

PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH XIV

TEMA SEMINAR

Pengembangan IPTEK Pengelolaan Limbah yang Inovatif,
Handal, berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan
Guna Meningkatkan Daya Saing Bangsa



05 Oktober 2016

Gedung IASTH Universitas Indonesia
Salemba – Jakarta

Penyelenggara



UNIVERSITAS INDONESIA

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN
Dan
Program Studi Ilmu Lingkungan - UI

Diterbitkan Desember 2016

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas karunia-Nya Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV dapat diterbitkan. Seminar ini terselenggara atas kerjasama antara Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN dengan Program Studi Ilmu Lingkungan – Universitas Indonesia. Seminar dengan tema “Pengembangan IPTEK Pengelolaan Limbah yang Inovatif, Handal, Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan Guna Meningkatkan Daya Saing Bangsa” telah dilaksanakan pada tanggal 5 Oktober 2016 di Gedung IASTH It.3 Universitas Indonesia, Salemba.

Seminar diselenggarakan sebagai media sosialisasi hasil penelitian dan pengembangan di bidang limbah radioaktif dan non radioaktif. Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV dijadikan sebagai media tukar menukar informasi dan pengalaman, ajang diskusi ilmiah, peningkatan kemitraan di antara peneliti, akademisi, dan praktisi industri, mempertajam visi pembuat kebijakan dan pengambil keputusan, serta peningkatan kesadaran kolektif terhadap pentingnya pengelolaan limbah yang inovatif, handal, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Prosiding ini memuat karya tulis dari berbagai hasil penelitian mengenai pengelolaan limbah radioaktif, industri dan lingkungan. Makalah telah melalui proses evaluasi dari tim editor. Makalah dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu kelompok pengelolaan limbah, disposal, lingkungan, dan perundang-undangan. Makalah-makalah tersebut berasal dari para peneliti di lingkungan BATAN, BAPETEN dan BPPT serta dosen dan mahasiswa di lingkungan UI, UNDIP, dan UNS.

Semoga penerbitan prosiding ini dapat digunakan sebagai data sekunder dalam pengembangan penelitian dimasa akan datang, serta dijadikan bahan acuan dalam kegiatan pengelolaan limbah. Akhir kata kepada semua pihak yang telah membantu, kami ucapkan terima kasih.

Jakarta, Desember 2016

Kepala
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif
Badan Tenaga Nuklir Nasional

Ir. Suryantoro, MT

SUSUNAN TIM EDITOR

Ketua	: Dr. Budi Setiawan	- BATAN
Anggota	: 1. Dr. Sigit Santoso	- BATAN
	2. Dr. Heny Suseno	- BATAN
	3. Drs. Gunandjar, SU	- BATAN
	4. Ir. Aisyah, MT	- BATAN
	5. Dr. Djoko Hari Nugroho	- BAPETEN
	6. Dr. Ir. Mohammad Hasroel Thayib, APU	- UI
	7. Dr. Ir. Setyo Sarwanto Moersidik, DEA	- UI

SUSUNAN PANITIA

Pengarah	:	1. Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional	- BATAN
		2. Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan UI	- UI
Penanggung Jawab	:	Ir. Suryantoro, MT	- BATAN
Penyelenggara			
Ketua	:	Budiyono, ST	- BATAN
Wakil Ketua	:	Moch. Romli, S.ST, MKKK	- BATAN
Sekretaris	:	1. Enggartati Budhy Hendarti, A.Md	- BATAN
		2. Pricillia Azhani, STP., M.Si.	- UI
		3. Titik Sundari, A.Md	- BATAN
Anggota	:	1. Widya Handayani, SE	- BATAN
		2. Sugianto, ST	- BATAN
		3. Wezia Berkademi, SE, M.Si	- UI
		4. M. Nurhasim, S.ST	- BATAN
		5. Eri Iswayanti, A.Md	- BATAN
		6. Agustinus Muryama, ST	- BATAN
		7. Budi Arisanto, A.Md	- BATAN
		8. Azhar Firdaus, S.Sos.I, M.Si	- UI
		9. Risdiyana, A.Md	- BATAN
		10. Adi Wijayanto, ST	- BATAN
		11. Arifin Istavara, S.ST	- BATAN
		12. CH. Susiana Atmaja, A.Md	- BATAN
		13. Imam Sasmito	- BATAN
		14. Moh. Cecep Cepi H., S.ST	- UI
		15. Parjono, ST	- BATAN
		16. Siswanto	- BATAN
		17. Sariyadi	- BATAN
		18. Maulana	- BAPETEN
		19. Drs. Hendro	- BATAN
		20. Sunardi, ST	- BATAN
		21. Gatot Sumartono, ST	- BATAN
		22. Ir. Eko Madi Parmanto	- BATAN
		23. Alphana Fridia Cessna, ST., M.Si	- UI
		24. Rukiaty	- BATAN
		25. Ade Rustiadam, S.ST	- BATAN
		26. Ajrieh Setiawan, S.ST	- BATAN
		27. Suparno, A.Md	- BATAN
		28. Suhartono, A.Md	- BATAN

