

## PENGGUNAAN *HUMAN MACHINE INTERFACE* UNTUK SIMULASI PENGOLAHAN MINYAK KELAPA SAWIT

Stefan Adriel<sup>1</sup>, Melisa Mulyadi<sup>2</sup>, V. Budi Kartadinata<sup>3</sup>,  
Linda Wijayanti<sup>4</sup>

Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya – Jakarta  
Email: [melisa.mulyadi@atmajaya.ac.id](mailto:melisa.mulyadi@atmajaya.ac.id)

### ABSTRAK

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan dalam industri, proses yang semula dikerjakan oleh manusia telah beralih ke sistem otomasi. Dalam makalah ini penerapan sistem otomasi dilakukan terhadap proses pengolahan minyak kelapa sawit. Sistem dibuat dalam bentuk simulasi sistem otomasi menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Human Machine Interface* (HMI). Otomasi proses pengolahan kelapa sawit menggunakan PLC dengan bantuan perangkat lunak Unity Pro XL, pemantauan proses menggunakan HMI dengan bantuan perangkat lunak Vijeo Designer Basic, dan input analog disimulasikan menggunakan potensiometer. PLC menerima dan mengolah data baik dari input analog maupun dari HMI. Proses pemasakan dan pengekstrakan minyak kelapa sawit yang dilakukan oleh PLC ditampilkan pada HMI. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa PLC dapat berkomunikasi dengan HMI dan HMI dapat menampilkan proses yang terjadi pada pengolahan minyak kelapa sawit.

**Kata kunci:** PLC, HMI, kelapa sawit, pemasakan, pengekstrakan.

### ABSTRACT

*Technological developments have brought changes in the industry, the process that was originally done by humans has turned to the automation system. In this paper the application of the automation system is carried out on the processing of palm oil. The system is made in the form of a simulation of an automation system using the Programmable Logic Controller (PLC) and Human Machine Interface (HMI). Automation of palm oil processing using PLC with the help of Unity Pro XL software, monitoring processes using HMI with the help of Vijeo Designer Basic software, and analog input simulated using a potentiometer. PLC receives and processes data from both analog inputs and from HMI. The process of cooking and extracting palm oil carried out by the PLC is displayed on the HMI. From the test results, it is known that the PLC can communicate with HMI and HMI can display the processes that occur in palm oil processing.*

**Keywords:** PLC, HMI, palm oil, cooking, extraction.

### I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan ketatnya persaingan di bidang industri telah mendorong terjadinya perubahan di industri. Proses industri yang semula dikerjakan manusia telah diotomatisasi untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas.

Salah satu industri yang telah

menerapkan sistem otomasi adalah industri pengolahan minyak kelapa sawit. Pengolahan kelapa sawit sampai mengeluarkan minyak melalui beberapa tahapan proses. Diawali dengan proses pemasakan buah kelapa sawit yang baru dipanen agar tandannya melunak sehingga mudah memisahkan buah dari tandannya, kemudian daging buah dirontokkan

dan diaduk. Terakhir dilakukan pengepresan agar daging buah mengeluarkan minyak. Pada makalah ini dibuat simulasi proses pengolahan minyak kelapa sawit menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendali dan *Human Machine Interface* (HMI) untuk menampilkan proses secara *real time*.

## II. TEORI DASAR

### A Proses Pembuatan Minyak Kelapa Sawit

Secara umum pengolahan kelapa sawit sampai menjadi minyak meliputi pemasakan, perontokan, pengadukan, dan pengepresan. Proses pemasakan menggunakan tekanan dari uap air rebusan untuk melunakan tandan dan daging buah kelapa sawit agar mudah memisahkan tandan dan daging buahnya. Tekanan uap air diatur sesuai dengan batas tekanan yang sudah ditentukan. Proses pengolahan minyak kelapa sawit diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok proses pengolahan minyak kelapa sawit

### B Programmable Logic Controller (PLC)

*Programmable Logic Controller* (PLC) merupakan peralatan yang dirancang untuk mengendalikan suatu proses atau mesin [1]. PLC dilengkapi dengan *power supply*, CPU, dan modul input/output baik yang bersifat digital maupun analog. Pada simulasi ini digunakan PLC Schneider tipe

M340 seperti yang ditunjukkan Gambar 2. PLC ini merupakan PLC modular yang masing-masing komponennya masih terpisah sehingga lebih memudahkan untuk penambahan modul input maupun outputnya.



