

DESAIN HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*) OMRON NB7W-TW00B PADA *PLANT* FILTRASI MENGGUNAKAN MODUL ULTRAFILTRASI

Rr. Kartika Kusuma Winahyu^{*)}, Aris Triwiyatno, and Budi Setiyono

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jalan Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}Email: rrkartika_ixe@yahoo.com

Abstrak

HMI merupakan perangkat lunak antar muka berupa Graphical User Interface berbasis komputer yang menjadi penghubung antara operator dengan mesin atau peralatan yang dikendalikan dan bertindak pada level supervisory. Dalam industri proses, desain tampilan yang menunjang kinerja tinggi pada HMI berfokus pada penyediaan maksimum jumlah informasi yang efektif terkait dengan mesin/ proses. Desain yang baik pada HMI menghasilkan sistem yang mudah dipahami secara visual dan memudahkan operator dalam menangani masalah/ troubleshooting. HMI pada plant filtrasi menggunakan modul ultrafiltrasi ini menggunakan perangkat keras HMI Omron NB7W-TW00B, NB-Designer sebagai program HMI, PLC CP1E-NA20DR-A dan ekspansi PLC OMRON CP1W-40EDR digunakan sebagai perangkat keras PLC, serta CX-Programmer sebagai program PLC. Komunikasi serial antara HMI dan PLC menggunakan kabel RS-232, sedangkan koneksi HMI dengan komputer menggunakan kabel USB. Pengujian-pengujian yang dilakukan di antaranya : pengujian halaman keamanan user login, pengujian tombol On dan tombol Off, pengujian delay pindah layar plant overview ke mode auto dan mode manual, pengujian tahap proses mode auto dan indikator komponen, pengujian tahap proses mode manual dan indikator komponen, pengujian event history, pengujian data trend, dan pengujian data log. Hasil dari 8 pengujian tersebut disimpulkan bahwa sistem berjalan dengan baik. Pengujian pengontrolan tombol On dan Off masing masing memiliki delay rata-rata 5,5 detik dan 7 detik. Pengujian pindah layar dari plant overview ke mode auto dan mode manual masing-masing sebesar 6 detik dan 7 detik. Pengujian buka tutup pada motorized valve membutuhkan waktu rata-rata 13,125 detik dan 13,95 detik.

Kata kunci: Kata Kunci : HMI, desain, Filtrasi, ultrafiltrasi, PLC

Abstract

HMI is a software interface, a computer based Graphical User Interface, connecting between operator and controlled machines in supervisory level. In the process industry, high performance HMI display design focuses on providing maximum amount of effective information related with a machine/process. Well-designed HMIs result to visually better system understanding and easy troubleshooting for the operators. HMI built in this ultrafiltration module on filtration plant is using hardware HMI Omron NB7W-TW00B, NB-Designer as HMI software. Hardware PLC Omron CP1E-NA20DR-A and expansion PLC OMRON CP1W-40EDR are also used, CX-Programmer as PLC software. Serial communication between HMI and PLC is using RS-232 cable. USB cable is needed to connect HMI to PC. In this study, there are eight examinations. The examinations are security page user login, Push button On and push button Off, Auto mode sequence processes and components indicator, Manual mode and components indicator, Event History, Data Trend, and Data Log. The results of eight examinations claims that system HMI runs well. The examination of push button On and push button Off results average delay 5,5 seconds and 7 seconds, respectively. Hereafter, the examinations delay change screen from plant overview to auto mode and manual mode is 6 seconds and 7 seconds, respectively. Furthermore, delay of opening and shutting valves results 13,125 seconds and 13,95 seconds, respectively.

Keywords : HMI, Design, Filtration, Ultrafiltration, PLC.

1. Pendahuluan

Bagian utama pada pengoperasian industri manufaktur modern saat ini telah diambil alih dengan menerapkan teknologi otomatisasi. Dalam rangka mencapai

produktifitas yang tinggi dari mesin otomatis yang digunakan dalam industri, teknologi sekarang berkembang sangat kompleks, mudah dalam pengoperasian, dan mengurangi kesalahan signifikan yang disebabkan oleh *human error*. Oleh karena itu, interaksi

antara operator manusia dan mesin otomatis menjadi lebih kritis. Antar muka mesin manusia (HMI) memungkinkan operator untuk melihat, menyentuh, dan mengontrol proses industri yang kompleks melalui tampilan pada layar. Karena HMI menjadi titik utama interaksi antara pengguna dan mesin/ proses dalam industri otomatisasi, tampilan HMI yang baik akan membuat interaksi tersebut menjadi tanpa cela dan halus. Sebaliknya, desain HMI yang buruk membuat operator sulit untuk memiliki pemahaman yang jelas dari mesin/ proses dan memberi kontribusi dalam mengurangi kinerja sistem, kerugian yang cukup signifikan pada produksi, dan terjadinya kecelakaan/ kematian pada kemungkinan terburuk[1].