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Susunan Tim Editor	ii
Susunan Panitia	iii
Daftar Isi	iv
1 Pengembangan Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif Pra-Disposal : Imobilisasi Limbah Radioaktif Uranium Menggunakan Abu Batubara Sebagai Bahan Matriks <i>Synroc</i> .. Gunandjar dan Yuli Purwanto	1
2 Pengelolaan Limbah Cair Dengan Pendekatan Konsep Eko-Efisiensi: Analisis Hubungan Antara Penerapan Program <i>Cleaner Production</i> Di Area Produksi Dengan Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	14
Wahyu Wikandari, Roekmijati Widaningroem Soemantojo, Tri Edhi Budhi Soesilo	
3 Pengolahan Limbah <i>Methylen Blue</i> Secara Fotokatalisis Dengan TiO ₂ Dimodifikasi Fe Dan Zeolit	29
Agus Salim Afrozi, Rahmat Salam, Auring R, Asep Nana S	
4. Kinerja Konsorsium Bakteri Dari Sungai Opak Yogyakarta Dalam Reduksi Nitrat Dengan Sumber Karbon Yang Berbeda	37
Hanies Ambarsari, Miswanto	
5. Pengelolaan Limbah Radioaktif Hasil Dekontaminasi Di Instalasi Produksi Radioisotop Paska Berhenti Operasi	45
Suhaedi Muhammad, Nazaroh, Rr.Djarwanti,RPS	
6. Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Pembantu Peledakan (ANFO) Pada Kegiatan Pertambangan Batubara (Kasus Pemanfaatan Limbah Oli Bekas di PT. JMB Group)	52
Danang Widiyanto	
7. Sistem Pemurnian Helium Pada Reaktor Daya Experimental (RDE) Tipe HTR-10.....	60
Aisyah, Yuli Purwanto	
8. Pengolahan Limbah Daun Jati Kering Dari Desa Leyangan, Ungaran Menjadi Pulp Kering Dengan Proses Soda	68
Linda Kusumaningrum, Heny Kusumayanti	
9 Pembuatan Zat Warna Alami Dari Buah Mangrove <i>Spesies Rhizophora Stylosa</i> Sebagai Pewarna Batik Ramah Lingkungan Dalam Skala Pilot Plan	76
Paryanto, Wusana Agung Wibowo, Moch Helmy Aditya	
10 Konsentrasi Faktor Pada Bioakumulasi Plutonium Oleh Siput Macan (<i>Babylonia Spirata L.</i>) Di Perairan Teluk Jakarta	82
Murdahayu Makmur , Muhammad Qowi Fikri, Defri Yona, Syarifah Hikmah JS	
11. Pengaruh Koefisien Distribusi ¹³⁷ Cs Pada Keselamatan Calon Tapak Fasilitas Disposasi Limbah Radioaktif	93
Budi Setiawan, Dadang Suganda	
12. Kajian Pengolahan Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Beberapa Adsorben	105
Mirawaty, Gustri Nurliati	

13	Studi Eksperimen Difusi Boron Dalam Bentonit Terkompaksi Dalam Kondisi Reduksi Oleh Fe	113
	Mas Udi, Noria Ohkubo	
14	Pengolahan Limbah Uranium Cair Dengan Resin Anion Amberlite IRA-400 Cl Dan Imobilisasi Resin Jenuh Menggunakan Polimer	118
	Dwi Luhur Ibnu Saputra, Wati, Nurhayati	
15	Studi Pemanfaatan Zeolit Sebagai Bahan Penopang Asam Oksalat Untuk Dekontaminasi Permukaan Aluminium	124
	Sutoto	
16	Karakteristik Limbah Radioaktif Tingkat Rendah Dan Sedang Reaktor Daya Eksperimental HTR-10	129
	Kuat Heriyanto	
17	Pengembangan Penerapan Sistem Pengawasan Dalam Rangka Pencegahan Masuknya <i>Scrap Metal</i> Terkontaminasi Zat Radioaktif ke Dalam Wilayah Hukum Republik Indonesia	136
	Nanang Triagung Edi Hermawan	
18	Pengawasan Zirkon Di Indonesia	145
	Moekhamad Alfiyan	
19	Polimorfisme XPD23 Pada Pekerja Radiasi Medik	151
	Wiwin Mailana, dan Yanti Lusiyantri	
20	Pengukuran Radiasi Dan Konsentrasi <i>Naturally Occuring Radioactive Materials</i> (NORM) Pada Lahan Calon Tapak PLTU Batubara Kramatwatu Serang Banten	155
	Sucipta, Risdiyana S., Arimuladi SP.	
21	Perhitungan Jumlah Limbah Paska Dekomisioning Reaktor Triga Mark II Bandung	165
	Sutoto, Kuat Heriyanto, Mulyono Daryoko	
22	Fenomena Distribusi Radionuklida Kontaminan Pada Air Kanal Fasilitas KH-IPSB3 Pasca Perbaikan Filter <i>Skimer</i>	173
	Titik Sundari, Darmawan Aji, Arifin	
23	Difusi Radiocesium Oleh Tanah Urugan Sebagai Bahan Penutup Fasilitas Disposal Demo di Kawasan Nuklir Serpong : Karakterisasi <i>Dry Density</i> Tanah Permukaan di Lokasi Fasilitas Disposal Demo	179
	Nurul Efri Ekaningrum, Budi Setiawan	
24	Uji Integritas Kelongsong Bahan Bakar Nuklir Bekas Reaktor Dengan Metode Uji Cicip ..	186
	Dyah Sulistyani Rahayu, Darmawan Aji	
25	Verifikasi Penggunaan Library Origen 2.1 Untuk Perhitungan Inventori Teras Reaktor Tipe HTGR 10 MWth	194
	Anis Rohanda, Jupiter S. Pane, Amir Hamzah	
26	Penentuan Densitas Boron Karbida (B ₄ C) Menggunakan Autopiknometer Dan Secara Metrologi	199
	Torowati, Mu`nisatun, S., Yatno Dwi Agus	
27	Evaluasi Pengukuran Tingkat Kontaminasi Permukaan Material Terkontaminasi Untuk Tujuan Klierens (Studi Kasus : Limbah Pelat Logam Hasil Dekomisioning Fasilitas Pemurnian Fosfat Pt. Petrokimia Gresik)	205
	Moch Romli, Mas'udi , Sugeng Purnomo, M. Nurhasyim, T. Sulistiyo H.N., Suhartono, Imam Sasmito, L. Kwin P	

