

RANCANG BANGUN SISTEM KELISTRIKAN PADA UNTAI UJI BETA DENGAN BAGIAN UJI HeaTiNG-01

Oleh :

Edy Sumarno, Joko PW, Ainur R, Kiswanta
Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM KELISTRIKAN PADA UNTAI UJI BETA DENGAN BAGIAN UJI HeaTiNG-01. Telah dilakukan rancang bangun sistem kelistrikan pada integrasi Untai Uji BETA (UUB) dengan bagian Uji HeaTiNG-01. Dalam makalah ini dijelaskan tahap-tahap perencanaan, perakitan, pengecekan dan pembuatan komponen-komponen sistem kelistrikan pada integrasi Untai Uji BETA dengan Uji HeaTiNG-01, serta hasil uji coba yang dilakukan. Uji fungsi dilakukan dengan cara pengecekan di tiap-tiap komponen dengan menggunakan alat ukur multimeter digital. Hasil yang diperoleh dari rancang bangun sistem kelistrikan pada integrasi Untai Uji BETA dengan Uji HeaTiNG-01 ini adalah tidak ditemukan adanya penyimpangan. Evaluasi hasil antara daya terhadap temperatur bersifat linear. Dengan selesainya rancang bangun sistem kelistrikan pada integrasi Untai Uji BETA dengan Uji HeaTiNG-01, maka alat ini siap digunakan untuk mendukung kegiatan penelitian.

Kata kunci: Rancang bangun, sistem kelistrikan, Untai Uji BETA

ABSTRACT

INSTALLATION OF ELECTRICAL SYSTEM OF INTEGRATION BETA TEST LOOP WITH HeaTiNG-01 TESTING BUNDLE. The installation of electrical system of integration BETA (UUB) Test Loop with HeaTiNG-01 Testing Bundle has been conducted. In this paper described the stages of planning, assembly, checking and manufacture of electrical system components on the integration with the test strand BETA Test HeaTiNG-01, and the results of experiments performed. Function tests were performed by means of checking on each component using the digital multimeter measurement tools. The results obtained from the electrical system design to integration with the test strand BETA Test HeaTiNG-01 this deviation is not found. Evaluation of results between power versus temperature is linear. With the completion of the electrical system design to integration BETA Test Loop with HeaTiNG-01 Testing Bundle, then the tool is ready to be used to support research activities.

Key words: Installation, electric system, BETA Test Loop.

PENDAHULUAN

Untai Uji BETA (UUB) adalah sarana eksperimen yang dapat digunakan untuk mempelajari berbagai fenomena termohidrolika. Konfigurasi dasar Untai Uji BETA adalah sistem sirkulasi air, pemanas listrik dan sistem pembuangan panas. Untuk mempelajari berbagai fenomena termohidrolika tersebut, Untai Uji BETA dilengkapi dengan beberapa bagian uji (*test section*). Hingga saat ini telah terdapat tiga bagian uji yaitu *QUEEN* untuk mempelajari fenomena pembasahan kembali (*rewetting*),

Penukar Kalor Kompak untuk mempelajari karakteristik penukar panas cangkang dan tabung (*shell and tube*) serta HeaTiNG 1,2 dan 3 untuk studi perpindahan panas pada celah sempit⁽¹⁾.

Integrasi Untai Uji BETA dengan bagian Uji HeaTiNG-01 dilengkapi dengan sistem kelistrikan. Sistem kelistrikan ini berfungsi memberikan suplai listrik kepada beberapa komponen yang terdapat pada integrasi Untai Uji BETA dengan bagian Uji HeaTiNG-01. Mengingat sistem ini sangat vital, maka

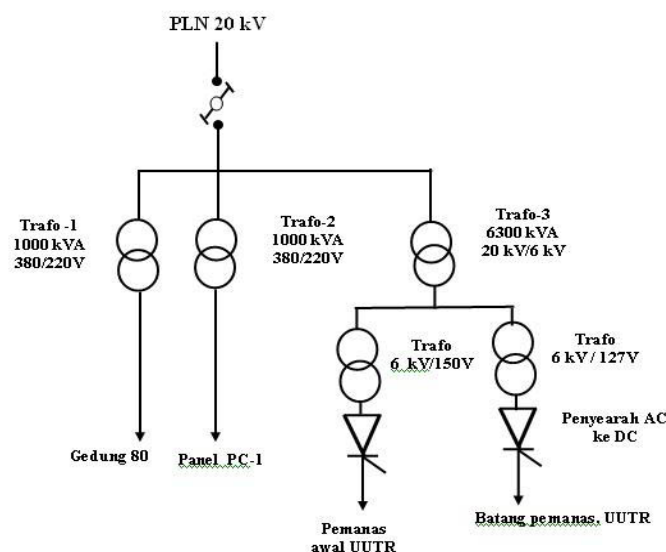
pemasangannya harus dilakukan secara teliti agar tidak akan terjadi kegagalan dalam sistem kelistrikan, karena akan mengakibatkan hal yang tidak diinginkan. Tujuan dari kegiatan ini adalah agar dapat diperolehnya sistem kelistrikan yang handal untuk integrasi Untai Uji BETA dengan bagian Uji HeaTiNG-01. Langkah-langkah yang dilakukan dalam kegiatan ini meliputi perencanaan, perakitan, pembuatan komponen pendukung, pengecekan dan uji fungsi.

