

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SCADA PADA MINI PLAN SORTING KAYU MENGUNAKAN LABVIEW

SCADA DESIGN ANAD IMPLEMENTATION ON WOOD SORTING MINI PLANT USING LABVIEW

Rizal Afyudin¹, Junartha Halomoan M.T², Erwin Susanto Ph.D³

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

¹ rizalafyudin@telkomuniversity.ac.id, ² junartha.halomoan@telkomuniversity.ac.id,

³ erwin.susanto@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara exportir kayu ke beberapa negara di benua amerika dan asia. Kayu yang diekspor salah satunya dalam bentuk 20cm x 8cm x 0.5cm. Kayu tersebut diseleksi dengan cara manual melalui penglihatan manusia pada penampakan kulit, warna teras, arah serat dan ada tidaknya getah. Tingkat akurasi identifikasi kualitas kayu yang dilakukan melalui penglihatan manusia dapat dipengaruhi oleh kemampuan penglihatan manusia dan kebutuhan target jumlah kayu yang harus diidentifikasi oleh pekerja sehingga dapat menyebabkan hasil seleksi yang berbeda-beda. Oleh karena itu, sistem otomasi industri atau *mini plant* sangat dibutuhkan untuk melakukan identifikasi kualitas kayu dengan akurasi tinggi dan melakukan pemisahan secara otomatis. Penelitian ini difokuskan pada Pembuatan *mini plant* pada bagian proses pemisahan hasil kualitas kayu dengan program LabView berbasis HMI (*Human Machine Interface*) dan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Berdasarkan hasil pengujian disimpulkan bahwa sistem bekerja cukup baik, hanya saja proses pengiriman data dari LabView ke PLC atau sebaliknya terjadi *delay*, *delay* yang terjadi pada pengiriman data dari LabView ke PLC sebesar +/- 0.3 detik, dan pengiriman data dari PLC ke LabView sebesar +/- 1 detik, yang mengakibatkan proses *monitoring* sedikit terlambat. Pada *conveyor* terdapat getaran rantai yang diakibatkan rantai terlalu panjang dan jumlah *sprocket* sebagai penyangga kurang banyak sehingga terkadang kayu jatuh saat proses *sorting*.

Kata kunci : *Sorting*, SCADA, PLC, Labview, *delay*, konveyor

Abstract

Indonesia is one of the exporters of wood to several countries in American continent and Asia. The wood is exported one of them in the form of 20cm x 8cm x 0.5cm. The wood is selected by user through the human visual on appearance of the surface, color of the terrace, the direction of the fiber and existence of sap. The level accuracy of identification of the wood done through human vision can be affected by the ability of human vision and the needs of the target amount timber to be identified by workers that can lead to result different selection. Therefore, industrial automation system or mini plant is needed to identify the quality of wood with high accuracy and perform automatic separation. This research is focused on making mini plant for the separation process result wood quality with LabView program based HMI (Human Machine Interface) and SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Based on test result is concluded that the system work pretty well, just the process of sending data from LabView to PLC or contrary occurs have delay, delay that occurs in the data transmission from PLC to LabView of +/- 1 second and delay that occurs in the data transmission from LabView to PLC of +/- 0.3 second, which resulted in the monitoring process a bit delayed. At the chain conveyor has vibration caused there too long and sprocket as a buffer amount less much so that timber falling sometimes in sorting process.

Keywords : *Sorting*, SCADA, PLC, Labview, *delay*, konveyor

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara exportir kayu ke beberapa negara di benua amerika dan asia. Kayu yang diekspor salah satunya dalam bentuk 20cm x 8cm x 0.5cm. Kayu tersebut diseleksi dengan cara manual melalui penglihatan manusia pada penampakan kulit, warna teras, arah serat dan ada tidaknya getah. Tingkat akurasi identifikasi kualitas kayu yang dilakukan melalui penglihatan manusia dapat dipengaruhi oleh kemampuan penglihatan manusia dan kebutuhan target jumlah kayu yang harus diidentifikasi oleh pekerja sehingga dapat menyebabkan hasil seleksi yang berbeda-beda. Oleh karena itu, sistem otomasi industri atau *mini plant* sangat dibutuhkan untuk melakukan identifikasi kualitas kayu dengan akurasi tinggi dan melakukan pemisahan secara otomatis. Proses identifikasi kayu berkaitan dengan proses pengolahan citra digital. Sedangkan proses pemisahan merupakan proses *mini plant* yang menerima hasil data pengolahan citra kemudian melakukan pemisahan kayu berdasarkan kualitasnya dengan melibatkan perangkat aktuator seperti motor (untuk *conveyor*) dan pneumatik (untuk meletakan kayu ke dalam tempat penampungan). Untuk mengendalikan perangkat aktuator, sebuah pengendali dibutuhkan. Pengendali yang digunakan berupa PLC (*programmable logic controller*). Penelitian ini difokuskan pada Pembuatan *mini plant* pada bagian proses pemisahan hasil kualitas kayu dengan program LabView berbasis HMI (*Human Machine Intrrface*) dan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasi sebuah *mini plant* dengan basis HMI dan SCADA menggunakan LabView untuk identifikasi jenis kayu.