28	Evaluasi Tahanan Pembumian Instalasi Penyalur Petir Pada Stasiun Meteorologi Kawasan Nuklir Serpong	212
	Adi Wijayanto, Arief Yuniarto, Budihari	
29	Evaluasi Pengendalian Dosis Radiasi Pada Kegiatan <i>Dismantling</i> Dan Pengondisian Zat Radioaktif Terbungkus Yang Tidak Digunakan	217
	Suhartono, Moch Romli, Arie Budianti, Adi Wijayanto, Mahmudin	
30	Penerimaan Dosis Radiasi Sebagai Indikator Keselamatan Dalam Proses Pengolahan Limbah Radioaktif Tahun 2015	224
	L.Kwin Pudjiastuti, Hendro, Suhartono, Arie Budianti	
31	Penerapan Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Badan Air di Kawasan Nuklir Serpong ..	230
	Arif Yuniarto, Aepah Nurbiyanti, Ambar Winansi, Ritayanti	
32	Analisis Kegagalan Proses Pembangkit Uap Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif Cair	241
	Budiyono, Sugianto	
33	Jaminan Mutu Layanan Evaluasi Dosis Perorangan Dengan <i>TLD Barc</i> di PTKMR-Batan ..	250
	Nazaroh, Rofiq Syaifudin, Sri Subandini Lolaningrum, dan Nina Herlina	
34	Perancangan Sistem Kendali <i>VAC Off-Gas</i> Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif berbasis Programable Logic Control	260
	Sugianto, Budiyono, Arifin Istavara	
35	Uji Kelayakan Operasi Genset BRV20 RSG-Gas Setelah Dilakukan Perbaikan	268
	Teguh Sulisty	
36	Analisis Sistem Ventilasi Fasilitas Produksi 131I di PTRR-BATAN.....	278
	Mulyono, Hermanto, Sofyan Sori, Sriyono	
37	Aplikasi <i>Scada</i> Dengan Media Komunikasi Nirkabel 2.4 Ghz Untuk Pengendali Operasi Fasilitas Kanal Hubung Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Nuklir Bekas (KHIPSB3)	283
	Parjono , Budiyono	
38	Pembuatan Dan Pengujian <i>Burner</i> Pada Tungku Peleburan Timbal Untuk Fabrikasi <i>Shielding</i> Sumber Radioaktif Bekas Terbungkus	292
	Arifin Istavara, Jonner Sitompul, Sugianto	
39	Aplikasi Reaktor Pada <i>Capacitor Bank</i> Sebagai Peredam Harmonik Catu Daya Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif	299
	Jonner Sitompul, Sugianto	

PERANCANGAN SISTEM KENDALI VAC OFF-GAS PADA INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF BERBASIS PROGRAMABLE LOGIC CONTROL

Sugianto, Budiyo, Arifin Istavara

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Badan Tenaga Nuklir Nasional
Kawasan Puspipstek Serpong Gedung 50, Tangerang Selatan, Banten 15310
E-mail : gianto68@batan.go.id

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM KENDALI VAC OFF-GAS PADA INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF BERBASIS PROGRAMABLE LOGIC CONTROL. Sistem *Ventilation and Air Conditioning* di Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif (IPLR) berfungsi untuk menjaga ruang pada keadaan hampa parsial terhadap tekanan udara luar, membatasi kemungkinan adanya kontaminasi, dan pengolahan udara sebelum keluar melalui cerobong. Ketika beroperasi, sistem *VAC Off-Gas* menggunakan kendali *on-off* relai. Pengukuran parameter operasi dilakukan secara berkala menggunakan alat ukur *portable*. Kendali dan pengukuran parameter operasi kurang efektif sehingga perlu diubah ke teknologi yang lebih baru. Perubahan sistem kontrol dari kendali *on-off* ke kendali berbasis *Programmable Logic Control* (PLC) menjadi solusi yang menarik. Untuk itu perlu dilakukan perancangan sistem kendali *VAC Off-Gas* IPLR yang berbasis PLC. Metode dilakukan dengan identifikasi komponen kendali yang terpasang, inventarisasi komponen penggantian membuat diagram kerja sistem yang akan diaplikasikan. Kegiatan perancangan menghasilkan bahwasistem kendali *VAC Off-Gas* IPLR membutuhkan komponen CPU 1515-2 PN sebanyak 1 buah. *Interface modul* IM 155-5 PN ET 200MP sebanyak 1 buah. Catu daya PM 1507 24 V/8 A sebanyak 2 buah. *Digital Input Module* DI 32 X DC 24 V, 32 Channels in Groups of 16 sebanyak 2 buah. *Digital Output Module* DO 32 X 24 VDC/0.5 A; 32 Channels in Groups of 8 sebanyak 2 buah. *Analog Input Module* AI 8 X sebanyak 4 buah. Komponen *software* S 7.300 dan *Win CC Flexible 2008 Runtime*. Operasi kendali *on-off* dikoneksikan ke CPU melalui perangkat *input/output* di ruang kontrol sedangkan pemantauan informasi kinerja alat dan pengukuran parameter operasi dikoneksikan ke *interface modul* melalui perangkat *input/output*.

Kata Kunci : Kendali, pemantauan, *VAC Off-gas*, *programmable logic control*, IPLR

ABSTRACT

DESIGN OF VAC OFF-GAS CONTROL SYSTEM AT THE RADIOACTIVE WASTE INSTALLATION BASED ON PROGRAMABLE LOGIC CONTROL. *Ventilation and Air Conditioning Systems in the Radioactive Waste Installation (RWI) serves to keep the room at a state of partial vacuum to the outside air pressure, limit the possibility of contamination, and air treatment before existing through the chimney. When operating, VAC Off-Gas system using the controls on-off relay. Measurement of operating parameters is done periodically using portable measuring instrument. Control and monitoring is less effective that need to be changed to a newer technology. Change control system of on-off control to the control-based Programmable Logic Control (PLC) becomes an attractive solution. To begin with, it should be made the design of VAC control system based PLC. Method done by identifying and inventory needs and make the system work diagram will be applied. Control system design of VAC Off-Gas IPLR need 1515-2 PN CPU components number as 1 piece. Interface Modules IM 155-5PN ET 200MP number as 1 piece. PM 1507 Power supply 24 V / 8 A number as 2 pieces. Digital Input Module DI 32 x DC 24 V, 32 Channels in Groups of 16 number as 2 pieces. Digital Output Module DO 32 x 24 VDC / 0.5 A; 32 Channels in Groups of 8 number as 2 pieces. Analog Input Module AI 8 X 4 units. Software components are S 7300 and Win CC Flexible 2008 Runtime. On-off control operation connected to the CPU through the input / output devices in the control room while monitoring performance information and measurement instrument operating parameters to the interface module connected via input / output devices*