DESKRIPSI SISTEM KELISTRIKAN di PTRKN

Sistem kelistrikan pada Pusat Pengembangan Teknologi Keselamatan Nuklir (PTRKN) sistem kelistrikan terbagi dalam tiga sumber utama seperti yang terlihat pada Gambar.1 sumber pertama dipasok dari PLN sebesar 20.000 Volt diturunkan menjadi 380 / 220 Volt oleh trafo-1. Kapasitas sumber pertama sebesar 1000 kVA digunakan untuk memasok kebutuhan gedung PTRKN, antara lain digunakan untuk penerangan perkantoran, ruang bengkel, ruang uji NDT dan lain-lain.

Sumber listrik kedua adalah berasal dari trafo-2, tegangan dari PLN sebesar 20.000 Volt diturunkan menjadi 380 / 220 Volt. Kapasitas trafo-2 sebesar 1000 kVA digunakan untuk memasok kebutuhan Untai Uji Termohidraulika Reaktor (UUTR), antara lain digunakan untuk mensuplai kebutuhan untuk motor-motor listrik, ruang kontrol utama, pompa-pompa sirkulasi, sistem interlok, kipas-kipas pendingin dan lain-lain.

Sedangkan sumber ketiga berasal dari trafo-3 yang berkapasitas 6.300 kVA digunakan sebagai sumber yang dibutuhkan untuk mensuplai batang pemanas dari UUTR. Listrik dari PLN sebesar 20.000 Volt diturunkan menjadi 6.000 Volt lalu diturunkan kembali menjadi sebesar 127 Volt AC. Untuk merubah tegangan AC menjadi tegangan DC, maka tegangan AC tersebut perlu dilewatkan sebuah perangkat penyearah. Tegangan inilah yang digunakan sebagai sumber listrik dari batang pemanas UUTR. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar.1 Jalur-jalur listrik di PTRKN

Gambar.1 Jalur-jalur listrik di PTRKN

Keluaran pada trafo-3 juga digunakan untuk memasok kebutuhan pemanas awal UUTR. Tegangan sebesar 6.000 Volt yang berasal dari keluaran trafo-3, diturunkan menjadi 150 volt AC. Untuk mengubah tegangan AC

tersebut menjadi tegangan DC maka dilewatkan sebuah perangkat penyearah tegangan. Sedangkan sumber listrik yang dipergunakan untuk memasok kebutuhan Untai Uji BETA, diambilkan dari trafo-2 yang berkapasitas 1000 KVA dan dari trafo ini disalurkan ke panel PC-1⁽²⁾.

Alat dan bahan yang digunakan

Alat :

- Obeng plus dan minus
- Tang kombinasi
- Tang potong
- Bor listrik beserta mata bornya
- Ripet dan paku ripet
- AVO meter
- *Bi-metal Hole Saw* diameter 92 mm
- Gergaji besi
- Mesin las SMAW
- Meteran
- Gerinda

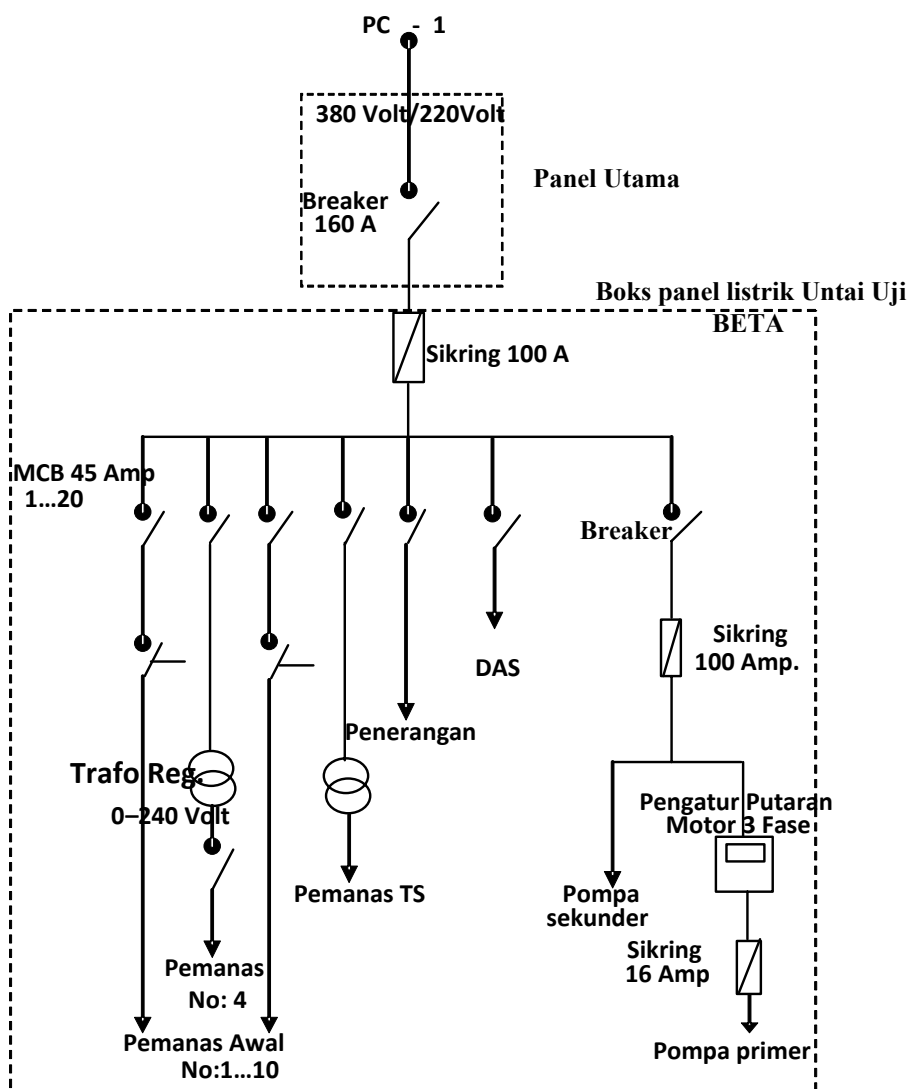
Bahan :