Dalam penelitian ini akan dibuat sistem HMI SCADA menggunakan LabView yang dapat mengawasi, mengontrol, dan mengambil data hasil identifikasi jenis kayu, membuat komunikasi antara program Labview dan PLC agar dapat mengatur kecepatan motor dan pneumatik, dan merancang program supaya kayu dapat tersorting sesuai dengan jenisnya.

Metode penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah, studi literatur, analisis masalah, perancangan, dan simulasi alat.

2. Dasar Teori

2.1 SCADA^[5]

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) adalah suatu sistem pengakuisisian data yang digunakan sebagai *control* dari sebuah obyek. Sistem SCADA yang paling sederhana adalah sebuah rangkaian tunggal yang dapat memberitahu sebuah kejadian (*event*). Sebuah sistem SCADA skala-penuh mampu memantau dan (sekaligus) mengontrol proses yang jauh lebih besar dan kompleks. Sebuah sistem SCADA memiliki 4 (empat) fungsi, yaitu:

1. Akuisisi Data,
2. Komunikasi data jaringan,
3. Penyajian data, dan
4. Kontrol (proses).

Manfaat dari SCADA yaitu :

- Memudahkan operator untuk memantau keseluruhan jaringan tanpa harus melihat langsung ke lapangan.
- Memudahkan pemeliharaan, terutama yang memerlukan pemadaman.
- Mempercepat pemulihan gangguan.

2.2 LabView^[7]

Labview (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbrnch*) adalah software yang dikembangkan oleh *National Instrument* yang berupa pemrograman visual dimana pengguna program cukup memasukan logika-logika dalam suatu bidang yang dieksekusi. Seperti bahasa pemrograman lainnya, yaitu C++, Matlab, Visual Basic, Labview juga mempunyai fungsi dan peranan yang sama, perbedaannya bahwa Labview menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau *block diagram*, sementara bahasa pemrograman lainnya berbasis teks. Program Labview dikenal dengan sebutan *VI* atau *Virtual Instrument* karena penampilannya dan operasinya dapat meniru sebuah *Insrument*.

user membuat *user interface* atau *front panel* dengan menggunakan kontrol dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs, push buttons, dials* dan peralatan input lainnya, sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah *graph, LEDs* dan peralatan display lainnya. Setelah menyusun *user interface* lalu *user* menyusun blok diagram yang berisi kode-kode *VI* untuk mengontrol *front panel*.

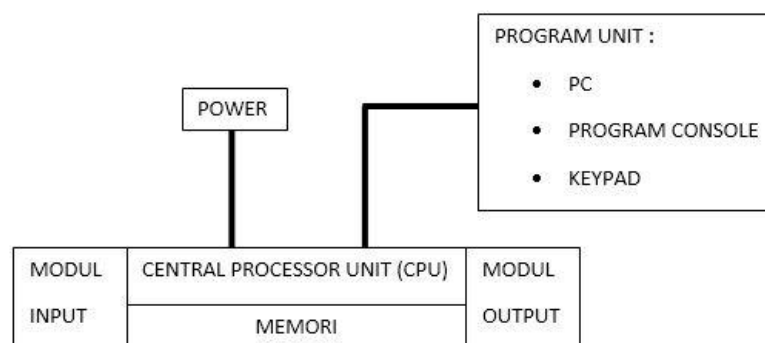
2.3 Programmable Logic Control (PLC)^[10]

a. Pengertian PLC

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan sederetan rangkaian relay yang ada pada sistem kontrol konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, misalnya menghidupkan atau mematikan keluaran. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah ladder diagram yang berisi perintah yang harus dijalankan oleh PLC. Dengan kata lain PLC menentukan aksi yang harus dilakukan pada instrument keluaran yang berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati.

