

## **PROSES UPGRADE KOMUNIKASI DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM DARI REMOTE INPUT/OUTPUT KE NETWORK INPUT/OUTPUT**

**Fitria Hidayanti<sup>1</sup>, Fitri Rahmah<sup>2</sup>, Dimas Sigit Priyatna<sup>3</sup>, Ardiyanti Aulia<sup>4</sup>**

Program Studi Teknik Fisika, Universitas Nasional, Jakarta<sup>1,2,3</sup>

PT Yokogawa Indonesia<sup>4</sup>

fitriahidayanti@gmail.com<sup>1</sup>, fitri.rahmah@civitas.unas.ac.id<sup>2</sup>

*Submitted August 17, 2021; Revised March 16, 2022; Accepted April 4, 2022*

### **Abstrak**

Penggunaan sistem kendali untuk otomasi industri saat ini mencapai pergerakan yang pesat, salah satunya di bidang pengontrolan khususnya *Distributed Control System* (DCS). DCS memiliki beberapa generasi dari segi *software* maupun *hardware*. Penelitian ini membahas tentang *upgrade* DCS dilihat dari sisi *hardware*. Pada *upgrading* DCS dari *Remote Input/Output* (R I/O) ke *Network Input/Output* (N I/O) memiliki 2 tahap yaitu *upgrade software* dan *hardware* yang dijalankan secara serentak. Pada CS 3000 masih terintegrasi dengan windows 7 yang mana merupakan *software* dari R I/O, sedangkan untuk mengikuti perkembangan teknologi windows 10 R I/O tidak bisa menjangkaunya. Untuk N I/O sendiri menggunakan *software* Centum VP yang sudah terintegrasi dengan windows 10. R I/O hanya terbatas menggunakan kabel RJ 45 yang memiliki jangkauan puluhan meter sehingga harus menggunakan *repeater* untuk menghubungkan komunikasi jarak jauh. Sementara dari segi komunikasi antar *Marshalling Cabinet* dengan *field instrument* sudah menggunakan *fiber optic* sehingga jangkauannya bisa mencapai 5 kilometer, hemat biaya, transfer data lebih cepat, dan hanya perlu satu kabel penghubung.

**Kata Kunci:** Distributed Control System, Remote I/O, Network I/O

### **Abstract**

*The use of control systems for industrial automation is currently achieving rapid movements, one of which is the Distributed Control System (DCS). DCS has several generations in terms of software and hardware. This research discusses DCS upgrades in terms of hardware. Upgrading DCS from Remote Input/Output (R I/O) to Network Input/Output (N I/O) has two stages, upgrade software and hardware upgrading run simultaneously. CS 3000 is still integrated with Windows 7, which is software from R I/O, while to keep up with the development of Windows technology, 10 R I/O cannot reach it. For N I/O itself, it uses Centum VP software that is integrated with Windows 10. R I/O is limited to using RJ45 cable, which has a range of tens of meters, so it must use a repeater to connect long-distance communication. While, in communication between Marshalling Cabinets with field instruments, fibre optics can reach 5 km, save costs, transfer data faster, and only need one connecting cable.*

**Key Words:** Distributed Control System, Remote I/O, Network I/O

## **1. PENDAHULUAN**

Penggunaan sistem kendali untuk otomasi industri saat ini mencapai pergerakan yang sangat pesat. Banyak industri yang mulai melakukan kontrol pada sistemnya. *Distributed Control System* (DCS) mengacu pada sistem kontrol proses dengan elemen pengendali tidak terpusat di lokasi melainkan didistribusikan ke seluruh

sistem. Sistem pengendali tidak berdiri sendiri melainkan berhubungan dengan sistem jaringan untuk komunikasi dan pemantauan [1].

DCS didesain berbentuk modular agar dalam pemakaiannya mudah untuk dirawat dan dikombinasikan dengan komponen yang lain. DCS juga mampu mengontrol berbagai parameter serta untuk kontrol

proses *multi-input* dan *multi-output* [2]–[6]. DCS memiliki beberapa generasi, mulai dari Centum CS hingga Centum VP. Centum CS memiliki kekurangan dari segi teknologi, komunikasi, dan pemeliharaan. Centum VP mempunyai keunggulan dari segi *software* yaitu bisa terintegrasi dengan windows 10, sedangkan Centum CS tidak bisa terintegrasi [7]–[9].

