

RANCANG BANGUN PANEL INSTRUMEN UNIT PELINDIHAN AIR BERTINGKAT

Triyono dan Isti Dian Rachmawati

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator – BATAN, Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 Ykbb, Yogyakarta 55281
e-mail: triyono793@gmail.com

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PANEL INSTRUMEN UNIT PELINDIHAN AIR BERTINGKAT. Telah dilakukan rancang bangun panel instrumen unit pelindungan air bertingkat.. Kegiatan meliputi: identifikasi beban, perencanaan wiring, perencanaan tata letak komponen, instalasi dan uji fungsi alat. Identifikasi beban dimaksudkan untuk mengetahui spesifikasi beban berupa tegangan, arus, daya dan jumlah fase. Perencanaan wiring dimaksudkan untuk memudahkan kegiatan instalasi komponen utama maupun komponen pendukung. Uji fungsi panel instrumen berguna untuk mengetahui unjuk kerja panel instrumen pasca rancang bangun. Hasil rancang bangun dan uji fungsi panel instrumen pada unit pelindungan air bertingkat menunjukkan bahwa: panel instrumen dapat bekerja secara baik pada kondisi tanpa beban maupun berbeban penuh. Uji fungsi panel instrumen tanpa beban menunjukkan bahwa semua saklar operasi pada panel dapat mengaktifkan solid state relay SSRI-SSR9 dengan tegangan output 219-220 Volt. Uji fungsi panel instrumen dengan beban penuh menunjukkan bahwa tegangan beban sebesar 30-220 Volt memberikan arus beban 0,5-2,8 Ampere. Uji fungsi panel instrumen dengan beban penuh, earth leakage circuit breaker tidak mengalami trip (off) dan mampu melayani beban secara serentak.

Kata kunci : rancang bangun, panel instrumen, pelindungan air bertingkat

ABSTRACT

DESIGN OF INSTRUMENT PANEL OF MULTI-STOREY WATER LEVEL UNIT. The design of instrument panel of a multi-storey water level unit has been carried out. Activities include: load identification, wiring planning, component layout planning, installation and functional testing tools. The load identification is intended to find out the load specifications such as voltage, current, power and number of phases. Wiring planning is intended to facilitate the installation of the main component and supporting components. Test instrument panel function is useful to know the performance of the instrument panel post-design. The design and test results of the instrument panel function in the multilevel staging units indicate that: the instrument panel works well under no-load or fully loaded conditions. Un-load panel instrument test shows that all operating switches on the panel can enable solid state relay SSRI-SSR9 with an output voltage of 219-220 Volts. Function test of instrument panel with full load shows that the 30-220 Volt voltage provides a load current of 0.5-2.8 Ampere. Function test instrument panel with full load, earth leakage circuit breaker does not experience trip (off) and able to serve the load simultaneously.

Keyword : design, instrument panel, water leaching level

PENDAHULUAN

Pengolahan pasir zirkon secara kimia menggunakan metode basah diawali dengan peleburan pasir zirkon dilanjutkan pelindungan menggunakan air panas. Pasir zirkon merupakan suatu bahan yang mempunyai nilai sangat strategis, karena terkait dengan industri nuklir maupun industri aplikatif lainnya. Pada industri nuklir, zirkonium dalam bentuk paduan logam (Zirkaloi) merupakan material utama untuk kelongsong bahan bakar PLTN. Zirkonium juga digunakan sebagai bahan pelapis kernel UO_2 dalam bentuk ZrC (Zirconium Carbide) sebagai pengganti SiC (Silicon Carbide) pada elemen bakar nuklir (TRISO) Reaktor Suhu Tinggi (RST) [1]. Telah terinstal unit pelindungan air secara bertingkat menggunakan tiga reaktor kaca dengan volume satu liter dengan pemanas mantel. Unit pelindungan tersebut belum dilengkapi dengan panel instrumen untuk mengoperasikan secara aman. Untuk melengkapi

pengoperasian secara aman pada unit pelindungan air bertingkat diperlukan panel instrumen yang representatif. Telah dilakukan rancang bangun panel instrumen menggunakan komponen utama dan komponen pendukung antara lain: pengaman gangguan kelistrikan berupa earth leakage circuit breaker 3 fase 25 Ampere (ELCB), power supply 24 Volt dc, solid state relay 1 fase 25 Amper, relay kontak 24 Volt dc, kontrol suhu TK4M-B4RN, sensor suhu, solid state relay controller LPC-50HDA dan saklar operasi [2].