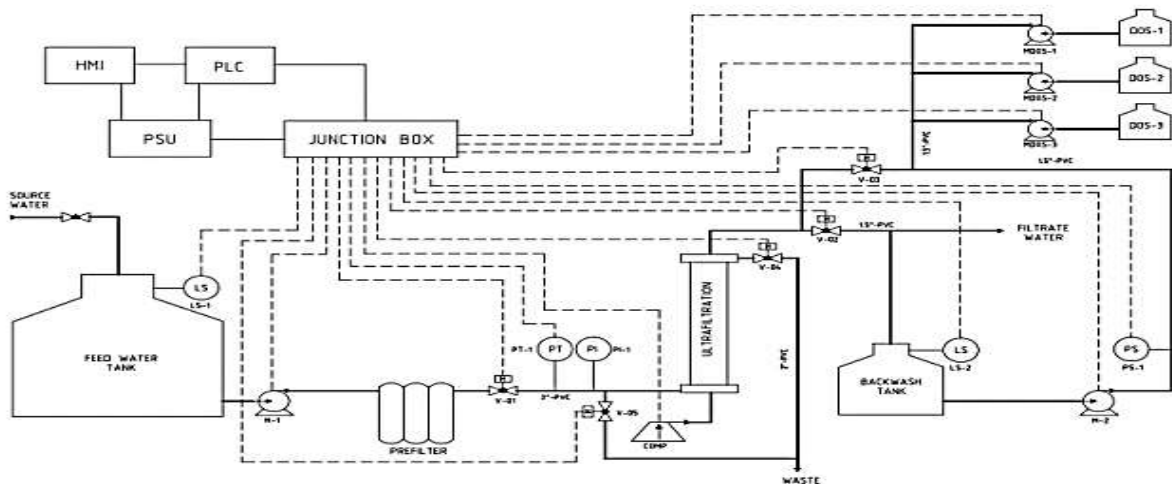
2. Metode

2.1. Perangkat Keras pada Plant Filtrasi

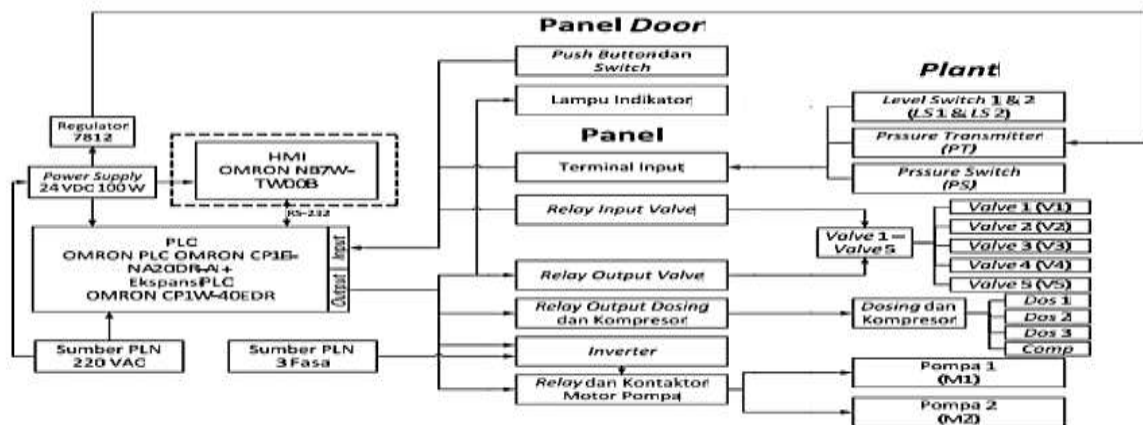
Perangkat keras yang digunakan oleh plant filtrasi menggunakan modul ultrafiltrasi dapat dilihat pada *Piping and Instrumentation Diagram* pada Gambar 1. Diagram blok plant filtrasi ditunjukkan oleh Gambar 2.