Keywords: control, monitoring, *VAC Off-gas*, *programmable logic control*, RWI

PENDAHULUAN

Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif (IPLR) dalam operasinya dilengkapi dengan sistem *VAC-Off gas*. Sistem *VAC* berfungsi untuk menjaga agar ruangan IPLR berada pada keadaan hampa parsial terhadap tekanan udara luar (*negative pressure*), membatasi kemungkinan adanya kontaminasi di dalam ruang dengan cara menghembuskan udara

segar, dan pengolahan serta evakuasi udara yang keluar dari IPLR. Peranan sistem gas buang adalah untuk menjamin kumpulan dan perlakuan terhadap aliran gas-gas yang aktif atau diragukan yang dihasilkan oleh perlengkapan yang menyusun penghalang penyimpan pertama untuk bahan-bahan aktif [1]. Dengan sistem ini udara akan mengalir dari daerah yang bertekanan tinggi (zona 1) menuju ke daerah

bertekanan paling rendah (zona 4). Bila terjadi kasus kontaminasi di zona 4, maka zat radioaktif tidak akan menyebar ke daerah lain yang ditempati pekerja. Yang perlu diperhatikan adalah kondisi ketika sistem VAC dan *Off-gas* tidak beroperasi. Kondisi ini akan menyebabkan tidak adanya tekanan hampa parsial, sehingga jika terjadi kontaminasi udara di dalam ruangan, maka udara tersebut tidak bisa diolah dan dievakuasi.

Di IPLR, sistem VAC pada dasarnya dibagi menjadi 3 sub sistem. Sub sistem 1 bertugas menghembuskan udara segar langsung ke dalam ruangan-ruangan daerah 1 dan ruangan-ruangan tertentu di daerah 2 dan 3. Suplai udara dijamin oleh dua buah *blower fan*, masing masing memberikan setengah aliran udara guna memenuhi suplai udara minimal 50%. Tidak ada suplai udara langsung ke dalam daerah 4, untuk meniadakan bahaya kecelakaan karena tekanan lebih di dalam ruangan. Subsistem ke 2 untuk membatasi aliran, udara dialirkan dari suatu daerah ke daerah berikutnya yang mempunyai tingkat kontaminasi yang lebih tinggi. Tidak ada aliran udara ke dalam daerah dimana sedang terjadi kebakaran. Subsistem ketiga adalah Penghisapan udara. Ada dua sistem penghisapan udara yang terpisah, masing-masing sistem mempunyai terminal tempat penyaringan dan fan penghisap. Sistem penghisapan untuk daerah 2 dan 3 dilayani oleh dua buah fan penghisap yang masing-masing bekerja 50%. Sistem ini juga menangani sistem gas buang dari mesin cuci, *compacting press* dan meja getar setelah melewati penyaringan udara tahap 1. Tidak ada penghisapan udara secara langsung dari daerah 1. Sistem penghisapan untuk daerah 4 dilayani oleh dua buah fan yang bekerja 100%. Untuk membatasi kontaminasi di dalam sistem penghisap daerah 4, disediakan penyaring HEPA pada *outlet sel druming*[1,2].

TEORI

Programmable Logic Controller (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic Controller* adalah suatu sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri. Sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

Selama ini, kendali *VAC Off-Gas* menggunakan kendali *on-off* relai. Pengoperasian sistem tata udara delapan jam setiap hari kerja dari panel kontrol ruang kendali. Pengukuran parameter data operasi dilakukan secara berkala menggunakan alat ukur *portable* keruangan-ruangan yang dipantau. Parameter yang dipantau adalah temperature, kelembaban, tekanan *negative* ruangan dan *pressure drop* HEPA-filter. Kondisi peralatan yang sedang beroperasi dan parameter operasi tidak termonitor secara *online*. Data operasi dicatat dan disimpan secara manual. Kondisi peralatan yang sedang beroperasi dipantau satu persatu dilapangan. Kerja menjadi kurang efektif sehingga perlu perbaikan sistem kontrol dan monitor. Perubahan sistem kontrol dari kendali *on-off* ke kendali berbasis *Programmable Logic Control* (PLC) menjadi solusi yang menarik. Dengan kendali PLC Sistem *VAC Off-gas* dapat dioperasikan dari ruang kendali dan dipantau kinerjanya karena disediakan monitor operasi dan bahkan disediakan beberapa *ekspand* keruang lain. Pemantauan parameter proses tidak lagi datang ke ruang-ruang tapi cukup dipantau dari monitor di ruang kendali. Untuk mengawalinya perlu dibuat rancangan sistem kendali VAC berbasis PLC untuk mengidentifikasi dan menginventarisasi kebutuhan serta membuat diagram kerja dari sistem yang akan diaplikasikan.

Makalah ini membahas tentang perancangan sistem kendali VAC Off-Gas yang berbasis PLC untuk menggantikan kendali *on off* relai dengan tahapan kegiatan identifikasi dan inventarisasi komponen kontrol dan pemantauan, perancangan kontrol dan pemantauan parameter operasi serta penentuan spesifikasi bahan.

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relai sekuensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan perangkat lunak yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan input-input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-*On* atau meng-*Off* kan *output*. Kondisi 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi, sedangkan kondisi 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat

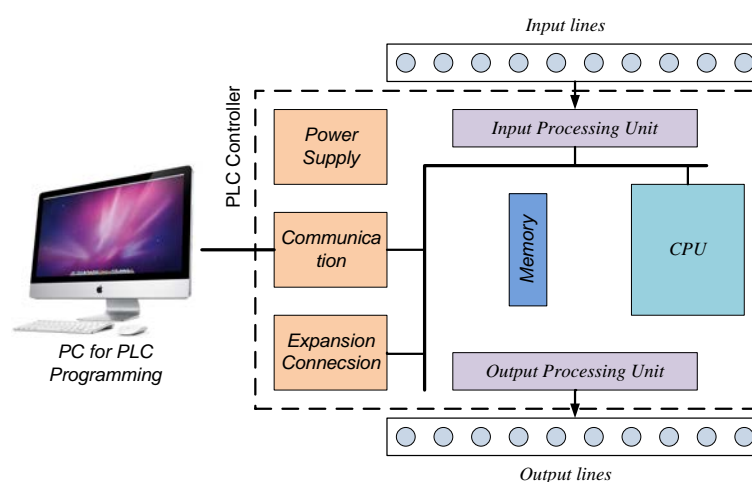
diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak.