Rancang bangun panel instrumen pada unit pelindungan air bertingkat bertujuan untuk mempermudah sistem operasi alat dan terhindar dari gangguan kelistrikan. Untuk menjamin keamanan panel instrumen dari gangguan kelistrikan diperlukan ELCB 3 fase tegangan 415 Volt arus 25 Amper. Prinsip kerja ELCB yaitu mendeteksi adanya arus bocor pada gangguan ground, dengan cara membandingkan nilai antara fase dan netral dari suatu sistem. Arus yang keluar dari titik

fase dan netral pada sistem instalasi selalu berbanding lurus (seimbang). Bilamana ada perbedaan nilai pada titik fase dan netral yang disebabkan oleh adanya gangguan tidak seimbang akan memutuskan aliran listrik pada sistem [3-5].

Power supply 24 Volt dc merupakan komponen utama untuk memberikan tegangan *input* terhadap relay kontak 24 Volt dc dan *solid state relay* (4-32 Volt dc) terhadap masing-masing beban [6].

Solid state relay 1 fase dengan arus 25 Amper mampu dialiri arus beban maksimum sampai 25 Amper. *Solid state relay* merupakan saklar elektronik yang bekerja tanpa menimbulkan efek bising pada saat *on-off* [7].

Untuk pengontrolan suhu pada reaktor pelindihan diperlukan kontrol suhu digital TK4M-B4RN yang mempunyai fasilitas *multi input, output* relay dan fasilitas RS-485 yang memungkinkan dihubungkan dengan PC/ komputer [8].

Input sensor pada kontrol suhu berupa termokopel tipe B, karena ukuran fisik lebih memungkinkan untuk diaplikasikan pada ketiga reaktor kaca. Panjang termokopel 16 cm dengan diameter 7 mm dan terlindungi selonsong keramik, sehingga tidak kontak langsung terhadap umpan [9].

Untuk mengatur tegangan pemanas mantel diperlukan perangkat *solid state relay controller* LPC-50 HDA dengan pengaturan input berupa potensiometer 10 Kohm. Dengan LPC-50 HDA akan diperoleh pengaturan tegangan ke pemanas 0-220 Volt [10].

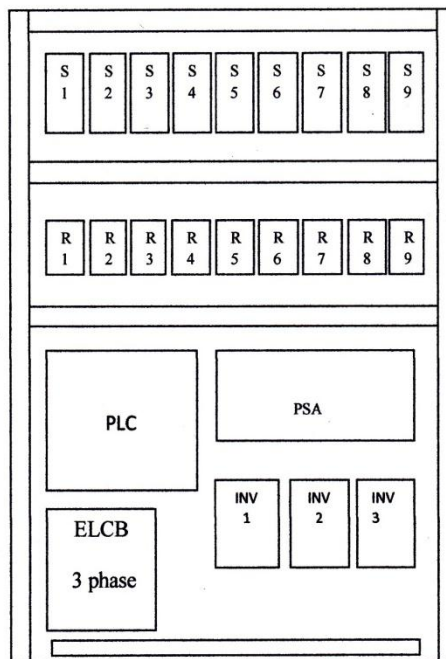
Dengan dilakukan rancang bangun panel instrumen pada unit pelindihan air bertingkat akan diperoleh rasa aman bagi operator maupun peralatan secara keseluruhan.