Komponen *plant* Filtrasi menggunakan modul ultrafiltrasi sesuai P&ID adalah:

1. *Feed Water* adalah tempat menyimpan air keruh yang akan disaring.
2. *Level switch* (LS) digunakan untuk mendeteksi ketinggian air yang ada di dalam tangki.
3. Pompa air digunakan untuk memompa air keruh dari *feed water* untuk difiltrasi dan mengirim air bersih dari *Filtrate Water* untuk proses pembersihan modul ultrafiltrasi.
4. *Prefilter* adalah tempat filtrasi awal untuk menyaring kotoran hingga ukuran 0.5 mm.
5. *Motorized valve* digunakan untuk membuka tutup katup secara otomatis dalam proses filtrasi dan proses pembersihan.
6. Kompresor digunakan untuk meniupkan angin ke dalam modul ultrafiltrasi untuk proses pembersihan.
7. *Pressure transmitter* (PT) digunakan untuk mengirimkan data tekanan fluida ke dalam PLC untuk dilakukan pengontrolan pada *plant*. *Pressure transmitter* yang digunakan adalah *pressure transmitter Schuh*.

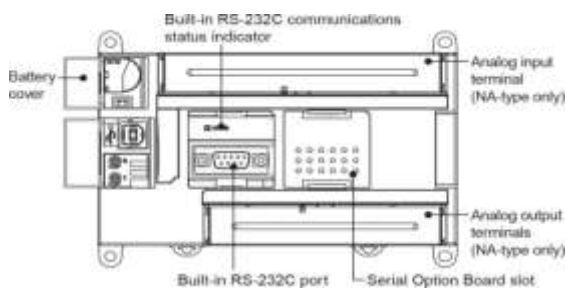


Gambar 1. *Piping and Instrumentation Diagram* pada Plant Filtrasi

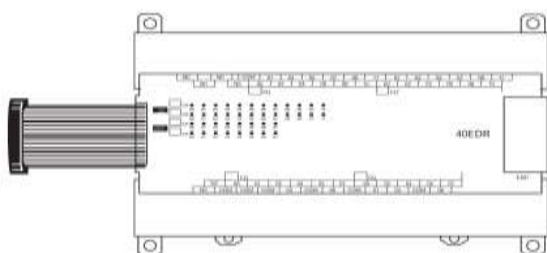


Gambar 2. Diagram Blok pada Plant Filtrasi

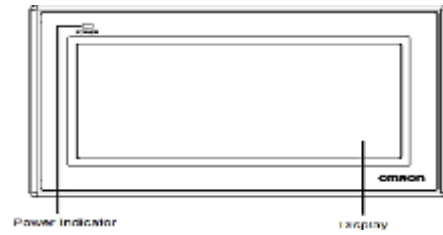
8. Alat modul ultrafiltrasi adalah tempat filtrasi untuk menyaring bakteri dan partikel dalam fluida hingga ukuran 0,03 mm. Modul yang digunakan adalah modul ultrafiltrasi DOW™
9. *Filtrate Water* adalah tempat penyimpanan air hasil filtrasi.
10. *Pressure Switch* (PS) digunakan untuk mematikan pompa jika tekanan air sudah memenuhi.
11. *Junction Box* adalah tempat bertemunya kabel-kabel dari lapangan dengan komponen dalam seperti PLC, PSU dan HMI.
12. *Power Supply Unit* (PSU) adalah tempat pengaturan kebutuhan energi listrik semua komponen plant disalurkan.
13. *Programable Logic Controller* (PLC) adalah alat yang digunakan untuk mengontrol motorized valve, inverter, pompa dan kompresor. PLC yang digunakan adalah PLC Omron CP1E-NA dan ekspansi PLC
14. *Human Machine Interface* (HMI) adalah alat yang menghubungkan manusia dengan mesin di plant dan digunakan untuk menampilkan, mengawasi, dan mengontrol proses yang sedang berlangsung, pengaturan timer, dan pengaturan kontrol PID dll. HMI yang digunakan adalah HMI Omron NB7W-TW00B
15. *Inverter* berfungsi mengubah tegangan DC ke tegangan AC dan mengatur frekuensi yang masuk ke motor agar kecepatan putaran motor dapat diatur. Keluaran frekuensi dari *inverter* akan dikontrol oleh PLC melalui *ouput* analog PLC dan input analog *inverter*. Inverter yang digunakan adalah *inverter* Schneider ATV312.
16. *Dosing* berfungsi untuk menambahkan zat-zat kimia yang berguna pada proses pencucian. Terdapat 3 tangki dosing dan 3 motor pompa dosing pada *plant* filtrasi.