DCS yang ada saat ini tidak bisa terhubung dengan teknologi yang ada sekarang. Komunikasi dengan *Remote Input/Output* (R I/O) adalah komunikasi model lama, sedangkan *Network Input/Output* (N I/O) adalah komunikasi model baru yang memiliki kecepatan, efisiensi, error yang kecil karena dibekali dengan fiber. Saat ini teknologi *Operating System* (OS) itu sendiri sudah mencapai Windows 10 sementara R I/O tidak bisa diintegrasikan dengan teknologi terbaru. Dengan adanya kekurangan dari Centum CS yang tidak bisa terintegrasi dengan *Operating System* terbaru, oleh karena itu perlu dilakukan peningkatan ke Centum VP.

## 2. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah *upgrade* DCS dari R I/O menjadi N I/O ditunjukkan pada Gambar 1, yaitu:

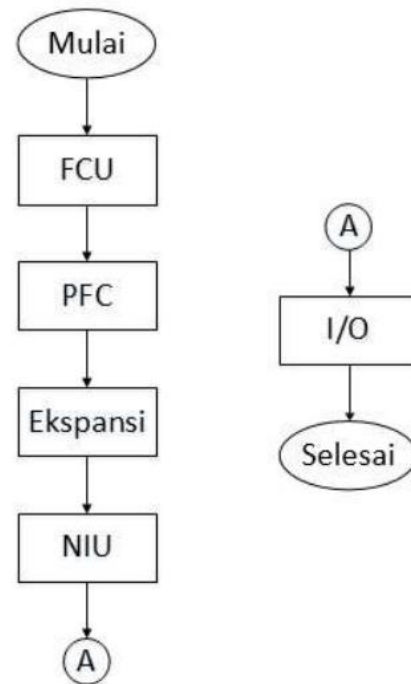
1. *Upgrade software* pada *Human Machine Interface* (HMI).

Peningkatan HMI merupakan langkah awal untuk melakukan *upgrade system* dikarenakan *Operating System* yang digunakan R I/O yaitu Windows 7 yang terintegrasi dengan Centum CS sedangkan untuk N I/O terintegrasi dengan Centum VP.

### 2. *Hardware*

Sebagian besar produk DCS terbaru memiliki kemampuan untuk terhubung ke perangkat *Input/Output* (I/O) di bagian belakang pengontrol DCS lama. Sebagian besar I/O dan kabel di lapangan dapat ditingkatkan sesuai kebutuhan. Cara ini memungkinkan

penggantian yang lebih mudah dan mengurangi biaya tenaga kerja untuk pekerjaan listrik dan kabel dan pembaruan dokumentasi terkait, seperti diagram kabel.



Gambar 1. Diagram Alir *Upgrade Hardware System*

Langkah – langkah *upgrade hardware system* pada Gambar 1 yaitu:

1. *Field Control Unit* (FCU) adalah otak dari DCS, karena berfungsi sebagai *controller* yang mana semua perhitungan mengenai kontrol di *plant* dilakukan di FCU.
2. *Precious Flight Control* (PFC) adalah tempat khusus diletakkannya modul, node, dan I/O.
3. Ekspansi adalah sebuah kabinet/lemari yang berfungsi sebagai tempat peletakkan NIU, *Power Supply*, penghubung kabel, dan *adaptor*.
4. *Node Interface Unit* (NIU) adalah unit yang berfungsi sebagai penghubung modul ke *Field Control Station* (FCS) pada Gambar 2.

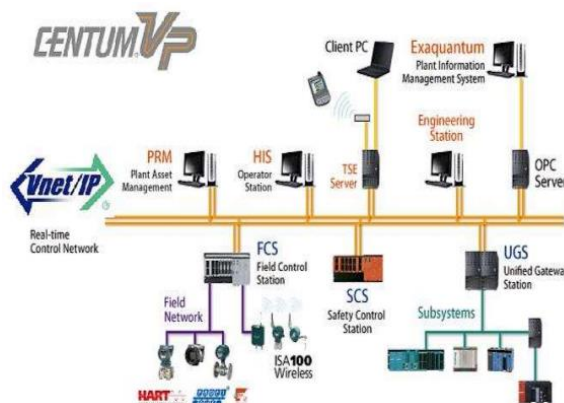
5. *Input/Output (I/O)* adalah masukan atau keluaran dari *field instrument*.