TATA KERJA

Pelaksanaan rancang bangun panel instrumen pada unit pelindihan air secara bertingkat dilakukan sebagai berikut:

1. Dilakukan identifikasi terhadap beban utama maupun beban pendukung antara lain: jumlah fase, tegangan, arus dan daya beban.
2. Dilakukan perancangan tata letak komponen pada panel utama ditunjukkan pada Gambar 1.

Perancangan tata letak komponen pada panel utama antara lain relay kontak bertegangan 24 Volt dc dengan dua keluaran *on-off* yang terhubung ke *solid state relay* 1 fase. *Solid state relay* (SSR1-9) 1 fase bertegangan *output* 24-380 Volt dengan kemampuan arus sampai 25 *Ampere* mengaktifkan beban. *Inverter* 1 fase (INV1-3) diaktifkan oleh SSR 1 fase untuk melakukan pengaturan putaran motor pengaduk. *Power supply* 24 Volt dc memberikan tegangan *input* 24 Volt dc ke relay kontak maupun *solid state relay* melayani beban. ELCB 3 fase dengan arus 25 *Ampere* berfungsi sebagai pengaman terhadap gangguan kelistrikan seperti arus bocor. Jika terjadi arus bocor melebihi 30 mAmpere akan terjadi *trip*.



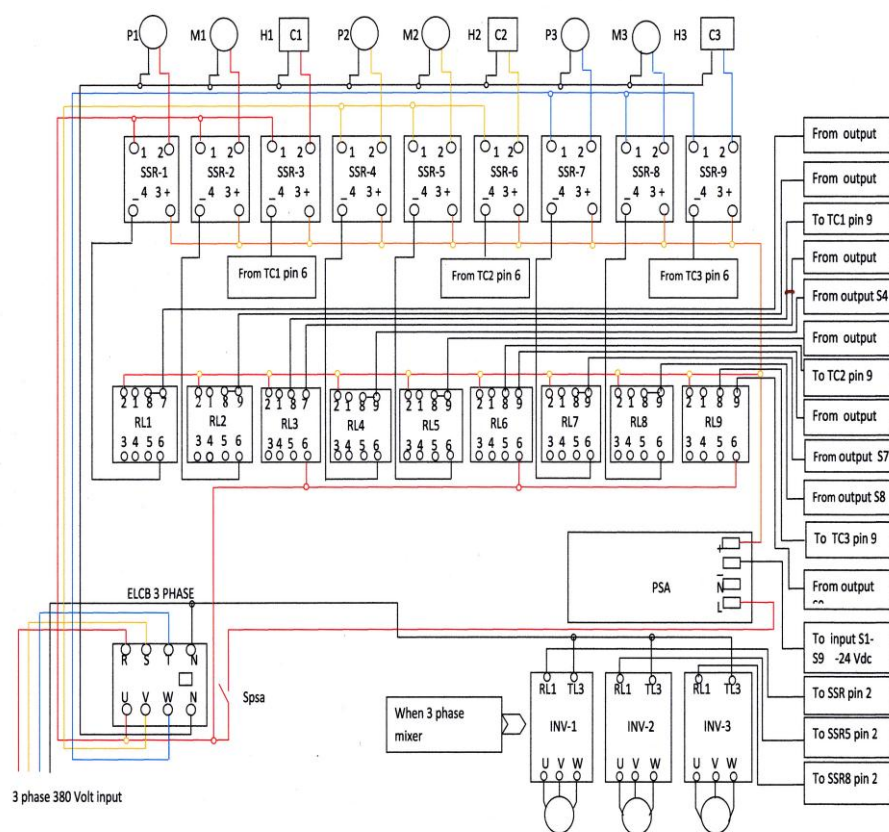
Gambar 1. Perancangan tata letak komponen pada panel utama

Keterangan Gambar 1 :

No	Kode	Keterangan
1	S1-S9	<i>Solid state relay</i> 1 fase 25 Amper
2	R1-R9	Relay kontak 24 Volt dc
3	PSA	<i>Power supply</i> 24 Volt dc
4	ELCB	<i>Earth leakage circuit breaker</i> 3 fase 25 Amper
5	INV1-INV3	Inverter untuk beban motor 3 fase