Gambar 2 PLC Schneider tipe M340

### C Human machine interface (HMI)

*Human Machine Interface* (HMI) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dengan mesin/peralatan. HMI memvisualisasikan kondisi suatu proses di industri secara *real time* dalam bentuk *graphic user interface* (GUI) sehingga memudahkan manusia untuk mengendalikan mesin [2]. Sistem HMI bekerja secara *online* dan *real time* dengan membaca data yang dikirimkan melalui I/O port dari PLC. Selain itu HMI juga bisa menjadi input untuk PLC [3]. HMI yang digunakan adalah Vijeo Designer Basic 1.1 dari Schneider Electric.

### D. Sensor Ketinggian Air

Sebagai sensor ketinggian air digunakan sensor ultrasonik. Gelombang ultrasonik yang dihasilkan memiliki frekuensi tertentu (umumnya 40 kHz). Bila gelombang ultrasonik yang dipancarkan mengenai objek dan kembali ke penerima, maka jarak

/ketinggian objek dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

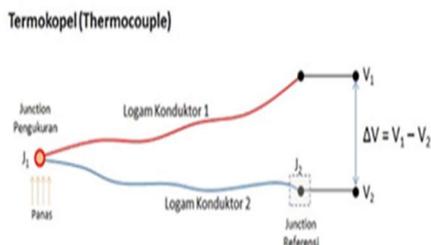
$$s = v \cdot \frac{t}{2} \quad (1)$$

dengan :

- S : Jarak antara penerima dengan objek (m)
- v : Kecepatan gelombang bunyi (340 m/s)
- t : Waktu antara saat gelombang yang dipancarkan sampai diterima kembali (s)

### E Sensor Suhu

Sensor suhu menggunakan termokopel seperti yang ditunjukkan Gambar 3. Termokopel terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan salah satu ujungnya digabungkan. Kawat yang satu berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan, sedangkan kawat lainnya sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas.



Gambar 3 Termokopel

### F. Sensor Tekanan

Sensor tekanan berfungsi untuk mengukur tekanan dalam tangki dengan cara mengubah sinyal mekanis yang berupa tekanan menjadi sinyal listrik atau arus. Sistem yang demikian disebut P/I (Pressure to Current). Pada simulasi ini, sensor tekanan dengan batas pengukuran sebesar 10 bar atau 145 psi disimulasikan menggunakan potensiometer 10 k $\Omega$  dengan baterai 9V.

### G. Sensor Air

Sensor air digunakan untuk mendeteksi keberadaan air pada tangki. Output sensor air ini berlogika 1 jika terkena air dan jika sebaliknya berlogika 0.

### H. Flowmeter

*Flowmeter* berfungsi untuk mengukur aliran dari suatu fluida baik *liquid* ataupun gas. Salah satu metode pengukuran aliran fluida adalah menggunakan tachogenerator yang memiliki baling-baling. Saat aliran fluida memutar baling-baling, maka pada tachogenerator dihasilkan besaran listrik. *Flowmeter* juga disimulasikan menggunakan potensiometer 10 k $\Omega$  dan baterai 9 V.

### I. Katup Otomatis

Katup otomatis merupakan keluaran yang diatur oleh PLC. Katup otomatis digunakan untuk mengurangi pekerjaan manusia dan meningkatkan ketepatan waktu kerja katup [4]. Katup yang sering digunakan adalah katup solenoid. Ketika solenoid diberi aliran listrik, maka akan dihasilkan gelombang elektromagnetik yang akan menarik katup sehingga air akan mengalir [5]. Katup otomatis disimulasikan dengan lampu indikator pada HMI.

### J. Pemanas

Pemanas (*burner*) digunakan untuk menaikkan suhu tangki dan membuat air pada tangki menguap sehingga tekanan tangki naik. Pemanasan dilakukan sampai suhu tangki pemasakan mencapai 80°C. Pemanas disimulasikan pada HMI.

### III PERANCANGAN SISTEM

#### A. Konsep Perancangan

Sistem yang dibuat merupakan simulasi sistem otomatis pengolahan minyak kelapa sawit yang digunakan pada industri minyak kelapa sawit di Indonesia menggunakan PLC dan HMI.