Gambar 2. Control Station

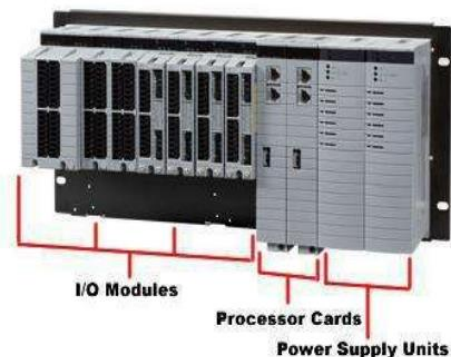
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

CENTUM VP memiliki arsitektur sederhana dan umum yang terdiri atas antarmuka mesin manusia yang disebut stasiun antarmuka manusia (HIS), stasiun kontrol lapangan (FCS), dan jaringan kontrol. Arsitektur Sistem VP CENTUM ditunjukkan pada Gambar 3. Jaringan yang sangat fleksibel dapat dirancang menggunakan peralatan jaringan yang tersedia secara komersial seperti switching HUB (Layer 2 dan Layer 3). Arsitektur sistem memungkinkan hingga 1.000.000 Tag dan 512 Stasiun. Domain yang berbeda dapat didefinisikan untuk memisahkan disiplin fungsional.

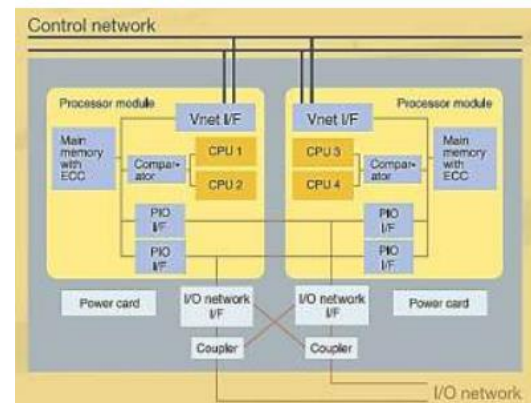


Gambar 3. Arsitektur Centum VP

FCS adalah jantung dari Sistem Kontrol Centum VP yang terdiri atas catu daya ganda, *Communication Card* ganda dan *processor* RISC redundan tunggal bergantung pada ketersediaan sistem yang diperlukan. FCS pada Gambar 4 melakukan semua tindakan terkait proses kontrol. FCS berisi PID aktual dan pengontrol lainnya, sakelar, logika, urutan, dan algoritma lanjutan. FCS berkomunikasi melalui bus ESB/ER dengan NIU dan melalui Vnet/IP (kontrol proses waktu nyata *Local Area Network (LAN)*) dengan antarmuka operator dan lingkungan teknik.



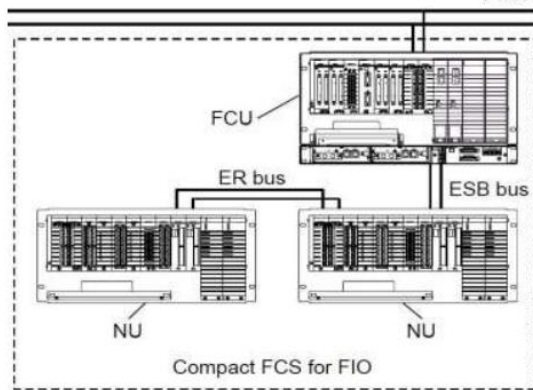
Gambar 4. Field Control Station



Gambar 5. Desain Processor

Komponen FCS pada Gambar 6 terdiri dari:

- *Field Control Unit (FCU)*
- *Node Unit (NU)*
- ESB bus, ER bus
- *House Keeping Unit (HKU)*



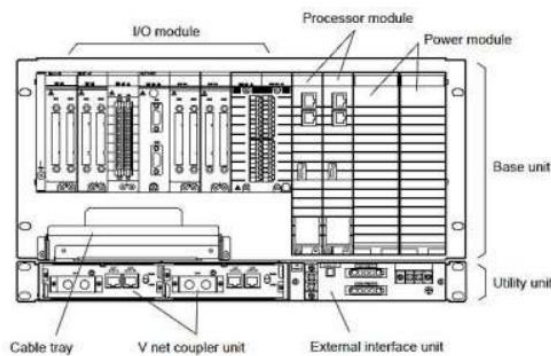
**Gambar 6. Komponen FCS**

**Upgrade Hardware Field Control Station (FCS)**

Hasil *upgrade* dilakukan dengan menggunakan *Field Control Unit (FCU)*, *Node Interface Unit (NIU)* dan *I/O card* yang dikembangkan secara eksklusif untuk *upgrade* sistem R I/O.