b. Arsitektur PLC

Bagian utama PLC yaitu *Central Processing Unit (CPU)*, *Memory* dan Modul *input/output* serta Port komunikasi untuk keperluan pemrograman yang dapat dilakukan dengan menggunakan alat (programming unit). Pada beberapa jenis PLC untuk keperluan pemrograman juga disediakan *keypad* dan *screen*. Selain itu untuk keperluan operasinya PLC juga memiliki sumber catu daya (*power supply*) yang akan mengubah tegangan AC menjadi tegangan yang sesuai dengan yang dibutuhkan oleh komponen PLC. Bagian PLC tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.1 Arsitektur PLC

c. Central Processor Unit

Central Processor Unit (CPU) mengatur dan mengawasi seluruh operasi PLC sehingga respon PLC terhadap sistem yang dikontrol sangat tergantung pada kecepatan CPU. PLC yang mampu melakukan operasi kompleks pada kecepatan tinggi pada umumnya mempunyai CPU yang dibentuk dari mikroprosesor berkemampuan tinggi.

d. Memory

Memory PLC terdiri dari *memory* sistem operasi dan *memory* data. *Memory* sistem operasi adalah *memory* tempat menyimpan program yang mengendalikan operasi PLC. *Memory* data adalah *memory* sebagai lokasi penempatan program yang dibuat dan berfungsi sebagai *buffer* sementara atas kondisi *input/output* dan status fungsi-fungsi internal PLC.

e. Unit Input Output (I/O)

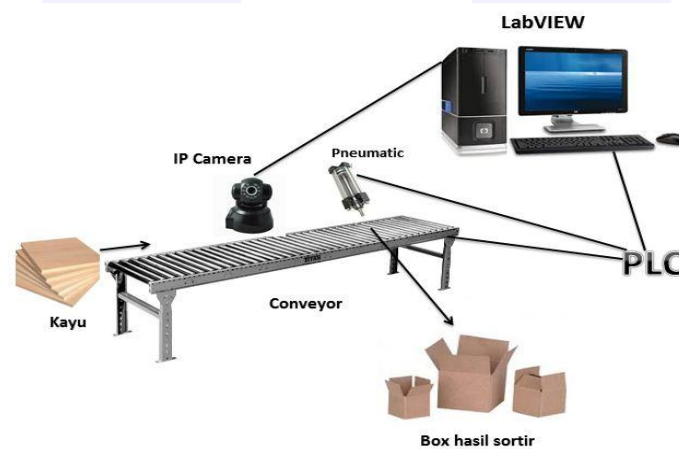
Unit input/output merupakan sistem mikroelektronika. *Unit output* yang umumnya digunakan untuk menggerakkan aktuator yang berfungsi sebagai saklar ON/OFF (*output level logika*) atau sebagai penggerak yang level *output*nya dapat diatur dalam jangkauan (*range*) dan langkah (*step*) tertentu (*output level analog*). Modul *input* akan mengirimkan parameter dan statusnya ke *memory* untuk dapat diproses oleh CPU sesuai dengan parameter operasi program, hasilnya akan dikirimkan kembali ke *memory* untuk mengupdate status output sesuai dengan parameter atau status yang diperoleh dari CPU. Jumlah *input/output* yang diidentifikasi pada suatu PLC umumnya bukan merupakan jumlah *unit input/output* yang terpasang, tetapi jumlah *unit input/output* maksimum yang dapat ditangani oleh CPU. *Unit input/output* umumnya dirancang modular agar penggunaannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem kendali.

2.4 NI OPC Server^[3]

NI OPC Server memiliki *driver* OMRON FINS *Ethernet* yang dapat menghubungkan komunikasi antara OMRON CJ1M- CPU11-ETN21 PLC dengan LabVIEW. OMRON memiliki FINS *gateway*, *software interface* yang dapat melakukan komunikasi dengan PLC dan *software* OMRON CX-Programmer melalui jaringan *Ethernet*. Dengan *driver* OMRON FINS *Ethernet* pada NI OPC Server pengguna dapat *men-setup server* hanya dengan melakukan beberapa *setup* sederhana dan membuat *tag variabel* yang dapat dihubungkan langsung ke *register* yang disebut sebagai OPC *tag*. NI OPC Server juga memiliki NI OPC *Quick Client* yang memungkinkan pengguna untuk memantau status PLC secara *real-time*.