3. Perencanaan sistem *wiring* pada panel utama ditunjukkan pada Gambar 2.

Perencanaan sistem *wiring* pada panel utama dibuat secara jelas menggunakan jalur kabel berwarna (Merah, kuning, biru dan hitam) untuk memudahkan pembagian fase ke *solid state relay*. Pembagian fase sangat penting untuk menjaga keseimbangan arus yang terjadi pada beban secara keseluruhan. Fase R berwarna merah digunakan untuk mensuplai tegangan ke *solid state relay* SSR1-SSR3 untuk melayani beban pompa air (P1), motor pengaduk (M1) dan pemanas (H1). Fase S berwarna kuning digunakan untuk mensuplai tegangan ke *solid state relay* SSR4-SSR6 untuk melayani beban pompa transfer (P2), motor pengaduk (M2) dan pemanas (H2). Fase T berwarna biru digunakan untuk mensuplai tegangan ke *solid state relay* SSR7-SSR8 untuk melayani beban pompa transfer (P3), motor pengaduk (M3) dan pemanas (H3). Inverter INV1-3 hanya diperuntukkan, jika motor pengaduk menggunakan motor 3 fase.



Gambar 2. Perencanaan sistem wiring pada panel utama

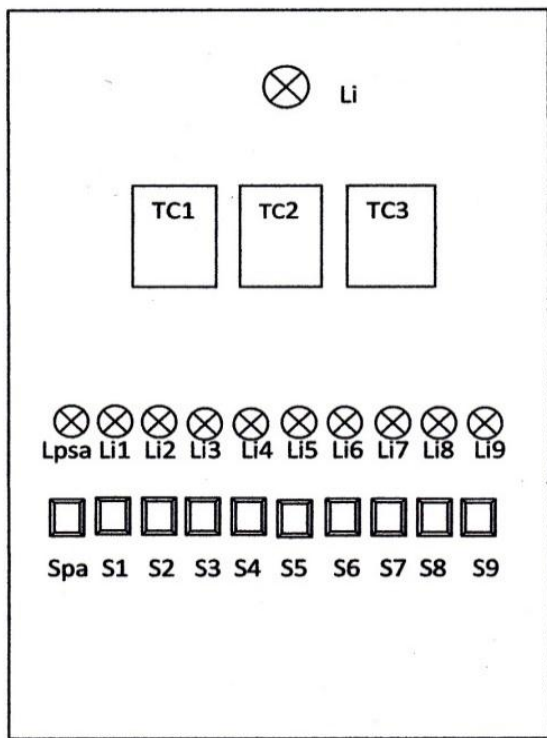
Keterangan Gambar 2 :

No	Kode	Keterangan
1	SSR1-9	Solid state relay 1 fase 25 A
2	RL1-9	Relay kontak 24 Volt dc
3	ELCB	Earth leakage circuit breaker 3 fase 25 Ampere
4	PSA	Power supply 24 Volt dc
5	INV1	Inverter motor pengaduk 1
6	INV2	Inverter motor pengaduk 2
7	INV3	Inverter motor pengaduk 3
8	TC1-3	Kontrol suhu reaktor 1-3
9	P1-3	Pompa tranfer reaktor 1-3
10	M1-3	Motor pengaduk reaktor 1-3
11	H1-3	Pemanas reaktor 1-3
12	C1-3	Relay ac 220 Volt

4. Perancangan tata letak komponen pada pintu panel ditunjukkan pada Gambar 3.

Perencanaan tata letak komponen pada pintu panel memerlukan beberapa komponen antara lain: kontrol suhu TK4M-B4RN (TC1, TC2 dan TC3) sebagai pengontrol suhu pada reaktor 1-3. Saklar Spsa diperlukan untuk mengaktifkan power supply dengan keluaran tegangan 24 Volt dc dan mempunyai kemampuan arus 3 Ampere. Saklar S1 mengaktifkan relay kontak R1 terhadap SSR1 ke beban 1 berupa pompa air pada reaktor R1. Saklar S2 berguna untuk mengaktifkan relay kontak RL2 terhadap SSR2 dan inverter 1 ke beban 2 berupa motor pengaduk reaktor 1. Saklar S3 mengaktifkan relay kontak RL3 terhadap SSR3 untuk kerja on-off relay ac terhadap pemanas