**Upgrade Field Control Unit (FCU)**

FCU pada Gambar 7 menunjukkan card dan modul yang melakukan perhitungan kontrol untuk FCS; untuk FCU dupleks, *processor* dan daya modul dupleks. Modul I/O dapat dipasang. Untuk menambahkan *node unit*, diperlukan *interface* modul.



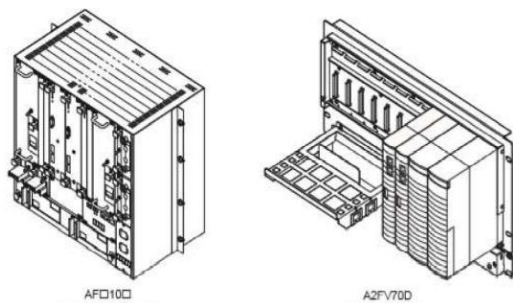
**Gambar 7. Field Control Unit**

Proses *Upgrade* rak penyusun FCU ditunjukkan pada Tabel 1 berikut. Selanjutnya gambar *upgrade* FCU ditunjukkan pada Gambar 8.

**Tabel 1. Upgrade Rak FCU**

FCU (sebelum)		FCU (setelah)	
Model	Deskripsi	Model	Deskripsi
AFE10S	FCU dengan spesifikasi 19 inci dan R I/O	A2FV70S	
AFE10S	FCU dengan spesifikasi 19 inci, memory 8 Mb dan R I/O		FCU dengan spesifikasi 19 inci dan R I/O
AFE10S	FCU dengan spesifikasi 19 inci, kapasitas bisa diperluas dan R I/O		
AFE10S	FCU dengan spesifikasi 19 inci, kapasitas bisa ditingkatkan dan R I/O		
AFE10S	FCU dengan spesifikasi 19 inci dan R I/O		
AFE10D	FCU dengan spesifikasi 19 inci, memory 8 Mb dan R I/O	A2FV70D	Duplikasi FCU
AFE10D	FCU dengan spesifikasi 19 inci, memory 8 Mb dan R I/O		
AFE10D	FCU dengan spesifikasi 19 inci dan R I/O		
AFE10D	FCU dengan		

	spesifikasi 19 inci, kapasitas bisa diperluas dan R I/O
AFE10D	FCU dengan spesifikasi 19 inci, 2 tingkat dan R I/O



(a) Sebelum Upgrade

(b) Setelah Upgrade

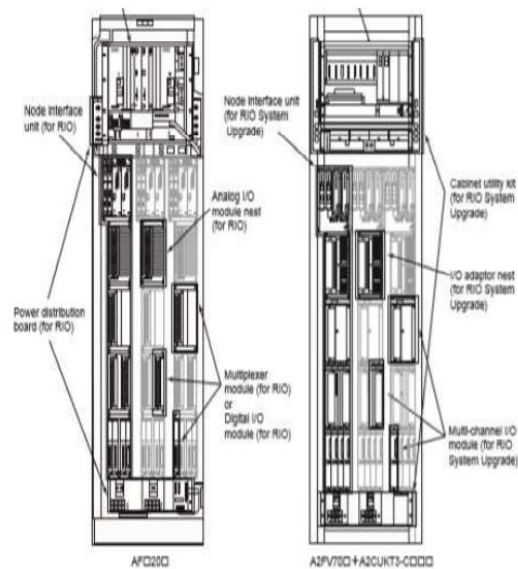
**Gambar 8. Hasil Upgrade Rak FCU**

Proses *Upgrade* tipe kabinet FCU ditunjukkan pada Tabel 2 berikut. Selanjutnya gambar *upgrade* tipe cabinet FCU ditunjukkan pada Gambar 9.