Pengolahan minyak kelapa sawit dimulai dari proses pemasakan yang bertujuan untuk memisahkan buah kelapa sawit dari tandannya kemudian dilanjutkan dengan proses ekstraksi antara minyak dari air rebusan.

Simulasi sistem pengolahan minyak kelapa sawit yang dibuat dapat dijelaskan sebagai berikut :

Saat *start button* ditekan maka sistem akan menutup semua katup dan membuka pintu buah kelapa sawit sehingga tangki pemasakan terisi buah kelapa sawit. Sampai sensor mendeteksi pada ketinggian tertentu maka pintu buah kelapa sawit ditutup kembali dan katup air dibuka. Bila ketinggian air sudah mencapai batas yang ditentukan maka katup air ditutup dan pemanas (*burner*) diaktifkan sampai mencapai suhu 80°C. Suhu dipertahankan tetap stabil pada 80°C dengan mengatur bukaan tutup katup gas. Selanjutnya dilakukan pengaturan tekanan yang berbeda-beda disetiap langkah pemasakan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan. Tekanan ini berfungsi untuk melunakkan tandan dan daging buah kelapa sawit agar mudah untuk dipisahkan.

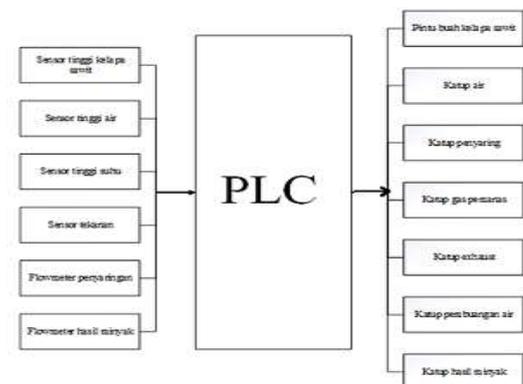
Setelah proses pemasakan dilanjutkan dengan penyaringan minyak dan air dengan membuka katup penyaringan sehingga air dan minyak hasil pemasakan berpindah ke tangki ekstraksi. Katup penyaringan akan

ditutup kembali bila *flowmeter* pada pipa penyaringan sudah tidak mendeteksi aliran air.

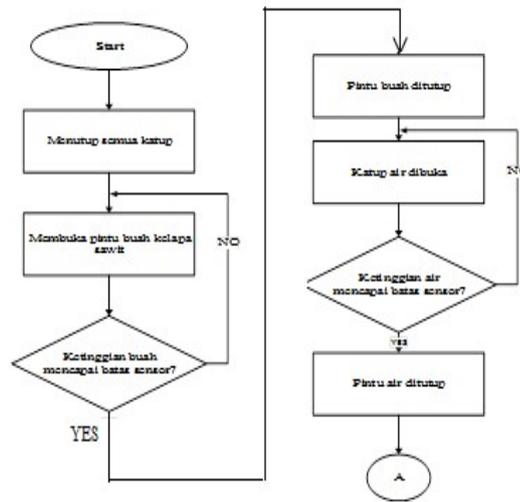
Pada proses ekstraksi dilakukan pemisahan air dengan minyak. Pada tangki ekstraksi terdapat sensor air yang mendeteksi keberadaan air pada tangki. Sensor air aktif bila tersentuh air yang bersifat elektrolit sehingga membuka katup pembuangan air. Bila minyak yang bersifat non elektrolit menyentuh sensor air, maka sensor tidak aktif dan katup pembuangan air menutup tetapi katup minyak akan membuka. Aliran minyak dideteksi oleh *flowmeter* yang ditempatkan pada pipa hasil minyak. Bila *flowmeter* sudah tidak mendeteksi aliran lagi maka pada HMI ditampilkan indikator yang menandakan proses pengolahan minyak kelapa sawit telah selesai.