reaktor R1. Saklar S4 untuk mengaktifkan relay kontak RL4 terhadap SSR4 ke beban 4 berupa pompa transfer 220 Volt. Saklar S5 untuk mengaktifkan relay kontak RL5 terhadap SSR5 dan inverter 2 ke motor pengaduk reaktor 2. Saklar S6 untuk mengaktifkan relay kontak RL6 ke SSR6 dan relay ac 220 Volt pada pemanas mantel reaktor 2. Saklar S7 mengaktifkan relay kontak RL7 terhadap SSR7 ke pompa transfer 220 Volt. Saklar S8 mengaktifkan relay kontak RL8 terhadap SSR8 dan inverter 3 ke motor pengaduk reaktor 3. Saklar 9 mengaktifkan relay kontak RL9 ke SSR9 dan relay ac 220 Volt pada pemanas reaktor 3.



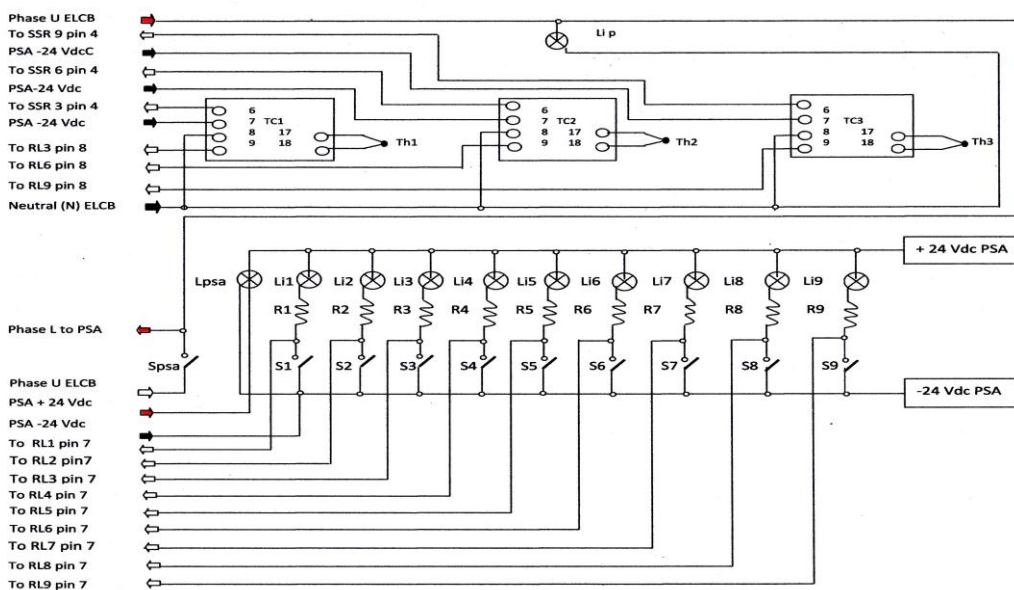
Gambar 3. Perancangan tata letak komponen pada pintu panel

Keterangan Gambar 3:

No	Kode	Keterangan
1	L1	Lampu ator tegangan <i>input</i>
2	TC1-TC3	Kontrol suhu reaktor 1
5	LPsa	Lampu <i>power supply</i>
6	Li1-9	Lampu indikator beban
7	SPsa	Saklar <i>power supply</i>
6	S1-9	Saklar operasi beban 1-9

