi atas (LS5_TR) | 1.07 | Mendeteksi batas atas tangan robot bergerak naik |
| 9. | Limit switch posisi tengah (LS6_TR) | 1.08 | Mendeteksi batas tangan robot bergerak ke tengah |
| 10. | Limit switch posisi bawah (LS7_TR) | 1.09 | Mendeteksi batas bawah tangan robot bergerak turun |

Tabel 2. Alamat *Output* PLC PLC CJ1M

| No. | Output PLC | Alamat | Keterangan |
|-----|----------------------------|--------|---|
| 1. | Lampu Hijau | 0.00 | Indikator sistem ON |
| 2. | Lampu Merah | 0.01 | Indikator sistem OFF |
| 3. | Relay tangan samping kanan | 0.03 | Mengendalikan motor tangan robot bergerak ke samping kanan/kiri |
| 4. | Relay tangan samping kiri | 0.04 | |
| 5. | Relay tangan jepit | 0.05 | Mengendalikan motor tangan robot |
| 6. | Relay tangan buka | 0.06 | menjepit/melepaskan benda |
| 7. | Katup Solenoid Atas | 0.07 | Mengendalikan motor tangan robot bergerak naik/turun |
| 8. | Katup Solenoid Bawah | 0.08 | |

Tabel 3. Alamat *Input* PLC PLC CS1GH

| No. | Input PLC | Alamat | Keterangan |
|-----|---|--------|--|
| 1. | Sensor depan konveyor1 | 0.00 | Mendeteksi benda di depan konveyor 1 |
| 2. | Sensor depan konveyor2 | 0.01 | Mendeteksi benda di depan konveyor 2 |
| 3. | Sensor rendah konveyor1 | 0.03 | Mendeteksi benda rendah di konveyor1 |
| 4. | Sensor sedang konveyor1 | 0.03 | Mendeteksi benda sedang di konveyor1 |
| 5. | Sensor tinggi konveyor1 | 0.04 | Mendeteksi benda tinggi di konveyor1 |
| 6. | Sensor rendah konveyor2 | 0.05 | Mendeteksi benda rendah di konveyor2 |
| 7. | Sensor sedang konveyor2 | 0.06 | Mendeteksi benda sedang di konveyor2 |
| 8. | Sensor tinggi konveyor2 | 0.07 | Mendeteksi benda tinggi di konveyor2 |
| 9. | Limit switch pendorong benda maju konveyor1 | 0.08 | Mendeteksi batas maju pendorong benda di konveyor1 |
| 10. | Limit switch pendorong benda mundur konveyor1 | 0.09 | Mendeteksi batas mundur pendorong benda di konveyor1 |
| 11. | Limit switch pendorong benda maju konveyor2 | 0.10 | Mendeteksi batas maju pendorong benda di konveyor2 |
| 12. | Limit switch pendorong benda mundur konveyor2 | 0.11 | Mendeteksi batas mundur pendorong benda di konveyor2 |
| 13. | Sensor akhir konveyor1 | 0.12 | Mendeteksi benda di akhir konveyor 1 |
| 14. | Sensor akhir konveyor2 | 0.13 | Mendeteksi benda di akhir konveyor 2 |

Tabel 4. Alamat *Output* PLC CS1GH

| No. | Output PLC | Alamat | Keterangan |
|-----|----------------------------------|--------|--------------------------------|
| 1. | Relay/konveyor1 | 1.00 | Mengendalikan motor konveyor 1 |
| 2. | Relay/konveyor2 | 1.01 | Mengendalikan motor konveyor 2 |
| 3. | Relay pendorong maju konveyor1 | 1.02 | Mengendalikan motor pendorong |
| 4. | Relay pendorong mundur konveyor1 | 1.03 | benda maju/mundur di konveyor1 |
| 5. | Relay pendorong maju konveyor2 | 1.04 | Mengendalikan motor pendorong |
| 6. | Relay pendorong mundur konveyor2 | 1.05 | benda maju/mundur di konveyor2 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe model DCS pada alat tangan robot pemisah benda menggunakan 2 buah PLC dan HMI telah berhasil dibuat dan dapat berfungsi sesuai deskripsi kerja yang diinginkan (lihat gambar 19).