#### B. Perancangan Perangkat Keras

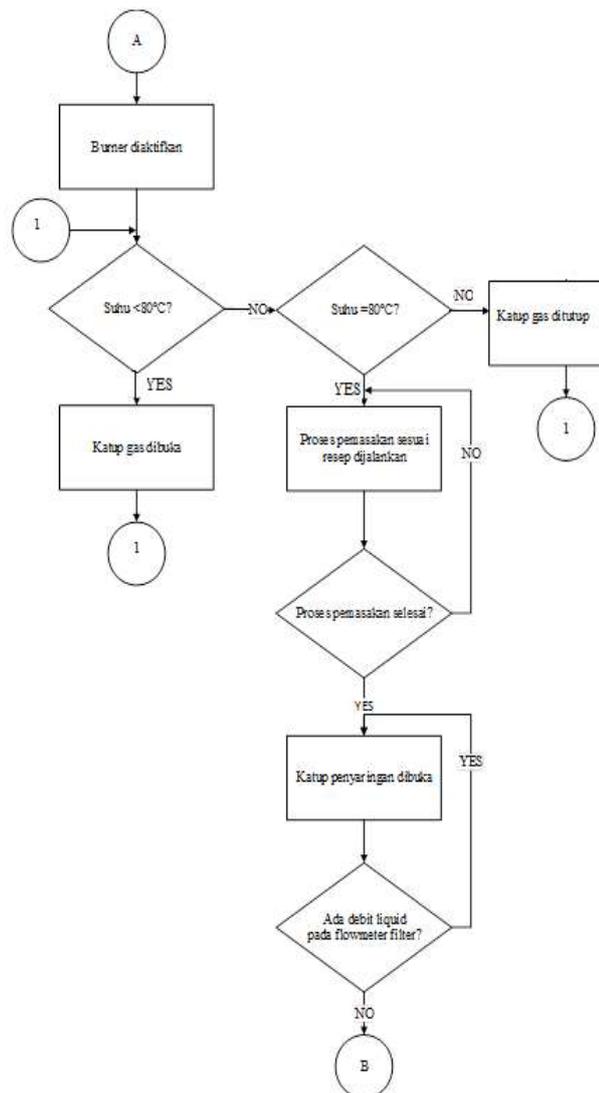
Perancangan perangkat keras meliputi perancangan pada PLC dengan analog input yang disimulasikan menggunakan potensiometer 1 k $\Omega$  dan baterai 9 V. Diagram blok perancangan perangkat keras pada PLC diperlihatkan oleh Gambar 4.



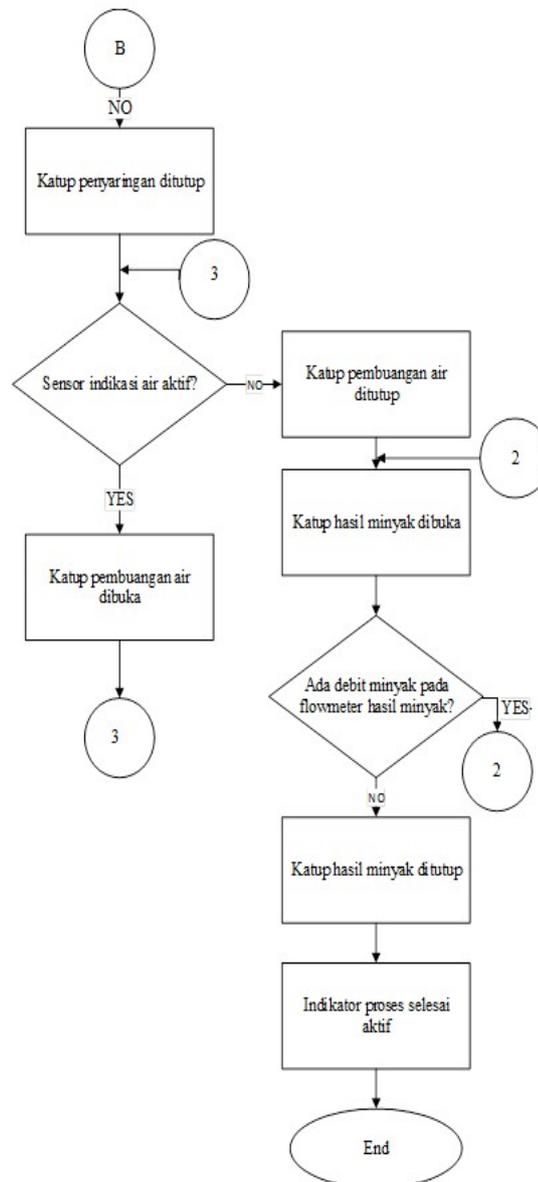
Gambar 4 Diagram blok perangkat keras pada PLC



Gambar 5 Diagram alir pengisian kelapa sawit



Gambar 6 Diagram alir pemasakan kelapa sawit



Gambar 7. Diagram alir ekstraksi kelapa sawit

sawit menggunakan PLC sebagai pengendali yang prosesnya ditampilkan oleh HMI. PLC menerima input analog dari sensor, input analog dan digital dari HMI, dan menghasilkan output digital yang dikirimkan ke HMI.