5. Perencanaan sistem *wiring* pada pintu panel ditunjukkan pada Gambar 4.

Perencanaan sistem *wiring* pada pintu panel terdiri dari beberarap komponen antara lain: kontrol suhu TK4M-B4RN pada reaktor 1-3, saklar operasi *on-off*, lampu indikator LED, termokopel dan hambatan 4K7. Sumber tegangan 220 Volt terhubung ke pin 8 (fase U) dan 9 (netral). Untuk keperluan pengontrolan *solid state relay* melalui pin 6 dan 7 (-24 Volt dc) mengaktifkan pemanas pada reaktor 1. Kontrol suhu TK4M-B4SN mengontrol *solid state relay* melalui pin 6 (+) dan 7 (-) mengaktifkan pemanas pada reaktor 2. Kontrol suhu TK4M-B4SN mengontrol *solid state relay* melalui pin 6 (+) dan pin 7 (-) mengaktifkan pemanas pada reaktor 3. Saklar operasi S1-9 berfungsi memberikan *input* -24 Volt dc ke relay kontak pada *solid state relay* SSR1-9 terhadap masing-masing beban.

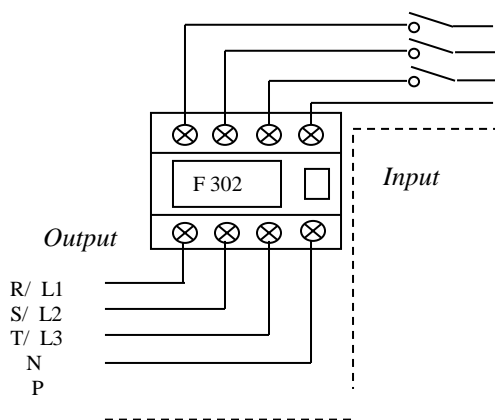


Gambar 4. Perencanaan sistem *wiring* pada pintu panel

Keterangan Gambar 4

No	Kode	Keterangan
1	TC1	Temperature control 1
2	TC2	Temperature control 2
3	TC3	Temperature control 3
4	L1-L9	Lampu indikator (LED) beban
5	R1-9	Hambatan LED (4K7)
6	S1-S9	Saklar operasi beban
7	LPsa	Lampu indikator <i>power supply</i>
8	SPsa	Saklar operasi <i>power supply</i>
9	Th1-3	Termokopel kontrol suhu 1-3

6. Dilakukan perancangan *wiring* pengaman panel instrumen secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perencanaan *wiring* sistem pengaman panel instrument

Keterangan Gambar 5:

No	Kode	Keterangan
1	L1	Fase input/ output
2	L2	Fase input/ output
3	L3	Fase input/ output
4	N	Netral
5	P	Pentanahan

- Dilakukan konstruksi panel dengan komponen utama maupun pendukung sesuai perancangan sistem *wiring* pada panel utama ataupun pintu panel.
- Dilakukan pengecekan hasil konstruksi secara cermat terhadap setiap hubungan anatar komponen dan dipastikan kebenarannya.
- Dilakukan uji fungsi panel pasca rancang bangun pada kondisi tanpa beban dan berbeban penuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilaksanakan rancangbangun panel terlebih dahulu dilakukan identifikasi beban. Identifikasi beban secara keseluruhan pada unit pelindihan bertingkat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi beban secara keseluruhan pada unit pelindihan bertingkat.

No	Nama beban	Spesifikasi beban		Keterangan
		Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	
1	Pemanas R1	50	3,0	Reaktor 1
2	Pemanas R2	50	3,0	Reaktor 2
3	Pemanas R3	50	3,0	Reaktor 3
4	Pompa R1	220	2,2	Reaktor 1
5	Pompa R2	220	2,2	Reaktor 2
6	Pompa R3	220	2,2	Reaktor 3
7	Motor pengaduk R1	220	0,31	Reaktor 1
8	Motor pengaduk R2	220	0,31	Reaktor 2
9	Motor pengaduk R3	220	0,31	Reaktor 3

Hasil identifikasi beban secara keseluruhan pada unit pelindihan bertingkat membutuhkan tegangan sebesar 50-220 Volt dengan arus 0,31-3 Ampere. Pemanas pada reaktor 1-3 membutuhkan arus lebih besar dibandingkan beban lain, tetapi konsumsi tegangan lebih rendah yaitu 50 Volt. Motor pengaduk pada reaktor 1-3 membutuhkan arus relatif rendah yaitu 0,31 Ampere. Keseluruhan beban membutuhkan arus sebesar 16,53 Ampere, sehingga dapat digunakan pengaman ELCB 3 fase 25 Ampere. Uji fungsi panel instrumen tanpa beban ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji fungsi panel instrumen tanpa beban.