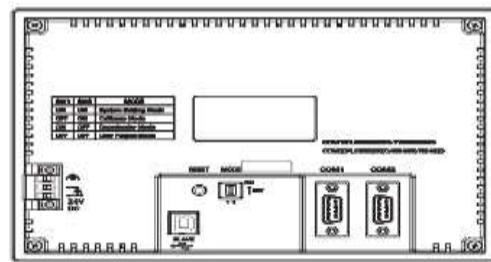
Gambar 3. PLC Omron CP1E-NA20DR-A



Gambar 4. ekspansi PLC OMRON CP1W-40EDR



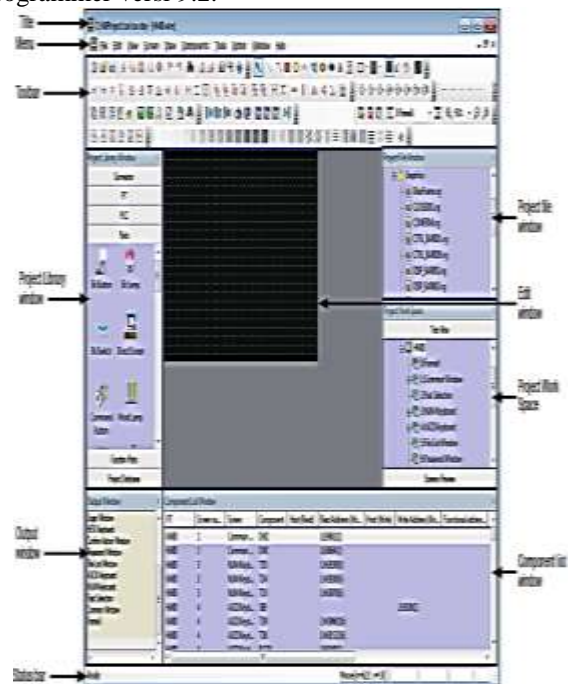
Gambar 5. Tampilan tampak depan HMI Omron NB7W-TW00B



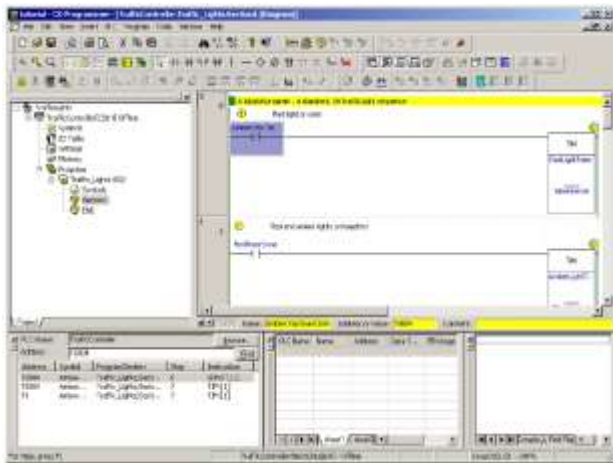
Gambar 6. Tampilan tampak belakang HMI Omron NB7W-TW00B

2.2. Perangkat Lunak HMI

Perangkat lunak HMI yang digunakan untuk menunjang pemrograman *hardware* HMI Omron NB7W-TW00B yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *software* NB-Designer versi 1.35 yang merupakan *software* HMI milik Omron, sedangkan pemrograman pada perangkat keras PLC Omron CP1E-NA20DR-A dan ekspansi PLC OMRON CP1W-40EDR menggunakan *software* CX-Programmer versi 9.2.



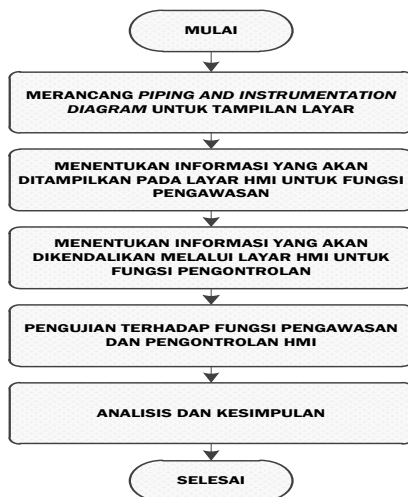
Gambar 7. Tampilan Software NB Designer HMI Omron saat dijalankan



Gambar 8. Tampilan Software CX-Programmer

2.3. Perancangan Software HMI

Diagram alir tahap perancangan dan pembuatan program HMI pada *plant* filtrasi adalah sebagai berikut.



Gambar 9. Diagram alir tahap pembuatan simulasi sistem.HMI

Fungsi HMI pada *plant* filtrasi yaitu untuk menyalakan dan mematikan proses filtrasi pada *plant*, mengamati dan mengontrol pemilihan mode proses pada *plant* filtrasi, mengamati dan mengontrol kondisi *valve* saat menutup dan membuka, mengatur kondisi mati dan nyala pada pompa dan komponen lainnya, mengawasi kondisi *alarm* dan penanganan jika terjadi kegagalan pada sistem, serta dilengkapi oleh *data trend* dan *data log* untuk pencuplikan data tekanan pada air. Fungsi-fungsi yang terdapat pada tampilan layar HMI pada tugas akhir ini adalah fungsi keamanan user login, fungsi tombol ON dan OFF, fungsi *fast selection*, fungsi indikator komponen pada *plant*, fungsi *plant overview*, fungsi pilihan mode auto, fungsi pilihan mode manual, fungsi *data trend* pada

pressure indicator, fungsi *event history*, dan fungsi *data log*.