Pada dasarnya sinyal yang diterima/dibangkitkan oleh unit *input/output* PLC berupa sinyal digital, yang bernilai biner 0 atau 1. Perangkat *input/output* yang memiliki sinyal analog memerlukan piranti ADC (*Analog to Digital Converter*) atau DAC (*Digital to Analog Converter*) agar dapat dihubungkan ke PLC. Biasanya piranti ini terdapat dalam modul analog yang diproduksi pabrik pembuat PLC. Sinyal analog yang biasanya digunakan dalam PLC mengikuti standar industri, yaitu arus 4 – 20 mA untuk tegangan *input* digital bermacam-macam mulai dari 5 V DC, 12 V DC atau 24 V DC, sedangkan terminal *output* dapat berupa *relay* atau transistor.

PLC yang awalnya berfungsi menggantikan peran *relay*, dapat diartikan sesuai kata penyusunnya adalah sebagai berikut :*Programmable* yaitu menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat. *Logic* yaitu menunjukkan kemampuannya dalam memproses *input* secara aritmatik/*Arithmetic Logical Unit*(ALU) dengan melakukan proses membandingkan, menjumlahkan, mengkalikan, membagi, dan mengurangi. *Controller* yaitu menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

Komponen-komponen PLC terdiri atas *Central Processing Unit* (CPU), *input*, *output*, *memory*, fasilitas komunikasi, fasilitas ekstensi dan catu daya. CPU (*Central Processing Unit*),

yaitu otak dari PLC yang mengerjakan berbagai operasi, antara lain mengeksekusi program, menyimpan dan mengambil data dari memori, membaca kondisi/nilai *input* serta mengatur nilai *output*, memeriksa adanya kerusakan (*self - diagnosis*), serta melakukan komunikasi dengan perangkat lain. *Input*, merupakan bagian PLC yang berhubungan dengan perangkat luar yang memberikan masukan kepada CPU. Perangkat luar *input* dapat berupa tombol, *switch*, sensor atau piranti lain. *Output*, merupakan bagian PLC yang berhubungan dengan perangkat luar yang memberikan keluaran dari CPU. Perangkat luar *output* dapat berupa lampu, katub (*valve*), motor dan perangkat – perangkat lain. Memori, yaitu tempat untuk menyimpan program dan data yang akan dijalankan dan diolah oleh CPU. Dalam pembahasan PLC, memori sering disebut sebagai *file*. Dalam PLC memori terdiri atas memori program untuk menyimpan program yang akan dieksekusi, memori data untuk menyimpan nilai-nilai hasil operasi CPU, nilai *timer* dan *counter*, serta memori yang menyimpan nilai kondisi *input* dan *output*. Kebanyakan PLC sekarang memiliki satuan memori dalam *word* (16 bit). Fasilitas komunikasi, yang membantu CPU dalam melakukan pertukaran data dengan perangkat lain, termasuk juga berkomunikasi dengan komputer untuk melakukan pemrograman dan pemantauan. Fasilitas ekstensi, untuk menghubungkan modul PLC dengan modul pengembangan *input/output* sehingga jumlah terminal I/O dapat ditingkatkan. Catu daya, untuk memberikan sumber tegangan kepada semua komponen dalam PLC. Biasanya sumber tegangan PLC adalah 220 V AC atau 24 V DC[4].



Gambar 1. Diagram komponen PLC

HMI (*Human Machine Interface*) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. Sistem HMI bekerja secara online dan *real time* dengan membaca data yang

dikirimkan melalui I/O *port* yang digunakan oleh sistem *controller*-nya. *Port* yang biasa digunakan untuk *controller* dan akan dibaca oleh HMI adalah *port com*, *port USB*, *port RS232* dan ada

pula yang menggunakan port serial. Tugas dari HMI adalah membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata. Sehingga dengan desain HMI dapat disesuaikan dan memudahkan pekerjaan fisik. Tujuan dari HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan layar komputer dan memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem.

HMI berupa suatu tampilan GUI (*Graphic User Interface*) pada suatu tampilan layar komputer yang akan dihadapi oleh operator mesin maupun pengguna yang membutuhkan data kerja mesin. HMI terdapat berbagai macam visualisasi untuk monitoring kondisi mesin yang terhubung secara *online* dan *real time*. HMI akan memberikan suatu gambaran kondisi mesin berupa bagian mesin mana yang sedang bekerja. Pada HMI juga terdapat visualisasi pengendali mesin berupa tombol, *slider*, dan sebagainya yang dapat difungsikan untuk mengendalikan mesin sebagaimana mestinya. Selain itu HMI juga menampilkan *alarm* jika terjadi kondisi bahaya dalam sistem. Sebagai tambahan, HMI juga menampilkan data-data rangkuman kerja mesin termasuk secara grafik.

METODOLOGI

Komponen-komponen kendali *on-off* relai sistem VAC *Off-Gas* diidentifikasi dan diinventarisasi untuk tujuan penggantian komponen kendali berbasis PLC. Motor fan dan motor pompa diidentifikasi sebagai komponen yang akan dikendalikan. Parameter-parameter operasi VAC diidentifikasi sebagai komponen yang dipantau atau dimonitor. Kendali *On-Off* relai dari panel kontrol yang selama ini menghidup-matikan motor fan dan motor pompa digantikan fungsinya dengan PLC. Saluran *input-output* dihitung untuk menentukan jumlah dan model *digital input*, *digital output*, dan *analog input*-nya. Parameter operasi diidentifikasi selain untuk menentukan jumlah saluran analog input juga untuk menentukan jumlah dan model *transmitter* yang akan digunakan.

Inventarisasi kebutuhan komponen PLC dilakukan berdasarkan hasil identifikasi kendali *on/off* relai. Jumlah dan model *digital input* ditentukan berdasarkan jumlah sinyal informasi kinerja motor *exhaust fan*, motor *blower fan*, pompa *scrubbing*, pompa *chiller* dan mesin *chiller*. Jumlah dan model *digital output* ditentukan berdasarkan kendali *on-off* yang diberikan pada motor *exhaust fan*, motor *blower fan*, dan pompa *scrubbing*. Jumlah dan model *analog input* ditentukan berdasarkan parameter

operasi tekanan, suhu, kelembaban, dan kecepatan aliran yang akan diukur. *CPU*, *interface modul*, *power supply* dan *accessories* ditentukan berdasarkan kapasitas kendali yang dibutuhkan.