**Tabel 2. Upgrade Tipe Kabinet FCU**

FCU (sebelum)		FCU (setelah)	
Model	Deskripsi	Model	Deskripsi
AFE20S	<i>Field Control Unit</i> (dengan kabinet, untuk V net/R I/O)	A2FV70S + A2CUKT3-C	FCU dengan spesifikasi 19 inci
AFM20S	<i>Field Control Unit</i> (dengan kabinet, untuk V net/R I/O)		
AFH20S	<i>Field Control Unit</i> (dengan kabinet, tipe yang diperluas,		

			untuk V net/R I/O)
AFS20S	<i>Field Control Unit</i> (dengan kabinet, tipe yang ditingkatkan , untuk V net/R I/O)		
AFG20S	<i>Field Control Unit</i> (R I/O, dengan kabinet)		
AFE20D	<i>Field Control Unit</i> (FCU) dua tingkat (dengan kabinet, V net/R I/O)	A2FV70S/HKU + A2CUKT3-C	FCS Ganda dan Kabinet (Untuk R I/O yang sudah ditingkatkan )
AFM20D	<i>Field Control Unit</i> (FCU) dua tingkat (dengan kabinet, untuk V net/R I/O)		
AFH20D	<i>Field Control Unit</i> (FCU) dua tingkat (dengan kabinet, tipe yang bisa diperluas, V net/R I/O)		
AFS20D	<i>Field Control Unit</i> (FCU) dua tingkat (dengan kabinet, tipe yang bisa ditingkatkan , V net/R I/O)		
AFG20D	<i>Field Control Unit</i> (FCU) dua tingkat (R I/O, dengan kabinet)		

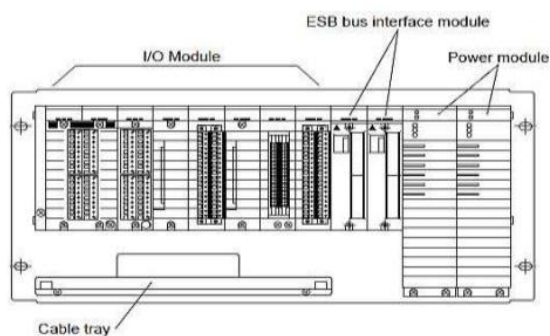


(a) Sebelum Upgrade (b) Setelah Upgrade

**Gambar 9. Hasil Upgrade Kabinet FCU**

Berikutnya adalah hasil *upgrade Node Unit* (NU). NU adalah unit pemrosesan sinyal yang mengonversi dan mentransmisikan sinyal I/O proses analog atau digital yang diterima dari perangkat lapangan ke FCU.

*Node Unit* (NU) termasuk NU bus ESB (simpul lokal) yang dipasang di FCS dan NU bus ER (*remote node*) yang dipasang di kabinet atau panel yang dekat dengan lokasi pabrik. Unit node terdiri dari *interface module bus ESB* atau *interface module bus ER*, modul I/O, dan modul catu daya.

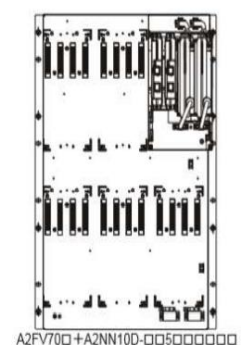
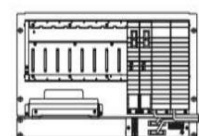
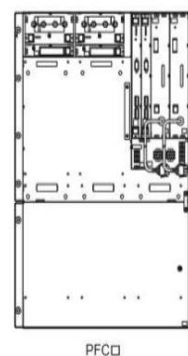


**Gambar 10. Field Control Unit**

Proses *Upgrade Precious Flight Control* (PFC) ditunjukkan pada Tabel 3. Selanjutnya gambar *upgrade PFC* ditunjukkan pada Gambar 11.

**Tabel 3. Upgrade PFC**

PFC (sebelum)		PFC (setelah)	
Model	Deskripsi	Model	Deskripsi
PFCS	Control Station	A2FV70S + A2NN10D	Field control unit (untuk R I/O yang sudah ditingkatkan)
			<i>Node interface unit</i> (R I/O yang sudah ditingkatkan, 19 inci rack mountable) (5 I/O units type)
PFCD	Control station dua tingkat	A2FV70D + A2NN10D	Duplikasi FCU (R I/O yang sudah ditingkatkan, 19 inci
			<i>Node Interface Unit</i> (R I/O yang sudah ditingkatkan, 19 inci) (5 I/O units type)