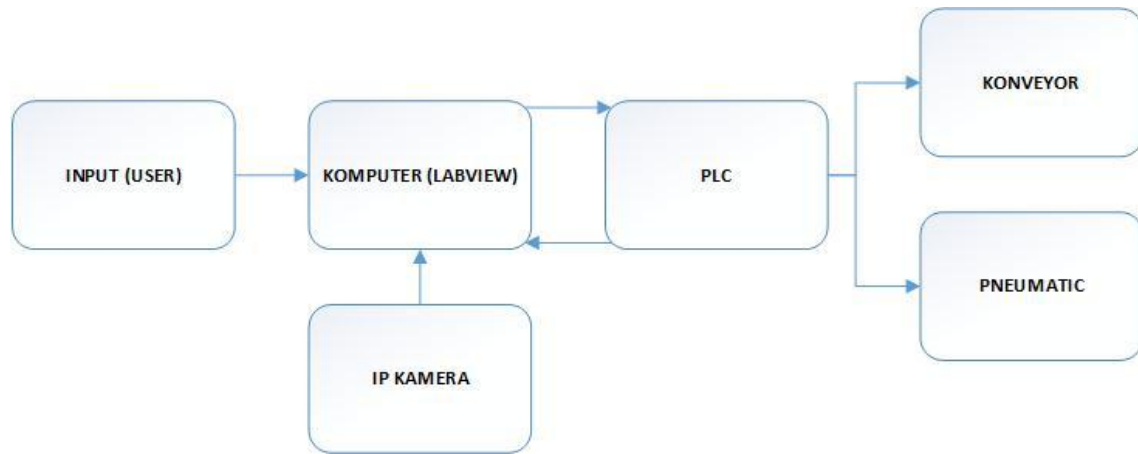
3 Perancangan dan Realisasi

3.1 Perancangan Sistem



Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

Gambar 3.1 menjelaskan sistem ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan juga perangkat lunak (*software*). Sistem ini menggunakan sensor *photoelectric* sebagai input untuk menghitung jumlah kayu dan sebagai pemicu supaya pneumatik menembak, sensor tersebut ada 4 buah. Kontroller yang digunakan adalah PLC Omron CJ1M. Komunikasinya menggunakan kabel Ethernet dengan aplikasi NI OPC Server 2013 sebagai penghubung antara LabView dan PLC Omron CJ1M. Proses identifikasi kamera menggunakan AXIS ipcam, aktuator yang digunakan adalah Motor DC sebagai penggerak konveyor dan Pneumatik untuk memisahkan kayu yang telah diidentifikasi oleh kamera, Program di masukan kedalam CX-Programmer dan LabView 2013, pada sistem ini tidak mencakup bagian identifikasi kamera. Proses yang berjalan dalam sistem bisa di monitoring dalam Labview 2013. Diagram blok sistem sorting kayu dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.

Prinsip kerja sistem secara keseluruhan adalah, *user* memberikan masukan berupa kayu yang akan di *sorting* dan kecepatan konveyor pada LabView, LabView akan memberikan perintah kepada PLC kemudian konveyor akan berjalan dan kayu akan keluar dari tempat penyimpanan kayu di tembak oleh pneumatik, kayu akan bergerak menuju kamera dan akan diidentifikasi oleh labview untuk menentukan jenis kayu dan pneumatik akan menembak sesuai tempat pengelompokan yang sudah ditentukan, hasil data *sorting* akan dikirim dari PLC ke LabView, LabView dan PLC melakukan komunikasi dua arah (bolak-balik), setelah kondisi *input* terpenuhi sistem akan berhenti secara otomatis.