Skema diagram PLC dibuat untuk pemetaan sistem yang akan diaplikasikan. Model dan jumlah kabel, konektor dan *accessories* yang lain dihitung berdasarkan hasil pemetaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen sistem VAC yang selama ini dikendalikan secara *on-off* dari panel kontrol adalah motor *blower fan*, motor *exhaust fan*, pompa *scrubbing* dan *air handling unit*. Informasi kinerja komponen diindikasikan dengan lampu indikator. Parameter operasi diukur secara langsung *in-situ* dengan alat *portable* di lokasi. Jumlah komponen yang akan dikendalikan, jumlah informasi kinerja alat yang diperlukan dan jumlah parameter operasi yang dibutuhkan diidentifikasi untuk menentukan jumlah dan model komponen PLC. Daftar hasil identifikasi kendali *On-Off* relai yang diaplikasikan pada sistem VAC ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah kendali *on-off* relai sistem lama sebanyak 26 buah terdiri atas kendali *On* dan kendali *Off* yang masing-masing 13 buah. Untuk kendali PLC, kendali *On* dan *Off* yang semula terpisah digabung menjadi satu kendali sehingga tinggal 13 buah yang dikoneksikan kedalam *digital output*. Displai informasi kinerja alat dan parameter operasi yang awalnya sebanyak 45 buah dipecah menjadi dua. Displai informasi kinerja alat dikoneksikan ke *digital input* sebanyak 21 buah, sedangkan parameter operasi dikoneksikan ke *analog input* sebanyak 24 buah. Hasil identifikasi kendali sistem VAC digunakan untuk menentukan model PLC yang akan diaplikasikan dan inventarisasi komponen yang dibutuhkan. Hasil inventarisasi spesifikasi *hardware* PLC untuk sistem kendali VAC *Off-Gas* IPLR ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah komponen *digital input* yang dibutuhkan adalah 2 buah yang masing-masing memiliki 16 saluran. Jumlah tersebut cukup untuk koneksi displai informasi kinerja alat yang hanya 21 buah sehingga masih tersisa 11 saluran sebagai cadangan. Jumlah *digital output* ditentukan sebanyak 2 buah dengan masing-masing memiliki 8 saluran. Jumlah tersebut cukup untuk koneksi 13 buah kendali *On-Off* dan masih tersisa 3 saluran cadangan. Jumlah *analog input* ditentukan 4 buah dengan spesifikasi 8 saluran *input*. Jumlah tersebut cukup untuk koneksi dari 24 buah informasi parameter proses yang diukur dan

masih tersisa 8 saluran sebagai cadangan. Jumlah *power supply* ditentukan 2 buah dimana 1 buah untuk CPU dan lainnya untuk *interface modul*. Dalam rancangan ini menggunakan *interface modul* karena letak antara ruang proses dengan ruang kendali berjauhan. CPU menggunakan

Simatic S7-1500, CPU 1515-2 PN dengan fasilitas koneksi *ethernet* sehingga dapat dikembangkan ke teknologi *scada*. Seluruh *transmitter* memiliki keluaran arus 4 – 20 ampere agar dapat dikoneksikan langsung ke PLC.

Tabel 1. Hasil identifikasi kendali *On-Off* relai

No	Nama komponen/ parameter sistem yang dikendalikan	Kendali (<i>existing</i>)		Kebutuhan untuk PLC		
		<i>On/ Off relay</i>	<i>Display</i>	<i>Digital output (channel)</i>	<i>Digital input (channel)</i>	<i>Analog input (channel)</i>
1	Motor <i>blower fan</i> 5101 A	2	1	1	1	
2	Motor <i>blower fan</i> 5101 B	2	1	1	1	
3	Motor <i>exhaust fan</i> 5102 A	2	1	1	1	
4	Motor <i>exhaust fan</i> 5102 B	2	1	1	1	
5	Motor <i>exhaust fan</i> 5103 A	2	1	1	1	
6	Motor <i>exhaust fan</i> 5103 B	2	1	1	1	
7	Motor <i>exhaust fan</i> 5201 A	2	1	1	1	
8	Motor <i>exhaust fan</i> 5201 B	2	1	1	1	
9	Pompa <i>scrubbing</i> A	2	1	1	1	
10	Pompa <i>scrubbing</i> A	2	1	1	1	
11	<i>Chiller</i> 1 dan pompa 1		2		2	
12	<i>Chiller</i> 2 dan pompa 2		2		2	
13	<i>Chiller</i> 3 dan pompa 3		2		2	
14	<i>Chiller</i> 4 dan pompa 4		2		2	
15	Motor <i>blower fan</i> 51013	2	1	1	1	
16	Motor <i>blower fan</i> 51014	2	1	1	1	
17	<i>Air Handling Unit office</i>	2	1	1	1	
18	Suhu, kelembaban, dan tekanan ruang 2.0.13		3			3
19	Suhu, kelembaban, dan tekanan ruang 3.0.01		3			3
20	Tekanan ruang 3.0.04		1			1
21	Tekanan ruang 4.0.01		1			1
22	Suhu, kelembaban, dan tekanan ruang 4.B.01		3			3
23	Tekanan ruang 2.0.06		1			1
24	Suhu ruang AHU		1			1
25	Tekanan filtrasi zona 2 dan 3		1			1
26	Tekanan filtrasi zona 4		1			1
27	Tekanan filtrasi OFF-Gas		1			1
28	Kecepatan aliran zona 2 dan 3		1			1
29	Kecepatan aliran zona 4		1			1
30	Kecepatan aliran Off-Gas		1			1
31	Suhu <i>input output</i> air chiller		2			2
32	Suhu, kelembaban, dan tekanan ruang 2.0.10		3			3
Jumlah		26	45	13	21	24