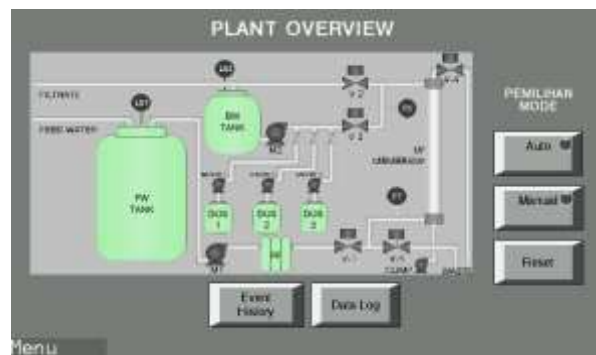
Gambar 10. tampilan layar *home*



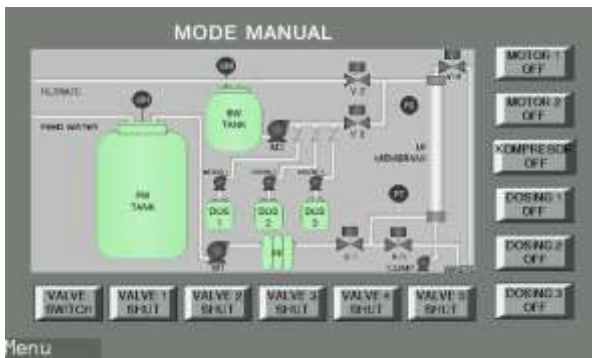
Gambar 11. Tampilan *pop up user access login*



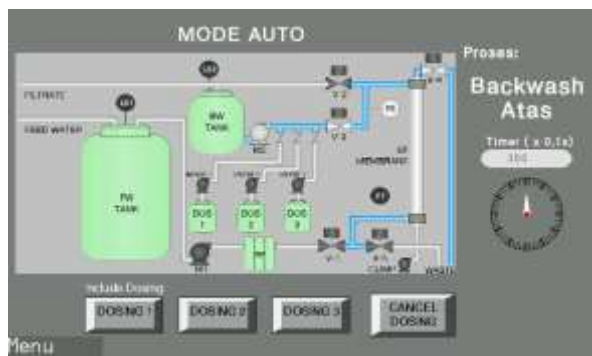
Gambar 12. Tampilan *fast selection* pada *home*



Gambar 13. Tampilan *plant overview*



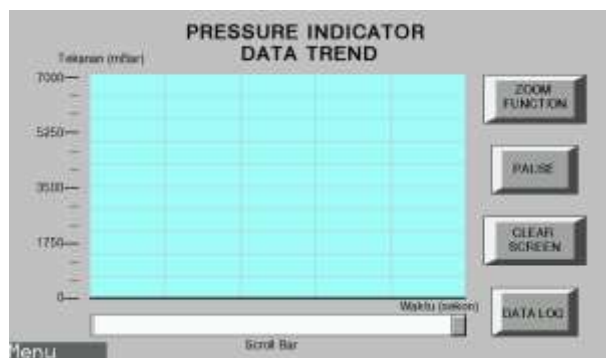
Gambar 14. Tampilan mode manual



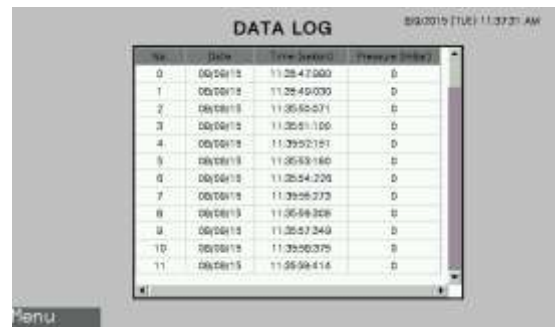
Gambar 15. Contoh tampilan mode auto proses filtrasi



Gambar 16. Tampilan halaman setting



Gambar 17. Tampilan data trend pressure indicator



Gambar 18. Tampilan data log

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian User Login

Pengujian *user login* pada halaman *home* dimaksudkan untuk mencegah *plant* dikontrol oleh orang yang tidak memiliki kepentingan dan tidak bertanggung jawab. Berikut adalah tampilan layar *user login*.