3.2 Pembuatan Mekanik Konveyor

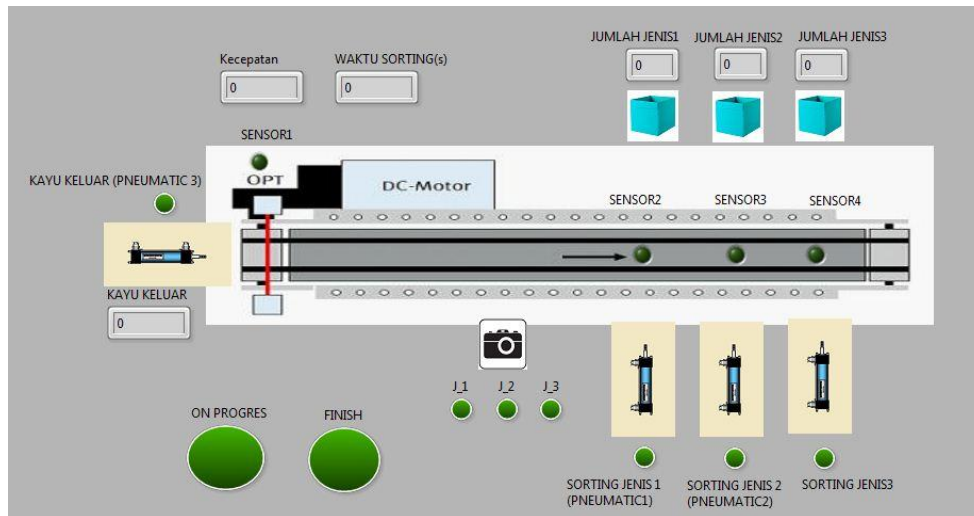


Gambar 3.3 Perancangan Konveyor

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa konveyor ini memiliki panjang 2m, lebar 27cm, dan tinggi 55cm, pada konveyor digunakan rantai supaya benda (kayu) yang berjalan di konveyor bisa di capture dari atas dan bawah, ada 8 buah sprocket pada konveyor ini, 1 buah gearbox 1:10 supaya kerja dari motor lebih ringan dan memperlambat kecepatan motor, 1 buah tempat peletakan kayu yang bisa memuat sampai 30 kayu, 3 pasang *valve* dan pneumatik, dan 4 buah sensor *photoelectric*.

3.3 Pembuatan HMI

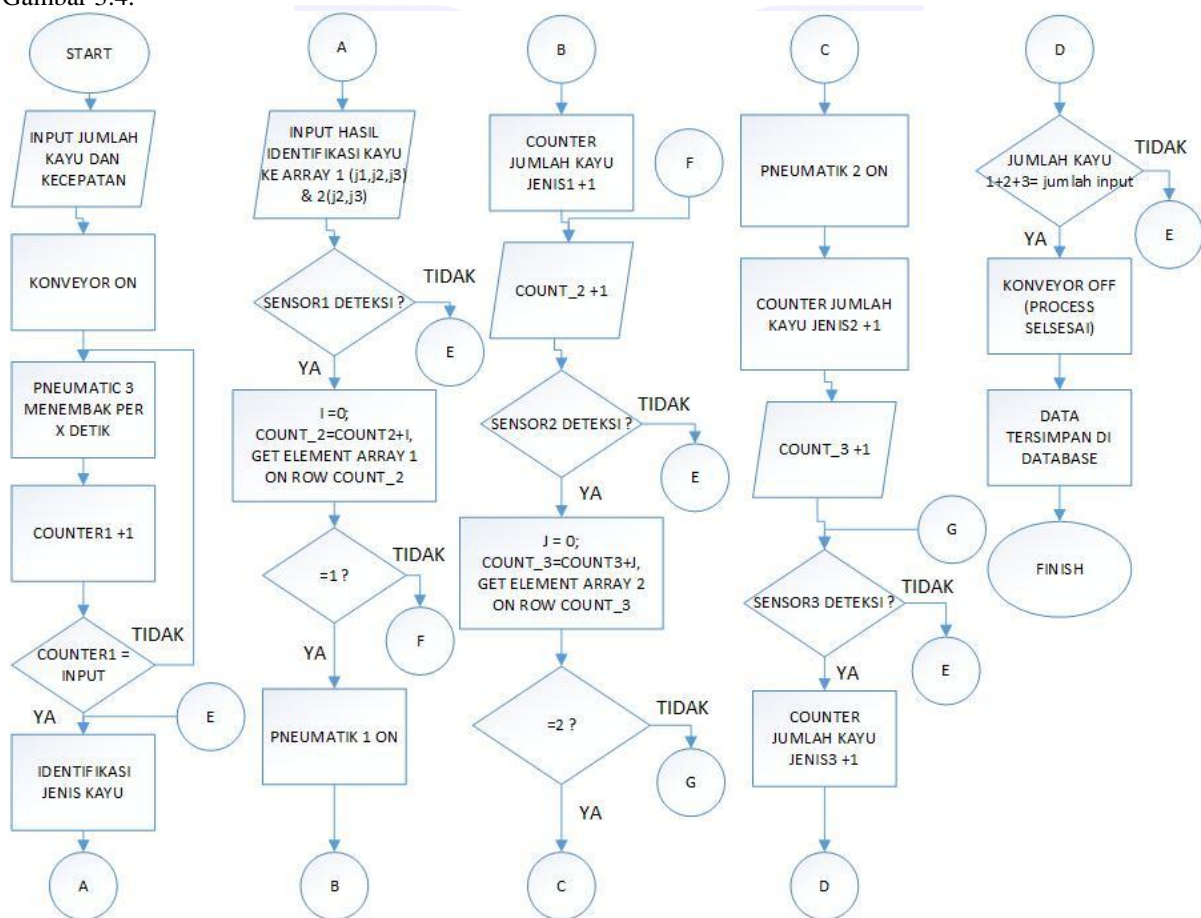
HMI dibuat supaya dapat mempermudah proses *monitoring* yang sedang terjadi pada saat proses *sorting*. Gambar pada HMI dibuat seperti konveyor yang sebenarnya. Hasil pembuatan HMI dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Hasil Pembuatan HMI