PLC yang akan digunakan adalah PLC Siemens S7-1500, karena PLC jenis ini memiliki kelebihan pada pengalamatannya. Alamat Input pada PLC dimulai dari alamat I0.0 sampai I65535.7. Akan tetapi pada PLC Siemens S7-

1500, alamat yang berhubungan langsung dengan peripheral dimulai dari I124.0 sampai I124.7 dan I125.0 sampai dengan I125.1. Alamat-alamat yang tidak berhubungan dengan *peripheral* tersebut dapat digunakan sebagai alamat

perantara. Alamat *output* pada PLC Siemens S7-1500 dimulai dari alamat Q0.0 sampai dengan Q65535.7. Dan yang terhubung langsung dengan *peripheral* dimulai dari alamat Q124.0 sampai dengan Q124.5. Alamat *memory* S7-1500 PLC Siemens ini menyediakan lokasi memori yang berbeda-beda, dengan pengalamatan yang sangat unik. Kita dapat memilih memori mana yang akan kita pakai dengan terlebih dahulu memilih spesifikasi alamat, yang meliputi *memory area*, *address Byte*-nya dan *Bit number*-nya. PLC memiliki kemudahan untuk menambahkan piranti *input* dan *output* dengan *bus data* yang sudah tersedia[5]

Totally Integrated Automation Portal (TIA PORTAL) merupakan *software* yang

digunakan dalam pemrograman sebuah sistem otomasi dengan menggunakan PLC Siemens. TIA PORTAL itu sendiri merupakan perkembangan *software* sebelumnya yakni Simatic Step7. Dari segi pemrograman dasar TIA PORTAL hampir sama dengan *Simatic S7*. TIA PORTAL V.11 [6] sudah diintegrasikan dengan Simatic HMI nya untuk *interface* dalam proses *monitoring plant*. *Software* ini memudahkan para penggunanya untuk melakukan pengembangan dan komisioning terhadap sistem otomasi secara cepat dan intuitif, yang memberikan efisiensi lebih terhadap waktu dan biaya yang diakibatkan oleh adanya berbagai macam *software* dalam melakukan integrasi.

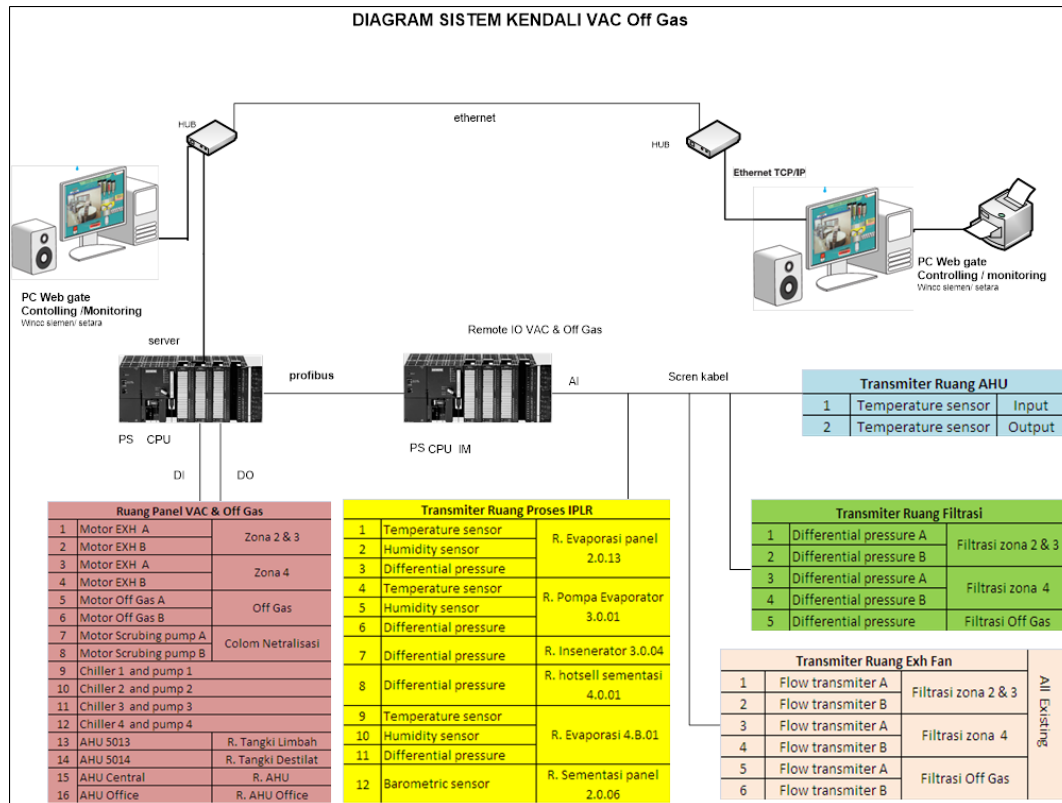
Tabel 2. Spesifikasi *Hardware* PLC untuk sistem kendali VAC Off-Gas IPLR

No	Nama	Spesifikasi	Jumlah
PLC Hardware			
1	CPU PLC	<i>Simatic S7-1500, CPU 1515-2 PN, Central Processing Unit with Working Memory 500 KBfor Program and 3 MBfor Data,</i>	1 buah
2	Interface Modul	<i>Simatic ET 200MP. Profinet IO -Device Interface Module IM 155-5 PN STfor ET 200MP Elektronik Modules.</i>	1 buah
3	Power Suppy	<i>Simatic PM 1507 24 V/8 A Stabilized Power Supply for Simatic S7-1500 Input: 120/230 V Ac Output: 24 V/8 A DC</i>	2 buah
4	Digital Input	<i>Simatic S7-1500, Digital Input Module DI 32 X DC 24 V, 32 Channels in Groups of 16</i>	2 buah
5	Digital Output	<i>Simatic S7-1500, Digital Output Module DO 32 X 24 VDC/0.5 A; 32 Channels in Groups of 8</i>	2 buah
6	Analog Input	<i>Simatic S7-1500, Analog Input Module AI 8 X</i>	4 buah
7	Front Connector	<i>Simatic S7-1500, Front Connected Screw-Type, 40pin, for 35mm Wide Modules, Incl. 4 Jumpers, and Cable Strap</i>	8 buah
8	Rail Mounting	<i>Simatic S7-1500, Mounting Rail 482 mm (Appr. 19 Inch)</i>	2 buah
9	Memory Card	<i>Simatic S7, Memory Card for S7-1x00 CPU/dinamics, 3,3 V Flash, 4 MB</i>	1 buah
10	Profinet Cable	<i>Simatic Net, IE FC TP Standard Cable, Gp 2x2 (Profinet Type A)</i>	100 buah
11	Relay	<i>24 Volt DC Coil with LED Pilot SPDT IDEC</i>	24 buah
12	License	<i>Win CC Flexible 2008 Runtime</i>	1 buah
13	PC controlling / monitoring dan recording realtime data operasi	<i>PC Intel Core i5-4590, 4GB DDR3, 500GB HDD, DVDRW, VGA Intel HD Graphics 4600, Win 7 Pro, With 24" Touchscreen include wincc shoftware control dan monitoring PLC PROGRAM, Web base system, data looging: avaible convert to word, exel, PDF</i>	1 buah