No	Nama saklar operasi	Hasil pengukuran tegangan, Volt	Keterangan
1	Saklar <i>power</i>	220	Mengaktifkan <i>power supply</i> 24 Volt dc
2	Saklar pompa 1	220	Menghidupkan SSR-1
3	Saklar pengaduk 1	219	Menghidupkan SSR-2
4	Saklar pemanas 1	220	Menghidupkan SSR-3
5	Saklar pompa 2	220	Menghidupkan SSR-4
6	Saklar pengaduk 2	219	Menghidupkan SSR-5
7	Saklar pemanas 2	219	Menghidupkan SSR-6
8	Saklar pompa 3	220	Menghidupkan SSR-7
9	Saklar pengaduk 3	219	Menghidupkan SSR-8
10	Saklar pemanas 3	219	Menghidupkan SSR-9

Hasil uji fungsi panel instrumen pada unit pelindihan bertingkat dengan beban penuh menunjukkan bahwa, panel dapat bekerja secara normal (tanpa *trip*). Tegangan pada pemanas reaktor 1-3 memerlukan tegangan rendah 30 Volt yang diperoleh dengan pengaturan tegangan melalui *solid state relay controller LPC-50 HDA*. *Solid state relay controller* merupakan perangkat yang kompak yang dapat bekerja dengan *multi input*. Dalam pengaturan tegangan pemanas digunakan potensiometer 10 Kohm yang akan memberikan keluaran tegangan 0-220 Volt. Dalam uji fungsi pemanas hanya menggunakan tegangan maksimal 30 Volt sudah memberikan suhu sampai 80°C.

Hasil uji fungsi panel instrumen pada unit pelindihan bertingkat menunjukkan bahwa, semua saklar operasi telah berfungsi secara baik mengaktifkan SSR1-9 dengan memberikan tegangan 219-220 Volt. Uji fungsi panel instrumen tanpa beban belum memberikan arus beban, karena beban masih dalam kondisi belum bekerja. *Power supply* 24 Volt dc dapat bekerja secara baik pada tegangan 220 Volt dengan memberikan tegangan keluaran 24 Volt dc. *Power supply* 24 Volt dc memberikan tegangan *input* ke relay kontak RL1-9 dengan tegangan 24 Volt dc mengaktifkan *solid state relay* 1 fase (SSR1-9). Tegangan keluaran pada *solid*

state relay 1-9 sebesar 219-220 Volt. Untuk mengurangi efek panas pada *power supply* maupun *solid state relay* terpasang van 220 Volt.

Dengan dilakukan uji fungsi tanpa beban akan direkomendasikan bahwa, panel instrumen dapat bekerja

secara baik dan dapat dilakukan uji fungsi dengan beban penuh. Uji fungsi panel instrumen pada unit pelindungan bertingkat dengan beban penuh ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji fungsi panel instrumen pada unit pelindungan bertingkat dengan beban penuh

No	Nama beban	Kondisi beban			Keterangan
		Tegangan, (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	
1	Pemanas reaktor 1	30	2,8	84	Membangkitkan pans pada reaktor 1
2	Pemanas reaktor 2	30	2,6	78	Membangkitkan panas pada reaktor 2
3	Pemanas reaktor 3	30	2,8	84	Membangkitkan panas pada reaktor 3
4	Pompa reaktor 1	220	2,2	484	Memompa air ke dalam reaktor 1
5	Pengaduk reaktor 1	220	0,6	132	Melakukan pengadukan pada reaktor 1
6	Pengaduk reaktor 2	220	0,5	110	Melakukan pengadukan pada reaktor 2
7	Pengaduk reaktor 3	218	0,6	130,8	Melakukan pengadukan pada reaktor 3