### C. Perancangan Perangkat Lunak

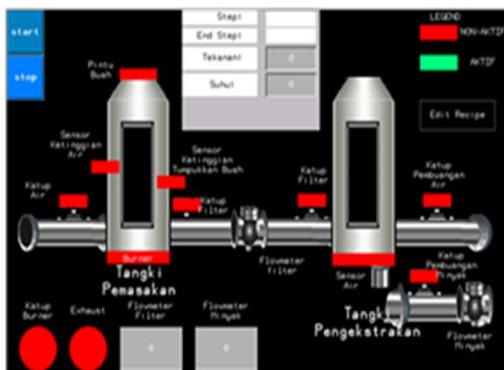
Perancangan perangkat lunak menggunakan 2 buah aplikasi berbeda, yaitu Unity Pro XL untuk PLC dan Vijeo Designer Basic untuk HMI. Pemrograman pada PLC menggunakan bahasa pemrograman *ladder diagram* sedangkan pemrograman HMI dengan Vijeo Designer Basic menggunakan bahasa pemrograman C atau C++.

### C.1. Program PLC untuk Pemasakan dan Ekstraksi Kelapa Sawit

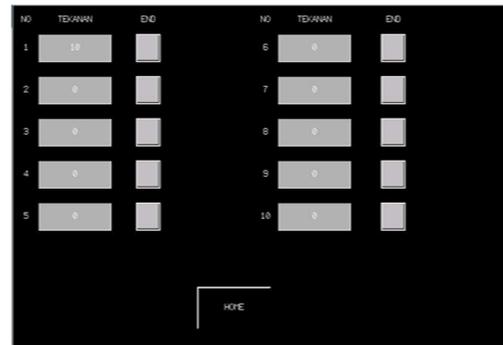
Pemrograman pada PLC dilakukan menggunakan *ladder diagram*. Proses pengolahan minyak kelapa sawit ditunjukkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 5, 6 dan 7.

### C.2. Perancangan HMI pada Vijeo Designer Basic

Pemrograman HMI pada perangkat lunak Vijeo Designer Basic ini bertujuan untuk menampilkan proses pemasakan dan ekstraksi kelapa sawit secara *real-time* dan untuk memudahkan pengoperasian dan pemantauan pemasakan kelapa sawit. Tampilan halaman utama HMI diperlihatkan pada Gambar 8. Pada halaman utama tersebut terdapat dua buah tangki yaitu tangki pemasakan dan tangki pengestrakanter juga beberapa indikator serta beberapa tombol untuk input ke PLC. Gambar 9 menunjukkan tampilan untuk memasukkan nilai tekanan setiap langkah di proses pemasakan sesuai dengan ketentuan yang sudah ditetapkan.



Gambar 8 Tampilan proses pengolahan minyak kelapa sawit



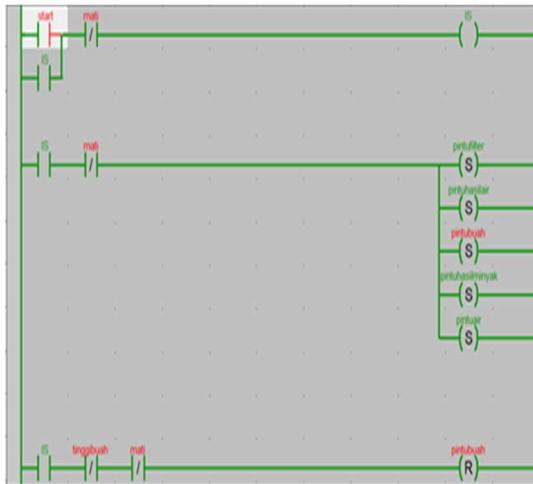
Gambar 9 Tampilan untuk memasukkan nilai tekanan

### C.3. Proses koneksi PLC dengan HMI

PLC dan HMI dihubungkan menggunakan kabel ethernet. Agar ke dua perangkat tersebut dapat berkomunikasi maka harus dilakukan konfigurasi sehingga alamat dari setiap variabel HMI yang menggunakan Vijeo Designer Basic sama dengan variabel di PLC yang menggunakan Unity Pro XL.