Gambar 19. Prototipe Alat Model DCS

KESIMPULAN

1. *Programmable Logic Controller (PLC)* CJ1M dan CS1GH yang digunakan sebagai pengendali sistem dapat mengendalikan alat secara otomatis sesuai dengan deskripsi kerja dan bahasa pemrograman PLC yang digunakan *ladder diagram*.
2. Tangan robot dapat memisahkan benda logam/non-logam dari zona

stock barang menuju konveyor1 /konveyor2. Benda tersebut juga dapat dipisahkan kembali berdasarkan ketinggian (rendah, sedang dan tinggi).

3. Sinyal yang digunakan sebagai masukan PLC CJ1M untuk kendali tangan robot sebanyak 10 buah *digital input* yaitu terdiri dari 2 *push button*, 1 *sensor proximity* buah sensor logam dan 7 limit switch. Adapun sinyal keluaran yang dikendalikan oleh PLC CJ1M sebanyak 8 buah *digital output* yaitu berupa 2 lampu indikator, 4 *relay* yang berfungsi untuk menghidupkan motor tangan robot bergerak ke kanan/kekiri, menjepit/ melepaskan benda dan 2 *relay* yang berfungsi untuk menghidupkan katup solenoid agar tangan robot dapat bergerak naik/turun.
4. Sistem pneumatik dapat digunakan untuk menggerakkan naik/turunnya tangan robot dengan jenis katupnya 5/2 dan silinder ganda.
5. Sinyal yang digunakan sebagai masukan PLC CS1GH untuk kendali konveyor1 sebanyak 7 buah *digital input* yaitu terdiri dari 5 sensor *superbright* dan 2 limit switch. Adapun sinyal keluaran yang diperlukan untuk mengendalikan konveyor1 oleh PLC CS1GH sebanyak 3 buah *digital output* yaitu berupa *relay* yang berfungsi untuk menghidupkan motor konveyor1 dan pendorong benda maju/mundur. Sedangkan sinyal masukan dan keluaran yang diperlukan PLC CS1GH untuk mengendalikan konveyor2

- jumlahnya sama seperti konveyor1.
6. Sistem kendali terdistribusi (DCS) pada alat ini menggunakan komunikasi jaringan antar PLC (PLC CJ1M dan PLC CS1GH) melalui modul *controller link*, komunikasi NT link antara PLC CJ1M dan *touch screen*, komunikasi jaringan LAN antara komputer dan PLC CS1GH yang telah terhubung dengan hub switch melalui modul ethernet.
 7. Program HMI (*Human Machine Interface*) dapat digunakan untuk memonitor jalannya proses kerja alat dalam jarak dekat secara otomatis yang ditampilkan di layar *touch screen* dan juga dapat mengendalikan alat secara manual melalui touch screen.

W. Bolton., *Mechatronics*, Longman Group Limited, England, 1995.

Webb, John W., *Programmable Logic Controllers Principles and Application*. 3rd Edition. Prentice Hall Education, Career and Technology, New Jersey.1994.

DAFTAR RUJUKAN

Mehta, V.K., Rohit Mehta., *Principles of Electrical Machines*, S.Chand & Company Ltd, New Delhi, 2002.

Omron, Operation Manual Sysmac CJ series, Programmable Controller, Edisi Revisi, Januari 2003.

Omron, Operation Manual Sysmac CJ series, DeviceNet Units, Edisi Revisi, Januari 2003.

Omron, Operation Manual NS series, Programmable Terminal, Edisi Revisi, Januari 2003.

Sandy Halim, ST, *Merancang Mobile Robot Pembawa Objek menggunakan OOPic-R*, Elexmedia Komputindo, Jakarta, 2007.