3.4 Perancangan Software

Pembuatan program dilakukan pada aplikasi Labview dan CX-Programmer, bahasa pemrograman yang dipakai adalah Ladder diagram dan Function blok diagram, program dibuat dalam dua aplikasi karena program lebih baik ketika di buat pada aplikasi CX-programmer tapi ada beberapa fungsi yang tidak bisa dibuat di CX-programmer seperti pembuatan *array*, *database* dan lain-lain. Perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 3.4.



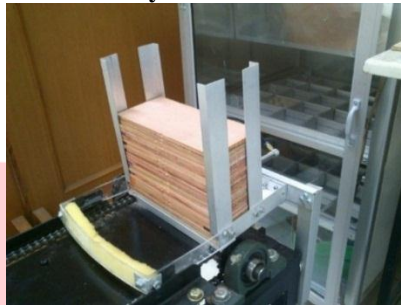
Gambar 3.5 Flowchart Perancangan Software

Program dimulai dengan *input* berupa jumlah kayu yang akan di *sorting* dan kecepatan yang akan digunakan dalam proses *sorting*, setelah itu tekan tombol start maka konveyor akan berjalan dan pneumatik3 akan

menembak kemudian mengeluarkan kayu dari tempatnya per x detik sampai jumlah tembakan sama dengan jumlah input, selanjutnya kayu akan diidentifikasi, hasil identifikasi akan disimpan dalam 2 array, array yang pertama untuk mencari kayu jenis1 dan array yang kedua untuk mencari kayu jenis 2, jika sensor satu deteksi kayu maka akan mendeteksi nilai (element) pada array1 baris ke-n (sesuai jumlah *counter_1*) dimulai dari 0, apabila nilai (element) baris n pada array1 =1 maka pneumatik1 akan menembak, jumlah count_2= +1, selanjutnya sensor 2 akan mendeteksi kayu maka akan mendeteksi nilai (element) pada array2 baris ke-n (sesuai jumlah *counter_2*) dimulai dari 0, apabila nilai pada array2 =2 maka pneumatic2 akan menembak, jumlah count_3= +1, selanjutnya kayu akan melewati sensor 3 dan otomatis akan terdeteksi sebagai kayu jenis3, apabila jumlah dari kayu jenis1, jenis2, dan jenis3 sama dengan jumlah input (kayu yang akan *disorting*) maka konveyor akan berhenti dan program akan berhenti dan data hasil identifikasi akan di simpan di Microsoft access.

4 Pengujian dan Analisis

4.1 Pengujian dan Analisis Tempat Peletakan Kayu



Gambar 4.1 Tempat Peletakan Kayu

Bertujuan untuk mengetahui apakah pneumatik dapat menembak per x detik sebanyak n kali dan berapa jumlah kayu yang bisa ditumpuk supaya pneumatik dapat menembak dengan baik.

Pengujian dilakukan dengan Kayu ditumpuk secara bertahap dari satu sampai pneumatik tidak dapat lagi menembak dengan baik. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Tumpukan Kayu

No.	Jumlah Kayu	Banyak Percobaan	Berhasil	Gagal
1.	5	5	5	0
2.	10	5	5	0
3.	15	5	5	0
4.	20	5	5	0
5.	25	5	5	0
6.	26	5	2	3
7.	27	5	1	4

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa jumlah maksimal kayu yang dapat ditumpuk adalah 25 buah karena semakin banyak jumlah kayu maka beban yang harus di tembak pneumatik semakin besar.