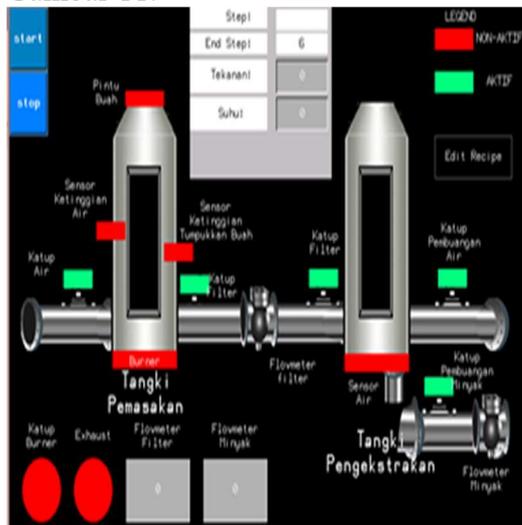
## IV PENGUJIAN SISTEM

Pengujian simulasi pemasakan dan ekstraksi kelapa sawit dengan PLC dan HMI bertujuan untuk memastikan bahwa PLC dan HMI dapat berkomunikasi dan untuk memastikan sistem pemasakan dan ekstraksi kelapa sawit berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan pengaturan awal pemasakan kelapa sawit. Selanjutnya dilakukan pengujian setiap tahapan proses yang berjalan pada PLC yang dipantau melalui HMI berupa perubahan warna indikator sensor dan aktuatornya. Gambar 10 adalah contoh *ladder diagram* pada proses penutupan semua katup saat tombol *start* ditekan. Kondisi bagian yang aktif pada *ladder diagram* ditandai dengan warna hijau.



Gambar 10 Ladder diagram penutupan semua katup saat tombol *start* ditekan

Pada HMI ditampilkan penutupan katup saat tombol *start* ditekan seperti Gambar 11.

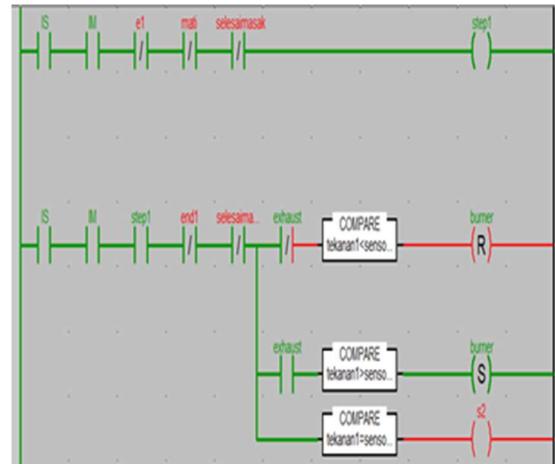


Gambar 11 Tampilan HMI penutupan semua katup saat tombol *start* ditekan

Pada HMI, semua indikator katup yang aktif atau tertutup ditandai warna hijau dan pintu buah yang non aktif /terbuka ditandai warna merah.

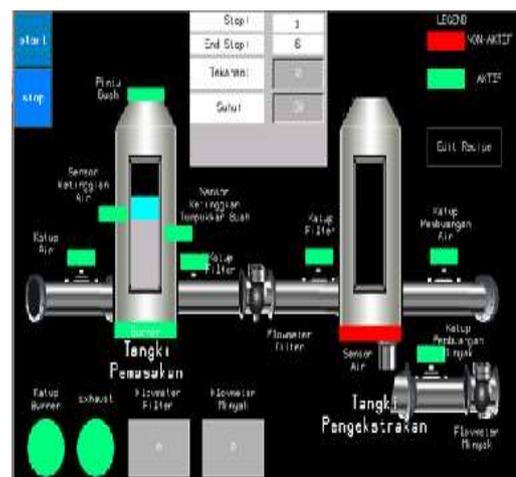
Program *ladder diagram* untuk proses pemasakan langkah pertama ditunjukkan Gambar 12 sedangkan

tampilannya pada HMI diperlihatkan pada Gambar 13.



Gambar 12 Ladder diagram untuk proses pemasakan langkah pertama

Saat IS dan IM (indikator *start* dan indikator masak) aktif maka memori (step1) akan aktif untuk mulai memasak sesuai resep pada langkah 1. Pada pengujian diberikan keluaran sensor tekanan yang nilainya kurang dari tekanan yang ditetapkan maka *burner* akan aktif dan *exhaust* akan tertutup.