SENSOR INSTRUMENT			
1	RTD PT100 Sensor	Diameter 6mm Panjang 5cm Drat	2 buah
2	<i>Defferential Pressure</i>		
	<i>Dwiyer model</i>	DM-2007-LCD	8 buah
	<i>display</i>	3.5 digit LCD	
	<i>range press</i>	0 to 1243 Pa (0-5 in w.c)	
	<i>output signal</i>	4 to 20 mA	
	<i>power</i>	10-35 VDC (2 wire)	
3	<i>Temperatur & Humidity Transmitter</i>		4 buah
	<i>Dwiyer model</i>	RHP-3N44-LCD	
	<i>display</i>	Optical LCD	
	<i>range temperature</i>	-20 to 60°C	
	<i>range Humidity</i>	0 to 100 %RH	
	<i>output signal</i>	4 to 20 mA	
	<i>power</i>	10-35 VDC	
4	<i>Barometric pressure transmitter</i>		1 Buah
	<i>Operating temperaturerange:</i>	0 to +50°C	
	<i>Operating relative humidity range:</i>	5 to 95%RH	
	<i>Current output:</i>	4 to 20mA, two-wire connection	
	<i>Power:</i>	9-30Vdc	
	<i>Maximum pressure range</i>	: 600 to 1100hPa	
	<i>Setting from the manufacturer</i>	4-20mA/800-1100hPa	
CABLE CONTROL			
1	<i>Cableliycy3 X 0.75mm</i>	<i>Screen Cable Control</i>	600 meter
2	<i>Cablekontrol 1 X 0.75mm</i>	<i>NYYHYCable Control</i>	400 meter
3	<i>Cable kontrol 3 x 0.75mm</i>	<i>NYYHYCable Control</i>	200 meter
4	<i>Selang pneumatic instrument</i>	8 X 2 mm, transparan,	150 meter
5	<i>Selang pneumatic instrument</i>	23 X 6 mm, transparan	150 meter
6	<i>Accessories</i>	<i>Fittingdan connectorpneumatic piping instrument</i>	1 set
PANEL CONTROL			
1	<i>Powder Coating</i>	1000 x 210 x 760	2 buah
2	<i>Accessories Panel</i>	<i>Scun kabel, isolator, tombol, selector, lampu indikator</i>	1 set

Diagram sistem kendali dibuat untuk memetakan koneksi jaringan distribusinya. Rancangan diagram sistem kendali VAC Off-Gas IPLR diperlihatkan pada Gambar 2. Gambar menunjukkan bahwa pengendalian dapat dilakukan dari dua ruang kendali. Koneksi data

kedua ruang kontrol menggunakan fasilitas internet karena posisi berjauhan. Seluruh kendali on-off dikoneksikan ke CPU sedangkan untuk monitor sinyal informasi alat dan pengukuran parameter operasi dikoneksikan melalui *interface modul*.



Gambar 2. Rancangan diagram sistem kendali VAC Off-Gas IPLR

KESIMPULAN

Dari bahasan diatas dapat disimpulkan bahwa dalam rancangan sistem kendali VAC Off-Gas IPLR membutuhkan komponen CPU 1515-2 PN sebanyak 1 buah. Interface modul IM 155-5 PN ET 200MP sebanyak 1 buah. Catu daya PM 1507 24 V/8 A sebanyak 2 buah. Digital Input Module DI 32 X DC 24 V, 32 Channels in Groups of 16 sebanyak 2 buah. Digital Output Module DO 32 X 24 VDC/0.5 A; 32 Channels in Groups of 8 sebanyak 2 buah. Analog Input Module AI 8 X sebanyak 4 buah. Kabel profinet untuk komunikasi data serta kabel screen untuk peralatan sensor. Komponen software pemrograman Simatic 7 dan Win CC Flexible 2008 Runtime. Komponen sensor : RTD PT 100, Defferential Pressure, Temperatur & Humidity Transmitter, Barometric pressure transmitter. Operasi kendali on-off dikoneksikan ke CPU melalui perangkat input/output di ruang kontrol sedangkan pemantauan informasi kinerja alat dan pengukuran parameter operasi dikoneksikan ke Human Machine Interface (HMI) modul melalui perangkat input/output.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Bapak Purwantara, Bapak Gatot Sumartono, dan Bapak I Wayan B.W. atas masukan, saran dan diskusi dalam penyusunan.

DAFTAR PUSTAKA

1. System Note VAC WSPG 510 NTA 9001 TECHNIATOME, (1986)
2. System Note Off Gas WSPG 520 NTA 9001 TECHNIATOME, (1986)
3. Budiyono, Untara, Gatot Sumartono, "Pengaruh VAC OFF-GAS Terhadap Tingkat Kontaminasi Udara Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif di Serpong" PTLR, Serpong, 2009.
4. Iwan Setiawan, "Programmable Logic Controller dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
5. Siemens, "The Simatic S7 System Family", Germany, 2011
6. Siemens, "Simatic Steep 7 Profesional VII SP2", Germany, 2011
7. Dwyer Instruments Pty Ltd, "Dwyer Catalog", US, 2016