(a) Sebelum Upgrade

(b) Setelah Upgrade

**Gambar 11. Hasil Upgrade PFC**

*Extended Serial Backboard bus (ESB bus)* adalah komunikasi yang tersedia untuk redundansi ganda yang menghubungkan *Node Unit bus ESB* dan FCU. *Enhanced Remote bus (ER bus)* adalah komunikasi berkecepatan tinggi yang tersedia untuk redundansi ganda yang menghubungkan *Node Unit bus ESB* dan *Node Unit bus ER*. Menggunakan bus ER, *Node Unit* dapat terletak jauh dari kabinet FCU. Ketersediaan ini untuk *Node Unit bus ER* berfungsi untuk kasus-kasus seperti menempatkan *Node Unit* dekat dengan perangkat lapangan, membatasi kapasitas catu daya untuk keselamatan, atau menemukan *Node Unit* secara terpisah karena masalah ruang.

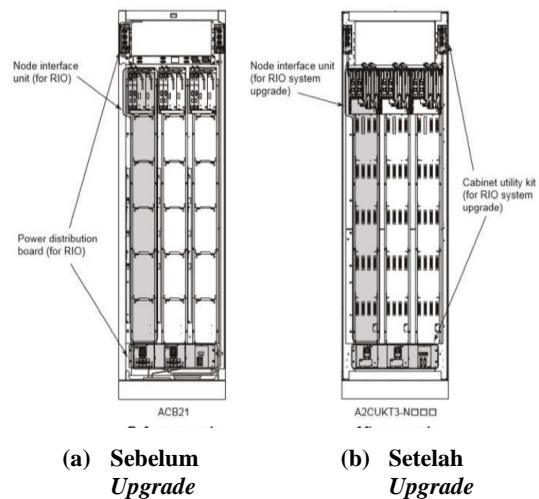
**Modul Input/Output**

Modul *input* berfungsi mengubah sinyal proses menjadi format data digital yang digunakan dalam FCS. Modul *output* mengubah format data digital yang digunakan dalam FCS ke sinyal analog atau kontak. Modul I/O tersedia untuk semua jenis sinyal yang tersedia di industri proses.

Proses *Upgrade I/O Ekspansi Kabinet* ditunjukkan pada Tabel 4. Selanjutnya gambar *upgrade FCU* ditunjukkan pada Gambar 12.

**Tabel 4. Upgrade I/O Ekspansi Kabinet**

I/O (sebelum)		I/O (setelah)	
Model	Deskripsi	Model	Deskripsi
ACB21	I/O Ekspansi Kabinet	A2CUKT3	Kabinet <i>utility kit</i> (R I/O yang sudah ditingkatkan)  (I/O Ekspansi Kabinet (ACB21))



**Gambar 12. Hasil Upgrade I/O Ekspansi Kabinet**

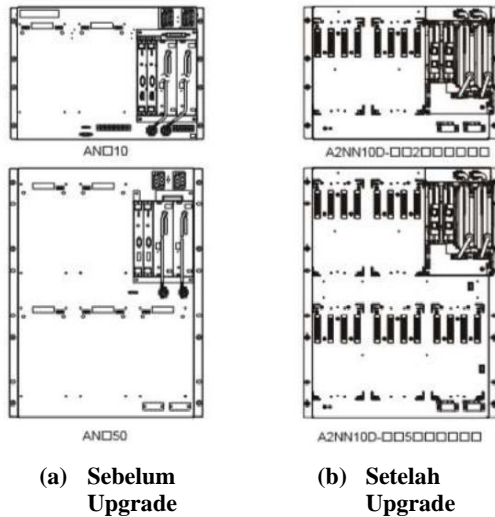
Modul *Network I/O* menawarkan banyak fleksibilitas dalam pemilihan koneksi dengan sinyal di lapangan. Terminal *pressure clamps*, konektor MIL dan *interface adaptor*, kabel KS. Redundansi ganda dimungkinkan untuk semua modul I/O dan tipe sinyal.

Proses *Upgrade Node Interface Unit* tipe rak penyusun ditunjukkan pada Tabel 5. Selanjutnya gambar *upgrade Node Interface Unit* tipe rak penyusun ditunjukkan pada Gambar 13.