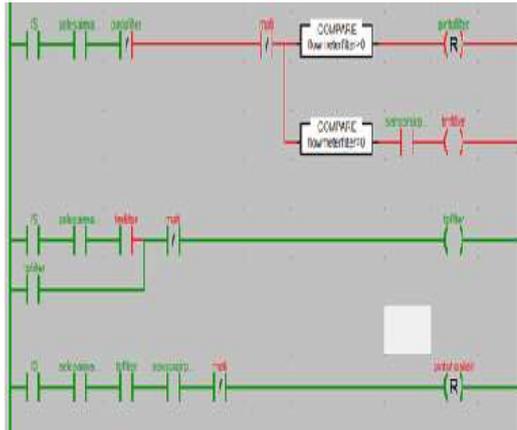


Gambar 13 Pemasakan kelapa sawit pada langkah pertama

Pada tampilan HMI ditunjukkan saat sensor tekanan bernilai 0, kondisi

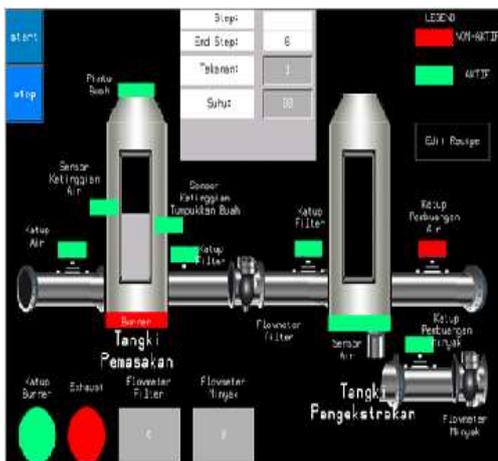
burner dan exhaust aktif atau bewarna hijau.

Proses ekstraksi baik program *ladder diagram*nya maupun tampilan HMI dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.



Gambar 14 *Ladder diagram* untuk proses ekstraksi

Program menunjukkan bahwa semua cairan telah berpindah dari tangki pemasakan ke tangki pengekstrakan dan akan mengaktifkan sensor indikator air. Ketika memori (fmfilter) sebagai indikator bahwa input tegangan dari flowmeter filter sama dengan 0V maka akan mengaktifkan memori (tpfilter). Jika memori (tpfilter) aktif dan sensor indikator air (aktif) maka katup pembuangan air akan dibuka.



Gambar 15 Tampilan proses ekstraksi di HMI

Pada HMI, katup pembuangan air bewarna merah yang menandakan bahwa katup pembuangan air sedang dibuka. Sensor indikator air akan terus aktif hingga sensor tidak lagi membaca adanya air pada tangki pengekstrakan.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa PLC dan HMI terhubung dengan baik sehingga proses mulai tahap persiapan, pemasakan dan ekstraksi dapat berjalan sesuai rancangan. HMI dapat menunjukkan tampilan proses yang sedang berjalan secara *real time* berikut dengan nilai pengukuran suhu, tekanan, maupun kondisi *flowmeter*, katup. Untuk setiap tahapan proses HMI dapat menampilkan indikator sehingga memudahkan pengguna memantau proses yang sedang berjalan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. PLC dan HMI dapat berkomunikasi melalui ethernet.
2. Simulasi proses pengolahan kelapa sawit yaitu pemasakan dan ekstraksi minyak kelapa sawit telah berjalan sesuai rancangan.
3. HMI dapat memantau dan mengendalikan proses pengolahan kelapa sawit secara *real-time*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiono, E. 2009. *Programmable Automation Controller (PAC) dengan LabVIEW 7.1 terkoneksi*

*Mikrokontroler dan PLC.*  
Yogyakarta: Gava Media.

- [2] Dogan, I. 2006. *Microcontroller Based Applied Digital Control*. Cyprus: Department of Computer Engineering Near East University.
- [3] Katsuhiko, O. 1985. *Modern Control Engineering*. Jepang: Prentice~Hall.
- [4] Anonim. 1978. *Instrument Engineer's Handbook for DURCO Quarter-turn Control Valve Second Editions*. Flowserve Corporation: United States of America.
- [5] Anonim. 2005. *Emerson Process Management: Control Katup Handbook Fourth Editions*. Fisher: United States of America.