4.2 Pengujian Rpm

Bertujuan untuk mengetahui berapa nilai rpm pada beberapa nilai ADC yang di masukan.

Tabel 4.2 Pengujian Rpm

No	Nilai ADC	Nilai rpm
1	1200	30
2	1300	52,5
3	1400	67,5
4	1500	75
5	1600	90
6	1700	105
7	1800	120

Tabel 4.2 menunjukkan bahawa nilai rpm yang didapat tidaklah presisi karena resolusinya adalah 7.5 rpm, baling-baling yang dipakai hanya terdiri dari 4 lubang dan apabila menggunakan *rotary encoder* yang dipasaran PLC tidak dapat menghitung counter dengan baik karena PLC yang digunakan tidak memiliki fitur *High Speed Counter*.

4.3 Pengujian dan Analisis Konveyor

Bertujuan untuk menentukan berapa kayu yang jatuh saat konveyor bergerak pada kecepatan berbeda.

Pengujian dilakukan dengan *User* memberikan *input* berupa nilai ADC antara 0-4000, dan akan dihitung berapa kayu yang jatuh saat proses sorting (tanpa ditembak pneumatik). Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Konveyor

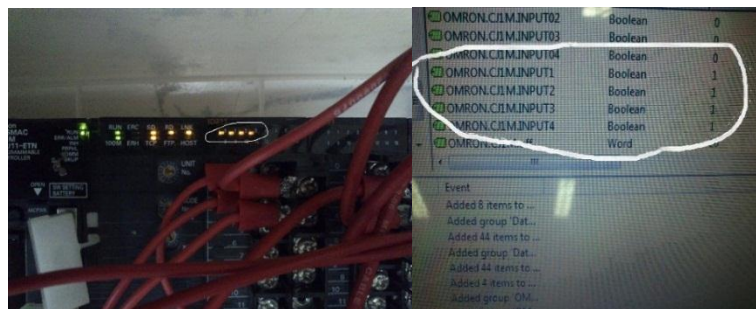
No.	Input ADC	Jumlah kayu	Kayu jatuh
1.	1400	20	0
2.	1900	20	2
3.	2400	20	3
4.	2900	20	1
5.	3400	20	1

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pada beberapa pengujian konveyor ada kayu yang jatuh dikarenakan rantai konveyor bergetar dan terlalu panjang serta kurangnya jumlah sprocket sebagai penyangga rantai.

4.4 Pengujian dan Analisis komunikasi NI OPC Server

Bertujuan Untuk mengetahui keberhasilan data yang dikirim dari labView ke PLC dan sebaliknya, serta delay yang terjadi dalam sistem.

Pengujian dilakukan dengan cara membuka aplikasi labview dan pastikan semua koneksi sudah tersambung dengan baik, data yang dikirim dapat dilihat melalui OPC *Quick Client*, berikut adalah contoh data PLC yang sudah terkirim ke LabView.



Gambar 4.2 Pengujian OPC

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa data dari PLC dapat dibaca oleh OPC *Quick client* jadi dapat disimpulkan bahwa komunikasi dari PLC ke labview berjalan dengan baik.

Untuk pengujian delay, buka program OPC *Quick Client* dan jalankan sebuah program pada sistem, kemudian hitung berapa lama nilai pada OPC *Quick Client* berubah sejak *input* ditekan. Hasil pengukuran *delay* pada dapat dilihat pada tabel 4.4, 4.5, dan 4.6.

Tabel 4.4 Pengukuran Delay LabView-PLC-LabView

No.	Delay
1	1,98s
2	2,11s
3	2,14s
4	2,10s
5	2,20s

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa delay yang terjadi pada sistem adalah sekitar 2 detik.

Tabel 4.5 Pengukuran Delay Labview ke PLC

No.	Delay
1	0.31s
2	0.29s
3	0.33s
4	0.32s
5	0.36s

Tabel 4.6 Pengukuran Delay PLC ke Labview

No.	Delay
1	1.35s
2	1.03s
3	0.81s
4	0.81s
5	1.26s

Tabel 4.5 dan 4.6 menunjukkan bahwa *delay* yang terjadi pada pengiriman data dari LabView ke PLC lebih kecil dari PLC ke Labview.

4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Bertujuan untuk mengetahui apakah sistem keseluruhan sudah berjalan dengan baik.