Gambar 19. Tampilan Invalid Username



Gambar 20. Tampilan Password Error



Gambar 21. Tampilan login yang sesuai username dan password

3.2. Pengujian Tombol On dan Tombol Off

Pengujian tombol *on* dilakukan dengan menekan tombol *on* pada halaman *home*. Penekanan pada tombol *on* akan mengalihkan layar *home* ke layar *plant overview*. Pengujian tombol *off* dilakukan dengan menekan tombol *off* pada halaman *home*. Penekanan pada tombol *off* akan menghentikan semua proses pada *plant*. Tombol *off* berfungsi untuk memutus *supply* pada semua aktuator pada *plant*. Semua proses pada *plant* akan berhenti, dan aktuator seperti *valve* yang sedang dalam keadaan *on* akan menjadi *off*. Pada pengujian ini, pengujian akan dilakukan sebanyak 2 kali pada lampu indikator bit lamp yang berada pada panel. Tabel 2 menunjukkan data hasil pengujian tombol *stop*.

Tabel 1. Pengujian delay tombol On dan tombol Off

Nama Komponen	Pengujian delay (sekon)	
	Pengujian 1 (sekon)	Pengujian 2 (sekon)
Tombol On	5,5	5,5
Tombol Off	7	7

3.3. Pengujian Delay Pindah Layar pada Plant Overview

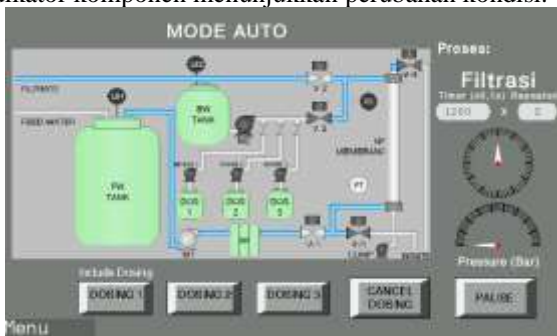
Pengujian *delay* pindah layar pada halaman *plant overview* ini untuk mengetahui besarnya delay waktu ketika berpindah ke halaman mode auto dan mode manual. Pengujian perhitungan delay dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*. Tabel 3 berikut menunjukkan besarnya *delay* tersebut.

Tabel 2. Hasil pengujian pindah layar halaman plant overview

Halaman awal	Halaman Tujuan	Pengujian (s)
Plant	Mode Auto	6
Overview	Mode Manual	7

3.4. Pengujian Proses Filtrasi pada Mode Auto

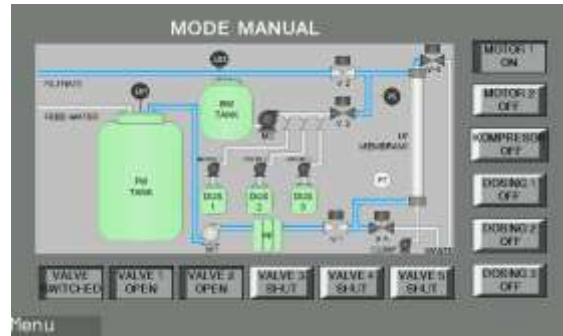
Pengujian *monitoring* proses filtrasi oleh HMI pada mode auto berjalan secara otomatis dan perubahan warna pada indikator komponen menunjukkan perubahan kondisi.



Gambar 22. Contoh Tampilan Mode Auto Proses Filtrasi saat berlangsung

3.5. Pengujian Proses Filtrasi pada Mode Manual

Pengujian *monitoring* proses filtrasi oleh HMI pada mode manual berjalan dengan cara mengaktifkan masing-masing komponen dan perubahan warna pada indikator komponen menunjukkan perubahan kondisi.



Gambar 23. Tampilan Mode Manual Proses Filtrasi

Selain itu, pengujian *delay* komponen juga dilakukan. Pengujian perhitungan *delay* dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*. Besarnya *delay* ditunjukkan oleh Tabel 3 dan Tabel 4 berikut.

Tabel 3. Hasil pengujian proses buka tutup motorized valve

Komponen	Keadaan	Uji 1(s)	Uji 2(s)
Valve	Open	13,03	13,22
	Shut	12,49	13,40

Di sisi lain, Tabel 3 menunjukkan pengujian waktu yang dibutuhkan *valve* untuk membuka dan menutup, sehingga diperoleh kesimpulan bahwa komponen yang diujikan pada prinsipnya merespons perintah dengan baik dan tidak terdapat *delay*.

Tabel 4. Pengujian delay indikator komponen proses filtrasi pada tampilan screen HMI mode mode manual.