**Tabel 5. Upgrade NIU Tipe Rak Penyusun**

NIU (sebelum)		NIU (setelah)	
Model	Deskripsi	Model	Deskripsi
ANS10	<i>Node Interface Unit</i> untuk <i>single R I/O bus</i> (19 inci)	A2NN10D	<i>Node Interface Unit</i> (R I/O yang sudah ditingkatkan, 19 inci) (2 I/O tipe unit)
AND10	<i>Node Interface Unit</i> untuk R I/O bus (19 inci)		
ANS50	<i>Node Interface Unit</i>	A2NN10D	<i>Node Interface Unit</i> (R I/O yang sudah

	<i>single R I/O bus (19 inci)</i>	ditingkatkan, 19 inci) (5 I/O)
AND50	<i>Node Interface Unit (5 I/O) redundant R I/O bus (19 inci)</i>	

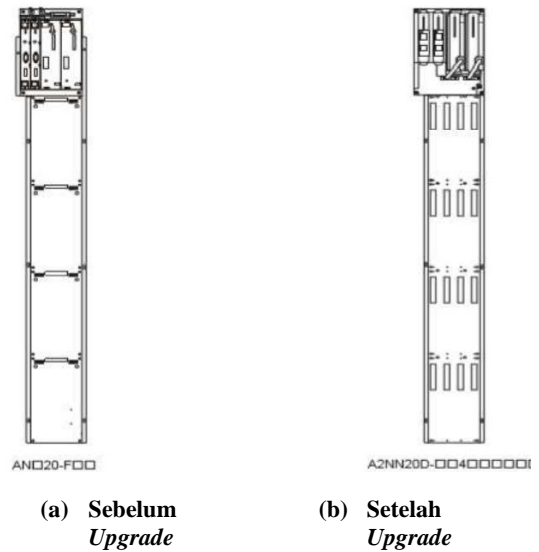


**Gambar 13. Hasil Upgrade Rak Penyusun NIU**

Selanjutnya adalah Proses *Upgrade* Node Interface Unit tipe kabinet ditunjukkan pada Tabel 6. Selanjutnya gambar hasil *upgrade* ditunjukkan pada Gambar 14.

**Tabel 6. Upgrade NIU Tipe Kabinet**

NIU (sebelum)		NIU (setelah)	
Model	Deskripsi	Model	Deskripsi
ANS20	<i>Node Interface Unit untuk single bus (tipe kabinet)</i>	A2NN20D	<i>Node Interface Unit (R I/O yang sudah ditingkatkan, tipe instalasi kabinet)</i>
AND20	<i>Node Interface Unit redundant R I/O bus (tipe kabinet)</i>		



**Gambar 14. Hasil Upgrade NIU Tipe Kabinet**

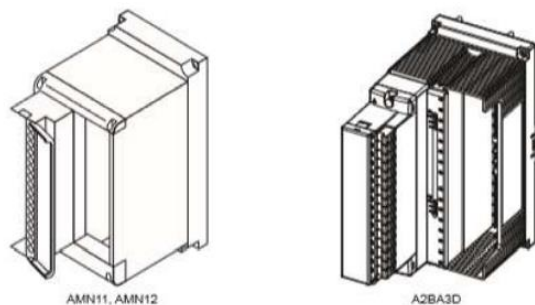
Berikutnya adalah Proses *Upgrade* I/O Modul Nest ditunjukkan pada Tabel 7. Selanjutnya gambar hasil *upgrade* ditunjukkan pada Gambar 15.

**Tabel 7. Upgrade I/O Modul Nest**

I/O Modul Nest (sebelum)		I/O Modul Nest (setelah)	
Model	Deskripsi	Model	Deskripsi
AMN1 1	<i>Nest analog modul I/O</i>	A2BA3 D	<i>Nest untuk adaptor I/O</i>
AMN1 2	<i>High speed nest modul analog I/O</i>		<i>Multichannel I/O for upgrade secara langsung dipasang ke backboard node interface unit.</i>
AMN2 1	<i>Nest relay modul I/O</i>		<i>Multichannel I/O for upgrade secara langsung dipasang ke backboard node interface unit.</i>



AMN3 1	Nest tipe terminal modul I/O
AMN3 2	Nest tipe konektor modul I/O
AMN3 3	Nest modul komunikasi
AMN3 4	Nest multipoint control modul analog I/O
AMN5 1	Nest communication cards



(a) Sebelum Upgrade

(b) Setelah Upgrade

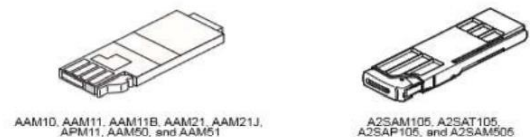
**Gambar 15. Hasil Upgrade I/O Modul Nest**

Berikutnya adalah Proses *Upgrade* I/O Modul dari channel ditunjukkan pada Tabel 8. Selanjutnya gambar hasil *upgrade* ditunjukkan pada Gambar 16.