Pengujian dilakukan dengan beberapa kali percobaan dengan jumlah kayu yang berbeda-beda dan dihitung berapa kesuksesan sistem ini dalam *sorting* kayu.

Kecepatan 1600 ADC;

Tabel 4.7 Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Jumlah Kayu	Jumlah percobaan	Berhasil	Gagal	(%) keberhasilan
1	4	5	4	1	80%
2	8	5	4	1	80%
3	12	5	3	2	60%
4	16	5	4	1	80%
5	20	5	3	2	60%

Tabel 3.4 menunjukkan bahwa sistem bekerja cukup baik hanya kadang terjadi kegagalan yang disebabkan oleh kayu yang jatuh dan miring karena rantai konveyor yang bergetar dan error pada program. Persentase keberhasilan berkisar 60-80%.

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan sistem *sorting* kayu otomatis ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem *sorting* menggunakan pengurutan berdasarkan urutan pada array berjalan dengan baik.
2. Delay yang terjadi saat pengiriman data dari PLC ke Labview lebih lama dari LabView ke PLC.
3. Maksimal kayu yang dapat ditumpuk pada tempat peletakan kayu adalah 25 buah.
4. Pada system *sorting* ada beberapa faktor yang membuat proses *sorting* gagal, diantaranya *delay*, rantai konveyor yang bergetar, jumlah kayu yang disorting, dan kecepatan yang dipakai.
5. Persentase keberhasilan sistem keseluruhan berkisar 60-80%.

5.2 SARAN

Pengembangan selanjutnya untuk optimasi dari *system sorting* kayu otomatis ini dan penyempurnaan sistem secara keseluruhan, dapat dilakukan dengan cara :

1. Pada konveyor dilengkapi dengan lebih banyak *sprocket* sebagai penyangga supaya rantai pada saat proses *sorting* tidak bergetar.
2. Sebaiknya pembuatan program dilakukan pada PLC dan meminimalisir pembuatan pada LabView, labview dijadikan sebagai monitoring saja, karena dapat membuat *delay* semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bindu pillai, Vishal Mehta, Nilam Pathel, 2012. *Development of supervisory Control and data acquisition system for Laboratory Based Mini Thermal Power Plant Using Labview*, International journal of Emerging Technology and Advanced Engineering,
2. Haider Ali, Ahmed Ali, Riaz UI Hassnain Syed, Ajmal Khan, Ihsanullah Khan, 2011 *SCADA Implementation of Industrial Temperature Automation*, IJCNS international journal of Computer Science and Network Security, vol. 11.
3. Barsoum Nader N., Chin Pin Rui, 2011. *Ethernet Control AC Motor via PLC Using LabView*, Inteligent Control and Automation.
4. Clark, Cory L. 2005. *LabVIEW Digital Signal Processing and Digital Communication*. McGraw-Hill Companies, USA. Communication Conference -Track 5 – Communication and Network Systems, page 2211-2215.
5. C.K.Mmata, P.Karimi, G.Nyakoe. *Design, Fabrication and Testing of a Human Machine Interface SCADA System for Process Control*. Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Nairobi, Kenya.
6. Kurniawan Muhammad Sapon, Setiawan Iwan, Triwiyatno Aris. 2012. *Perancangan Simulasi Supervisory and Data Acquisition Pada Prototype Sitem Listrik Redudant*. Ejournal undip.
7. Khayrunissa 2014, Makalah SCADA [online] Available at : <http://www.scribd.com/doc/221835678/97997492-Makalah-SCADA/> [Accessed April 2014].
8. Fargo controls, OPERATING PRINCIPLES FOR PHOTOELECTRIC SENSORS [online] Available at : http://www.fargocontrols.com/sensors/photo_op.html [Accessed April 2014].
9. Anonim, Labview, [online] Available at : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/17511/3/Chapter%20II.pdf> [Accessed Mei 2014].
10. Elektro mekanik (2012), prinsip kerja solenoid valve pneumatic [online] Available at : <http://electric-mechanic.blogspot.com/2012/09/prinsip-kerja-solenoid-valve-pneumatic.html> [Accessed November 2014].
11. RC Utomo (2013), PLC [online] available at : eprints.undip.ac.id/41701/12/BAB_II.pdf [Accessed Mei 2014].
12. datasheet OMRON CJ1W-AD021
13. datasheet OMRON CJ1M-CPU11
14. datasheet OMRON CJ1W-ID211
15. datasheet OMRON CJ1W-OC211