KESIMPULAN

Telah dilakukan rancang bangun panel instrumen pada unit pelindungan bertingkat. Konstruksi panel instrumen dilakukan secara bertahap meliputi: identifikasi beban, perancangan tata letak komponen, perancangan *wiring*, instalasi serta uji fungsi alat. Identifikasi beban untuk menentukan spesifikasi beban meliputi: jumlah fase, tegangan dan arus beban secara keseluruhan untuk menentukan pengaman panel intrumen. Uji fungsi panel instrumen tanpa beban menunjukkan bahwa semua saklar operasi S1-S9 dapat berfungsi mengaktifkan relay kontak 24 Volt dc untuk mensuplai tegangan ke SSR1-SSR9. Uji fungsi panel instrumen dengan beban penuh menunjukkan bahwa: keseluruhan beban dapat bekerja secara baik pada tegangan 30-220 Volt dengan arus beban 0,5-2,8 Amper dengan kondisi pengaman tanpa *trip (off)*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Herry Poernomo sebagai penanggung jawab SubKeg, Bapak Parimun dan Bapak Sudaryadi atas segala bantuannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AFNAN FAHRUDIN, Praktek Kerja Industri Pelindungan HCL Untuk Serbuk Na_2ZrO_3 . Laporan Praktek Kerja Industri, PSTA-BATAN Yogyakarta 2015.
- [2] TRIYONO, MOCH SETYADJI, ADI ABIMANYU, Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu untuk Unit Reduksi. Prosiding Seminar Nasional P3N-PSTA BATAN Yogyakarta, 9 Agustus 2016.
- [3] Akhdanazizan.com, ELCB Sebagai Pengaman Manusia dari Listrik (12.26).
- [4] WWW.Listrik-Praktis.Com, Aplikasi Listrik (12.27).
- [5] WWW.Schneider-electric.Co.id/dokument/company/event/ELCB (12.32).

- [6] TRIYONO, ADI ABIMANYU, Rancang Bangun Sistem Intrumen Kontrol Suhu Pada Unit Kalsinasi KR-260E, Prosiding Seminar Nasional P3N PSTA-BATAN Yogyakarta, 9 Agustus 2016.
- [7] WWW.fotek.Com.hk/Solid/SSR-1.htm (13.01).
- [8] ANONAME, Factory Automation Components Selection Guide, OMRON, 2011.
- [9] ANONAME, The Temperature Hand Book, An Ohmega Technologies Company
- [10] SAMINTO, EKO PRIYONO, Rancangan Sistem Pengatur Catu Daya Sumber Elektron Tiga Elektroda MBE Lateks Berbasis PLC. Prosiding Seminar Nasional P3N PSTA-BATAN Yogyakarta, 9-10 Juni 2015.

TANYA JAWAB

Dwi Biyantoro

1. Berapa lama waktu stabil untuk mencapai tegangan ideal?
2. Berapa Ampere, arus yang diperoleh pada waktu optimal?

Triyono

1. Waktu stabil untuk memperoleh tegangan ideal pada masing-masing pemanas reaktor ± 5 menit.
2. Arus yang diperlukan pada saat uji fungsi antara 2,6 sampai 2,8 Ampere diperoleh daya listrik 78 – 84 watt telah dicapai suhu reaktor 80°C .

Herry Poernomo

1. Berapa fluktuasi suhu yang diukur dari setting point suhu?
2. Apakah panas yang dikeluarkan ke sekeliling hasil pemanas cukup aman terhadap operator?

Triyono

Besarnya fluktuasi suhu yang terjadi pada reaktor dengan setting suhu 80°C sebesar $3-6^\circ\text{C}$ (maksimal). Panas sekeliling reaktor pada proses pelindungan relative rendah dan aman, karena pemanas mikelin telah dibungkus dengan selongsong asbes..