**Tabel 8. Upgrade I/O Modul dari Channel**

I/O Modul Channel (sebelum)		I/O Modul Channel (setelah)	
Model	Deskripsi	Model	Deskripsi
AAM10	Current/voltage input module Quantity 16	A2SAM105	Current input/voltage input adaptor Quantity 16
AAM11	Current/voltage input modul Quantity 16		
AAM11B	Current/voltage input module Quantity 16		
AAM21	mV, thermocouple,	A2SAT105	mV/TC/RTD Input adaptor

	and RTD input module Quantity 16		Quantity 16
AAM21J	mV, thermocouple, and RTD input module Quantity 16		
APM11	Pulse input module Quantity 16	A2SAP105	Pulse input signal adaptor Quantity 16
AAM50	Current output module Quantity 16	A2SAM505	Current output/voltage output adaptor Quantity 16
AAM51	Current/voltage output module		



(a) Sebelum Upgrade

(b) Setelah Upgrade

**Gambar 16. Hasil Upgrade I/O Modul dari Channel**

#### 4. SIMPULAN

Pada penelitian ini, ada beberapa simpulan yaitu:

1. *Upgrade* FCS dimulai dari FCU, PFC, Ekspansi, NIU, dan IO secara berurutan.
2. Centum CS tidak bisa dioperasikan menggunakan OS windows 10, sedangkan untuk Centum VP bisa diintegrasikan dengan windows 10.
3. Modul baru lebih baik dari segi bentuk, letak, dan untuk fungsi dari masing-masing bagian lebih kompleks.
4. Komunikasi dari R I/O hanya terbatas menggunakan kabel RJ-45, sedangkan N I/O dengan *fiber* bisa sampai 5 km, sehingga antara *station* dan *marshalling cabinet* tidak perlu menggunakan *repeater* untuk menyambung komunikasinya dan transfer data lebih cepat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Nasional, Fakultas Teknik dan Sains serta Program Studi Teknik Fisika atas dukungannya pada penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. V. Barenji, A. V. Barenji, and M. Hashemipour, "A multi-agent RFID-enabled distributed control system for a flexible manufacturing shop," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 71, no. 9–12, 2014, doi: 10.1007/s00170-013-5597-2.
- [2] R. Anand, "DCS, PLC and open control systems - History, issues and selection," in *ISA TECH/EXPO Technology Update Conference Proceedings*, 2001, vol. 413 I.
- [3] A. M. Damayanti, M. Rifa'i, and T. Tarmukan, "Implementasi Sistem Kontrol PID pada Proses Reverse Osmosis Pengolahan Air Laut Berbasis DCS," *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, vol. 3, no. 2, 2020, doi: 10.33795/elkolind.v3i2.74.
- [4] C. Dey and S. K. Sen, *Industrial Automation Technologies*. 2020. doi: 10.1201/9780429299346.
- [5] F. Putra, M. Kamal, and N. Safitri, "Modifikasi Sistem Pengendalian Proses Back Wash Berdasarkan Sensor PDT pada Sirkulasi Cooling Water Berbasis DCS di PT. Pupuk Iskanda Muda," *Jurnal TEKTR0*, vol. 3, no. 1, 2019.
- [6] H. S. N. Muzwar, A. K. Pamososuryo, and E. Ekawati, "Pemodelan Kolom Distilasi Pabrik Petrokimia dengan Menggunakan Distributed Control System," *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 6, no. 2, 2015, doi: 10.5614/joki.2014.6.2.2.
- [7] M. Saravanabalaji and V. Athappan, "Level Plant Automation Using Yokogawa DCS Centum-VP - A Case Study," in *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 26, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-03146-6\_95.
- [8] K. (Universitas B. Ramadhan, "Sistem Kontrol Multivariabel Temperatur dan Level dengan Yokogawa DCS CENTUM VP," *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 110, no. 9, 2017.
- [9] Y. Irwanto, D. Harsono, and Sutanto, "Automation of mixing tank system in STTN-BATAN mini plant using DCS Centum VP," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1436, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1436/1/012128.