Nama Indikator Komponen	Kondisi	Pengujian delay	
		Pengujian 1 (sekon)	Pengujian 2 (sekon)
Valve 1	Open	1	1
	Shut	1	1
Valve 2	Open	1	1
	Shut	1	1
Valve 3	Open	1	1
	Shut	1	1
Valve 4	Open	1	1
	Shut	1	1
Valve 5	Open	1	1
	Shut	1	1
Motor Pompa 1	On	1	1
	Off	1	1
Motor Pompa 2	On	1	1
	Off	1	1
Kompresor	On	1	1
	Off	1	1
Motor Pompa dosing 1	On	1	1
	Off	1	1
Motor Pompa dosing 2	On	1	1
	Off	1	1
Motor Pompa dosing 3	On	1	1
	Off	1	1

Tabel 4 di atas menunjukkan *delay* waktu tiap komponen pada mode manual dan dapat disimpulkan bahwa *delay* indikator komponen pada layar HMI disebabkan karena *delay* komunikasi antara HMI dan PLC.

3.6. Pengujian Data Log

Pengujian data log menampilkan nilai tekanan yang dibaca melalui *pressure* yang dikirimkan ke HMI oleh *pressure transmitter*.

No	Date	Time (second)	Pressure (mBar)
0	11/02/15	15:02:35.519	120
1	11/02/15	15:02:37.110	121
2	11/02/15	15:02:38.278	122
3	11/02/15	15:02:39.491	125
4	11/02/15	15:02:42.001	129
5	11/02/15	15:02:42.998	129
6	11/02/15	15:02:44.260	130
7	11/02/15	15:02:45.503	130
8	11/02/15	15:02:46.174	130
9	11/02/15	15:02:46.890	130
10	11/02/15	15:02:49.359	133
11	11/02/15	15:02:50.948	129

Gambar 24. Tampilan *Data Log*

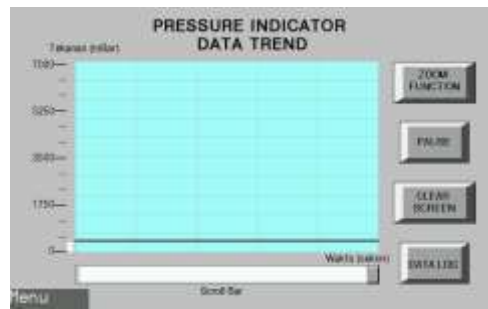
Tabel 5. Perbandingan nilai tekanan pada data log HMI dan *pressure transmitter*

Pengujian Ke-	tekanan pada <i>pressure transmitter</i> (mBar)	tekanan pada data log (mBar)
1	49	59
2	156	185
3	225	257
4	290	334
5	404	462
6	520	600
7	630	730
8	750	844
9	820	925
10	890	1033

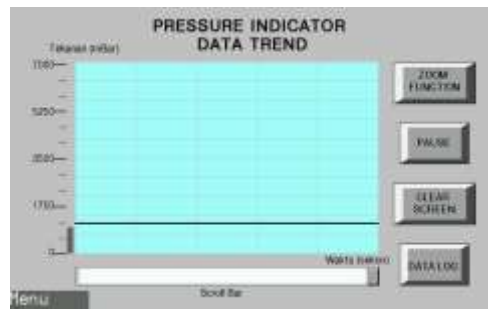
Perbedaan antara nilai tekanan air pada *data log* dan *pressure* indikator yang digunakan yaitu *pressure transmitter* dikarenakan adanya *delay* pembacaan nilai tekanan pada HMI melalui PLC dan kemampuan *pressure transmitter* dalam mendeteksi tekanan yang sangat sensitif.

3.7. Pengujian Data Trend

Pengujian *data trend* menampilkan grafik nilai tekanan pada air.



Gambar 25. Tampilan tekanan normal



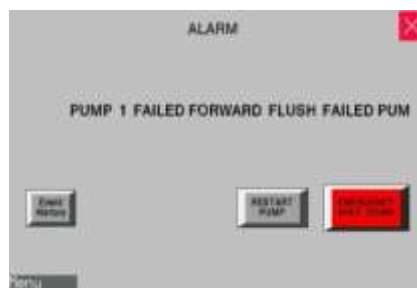
Gambar 26. Tampilan tekanan di atas normal

3.8. Pengujian Event History

Pengujian *event history* menampilkan daftar alarm yang terjadi yang telah saat proses filtrasi berlangsung.

EVENT	DESCRIPTION
15:02:35.519	BACKWASH OF FILTER
15:02:37.110	PUMP 1 FAILED
15:02:38.278	FORWARD FLUSH FAILED
15:02:39.491	PUMP 1 FAILED

Gambar 27. Tampilan *Event History*



Gambar 28. Contoh Tampilan *Alarm*

Berdasarkan *monitoring* pengujian-pengujian di atas, maka di dapat tabel hasil pengujian *monitoring* proses. Tabel 3 menunjukkan waktu *delay* dari keadaan komponen.

4. Kesimpulan

Sistem HMI pada plant filtrasi dapat berfungsi dengan baik sebagai sistem pengontrol dan pengawas pada *plant* filtrasi. Urutan tahap proses filtrasi dengan mode auto dikontrol secara otomatis melalui program *ladder* PLC, sedangkan urutan tahap proses filtrasi dengan mode manual dikontrol melalui tombol HMI secara manual untuk masing-masing komponen. Proses pengontrolan buka dan tutup valve rata-rata memiliki *delay* sebesar 13,125 detik dan 13,95 detik. Proses pindah layar dari proses ON ke halaman *plant overview* memiliki *delay* rata-rata 5,5 detik, sedangkan *delay* rata-rata proses OFF sebesar 7 detik. Proses pindah layar dari halaman *plant overview* ke halaman mode auto dan halaman mode manual masing-masing memiliki *delay* sebesar 6 detik dan 7 detik. Perubahan *state* indikator komponen pada layar HMI memiliki *delay* komunikasi antara HMI dan PLC. Alamat pada *data trend property* dan *data log* adalah sama yaitu untuk mengetahui grafik tekanan dan mengetahui nilai tekanan pada air yang mengalir pada proses filtrasi.

Referensi

[1]. Kemenkes, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, 2010.

[2]. D. Nicholas, Technology of Bottled Water, West Sussex: John Wiley&Sons,Inc., 2011.

[3]. B. Richard, Membrane Technology and Application Second Edition, West Sussex: John Wiley&Sons,Inc., 2004.

[4]. R. Shri, H.Hua Jiang, and R. Bandaru, Separation and Purification Technologies in Biorefineries, West Sussex: John Wiley&Sons,Inc., 2013.

[5]. Zaman, T., and Akram Hossain, HMI Design: An Analysis of A Good Display for Seamless Integration between User Understanding and Automatic Controls, Journal American Society for Engineering Education, 2012.

[6]. --, DOWTM Ultrafiltration Product Manual, The DOW Chemical Company, Midland, MI, 2013.

[7]. K.J. Howe et al, Process Description in Membrane Filtration in Principles Water Treatment, Hoboken, NJ, USA: John Wiley&Sons,Inc., 2012 pp 296-305.

[8]. I. Setiawan, Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol, Edisi 1, Yogyakarta, Indonesia: Penerbit ANDI, 2005

[9]. K. Kamel dan E. Kamel, Programmable Logic Controllers Industrial Control, USA: McGraw-Hill Education, 2014

[10]. Sysmac CP Series CP1E CPU Unit Hardware User's Manual, OMRON Corporation, Tokyo, Japan, 2009

[11]. Sysmac CX-Programmer Ver. 9.2 Operation Manual, OMRON Corporation, Tokyo, Japan, 2012

[12]. Endang Suryawati dan Rika Sustika, Perangkat Lunak HMI untuk Supervisory Control pada Plant Biodesel, P2 Informatika-LIPI, Mei 2012.

[13]. --, HMI Standard. Available in <http://ics-web.sns.ornl.gov/hmi/hmistandard.pdf> diakses 5 April 2015.

[14]. Hollifield, Bill, A High Performance HMI: Better Graphics for Operations Effectiveness, Presented at ISA Water&Wastewater and Automation Controls Symposium Holiday Inn Castle Resort, Orlando, Florida,USA, Aug 7-9, 2012.

[15]. Paul Gruhn P.E., Human Machine Interface (HMI) Design: The Good, The Bad, and The Ugly (and what makes them so), Presented at 66th Annual Instrumentation Symposium for The Process Industries, January 27-29,2011.

[16]. --, Building an HMI that Works: New Best Practice for Operator Interface Design Available in http://www.opto22.com/documents/2061_High_performance_HMI_White_Paper.pdf

[17]. --, Programmable Terminal HMI Omron Setup Manual Revised April 2013, Omron Corporate, 2011.

[18]. --, NB Series Catalogue Programmable Terminal, Omron Corporate, 2011

[19]. Aneesh Raveendran, Universal Asynchronous Receive and Transmit IP core, Journal Researchgate published 24 July 2014.

[20]. --, Programmable Terminal NB-designer Operation Manual Revised July 2014, Omron Corporate, 2011.