- Rumah kabel
- Baut-baut
- Kabel penghubung
- Sepatu kabel
- Rumah sikring
- Terminal kabel
- Inverter
- MCB sebanyak 20 buah
- Sikring 100 Ampere sebanyak 3 buah
- Sikring 160 ampere sebanyak 3 buah
- Boks panel sebanyak 2 buah
- Kabel NYM berdiameter dalam 10 mm serta Kabel NYM berdiameter dalam 4 mm, *Insulating fire brick* dengan ukuran 230 x 114 x 65 mm, type C-2 batas maksimum 1400 °C
- *Ceramic fibre blanket/bulk* density 64/96/128 kg/m³ size 720/610/25 mm,
- *Air setting mortal* SK-38
- Kawat pemanas dengan diameter 2 mm panjang 3600 mm merk *kanthal*
- Pipa tube berdiameter luar 12 mm

TAHAP-TAHAP Pengerjaan.

Sebelum dilakukan pemasangan komponen-komponen listrik pada boks panel maka dilakukan perancangan sistem kelistrikan Untai Uji BETA. Perancangan sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2. Sumber listrik diambil dari PC-1. Pada aliran masuk ke boks panel listrik Untai Uji BETA, di pasang sikring 100 Ampere sebagai pengaman. Sumber listrik dibagi untuk

mencatu beberapa kelompok, antara lain pemanas awal yang terdiri dari 10 buah pemanas listrik yang masing-masing dayanya 5 kW, batang pemanas *Test Section* (TS) yang terdiri dari 1 sampai 4 batang pemanas dengan elemen listrik daya hingga 20 kW, pompa primer dan sekunder, penerangan, serta sistem akuisisi data (DAS).



Gambar 2. Rangkaian jalur kelistrikan integrasi Untai Uji BETA dengan Uji HeaTiNG

Untuk pemasangan kontaktor utama yang mempunyai batasan arus sebesar 160 Amper, boks panel yang akan dipasang diletakkan pada tempat yang telah ditentukan yaitu di sebelah PC-1, kemudian dilakukan penandaan tempat kontaktor pada boks panel. Setelah itu, dilakukan pengeboran pada titik-titik yang telah dibuat. Selanjutnya kontaktor dipasang dengan menggunakan kunci pas serta obeng yang sesuai dengan baut yang ada pada kontaktor tersebut. Sebelum dilakukan pemasangan kontaktor pada boks panel dilakukan pemeriksaan terhadap kontak-kontak yang ada pada kontaktor tersebut dengan menggunakan AVO meter untuk menyakinkan bahwa kontaktor tersebut dalam keadaan baik. Boks utama Untai Uji BETA diletakkan berdekatan dengan boks panel PC-1. Langkah berikutnya adalah pemasangan rumah kabel. Dalam pemasangan ini rumah kabel yang tersedia diletakkan pada rangka utama Untai Uji BETA, selanjutnya dilakukan penandaan-penandaan dan dilakukan pengeboran. Setelah semua pengeboran selesai rumah kabel dipasang dengan cara dibaut di beberapa tempat hingga kuat. Agar pemasangan rumah kabel terlihat bagus, pada tiap-tiap penyambungan yang mempunyai sudut sembilan puluh derajat dilakukan pemotongan yang miring sehingga tidak terlihat ada lubang pada sisi sambungan rumah kabel tersebut.

Untuk pemasangan panel listrik yang terletak pada Untai Uji BETA, boks panel dipasang pada rangka Untai Uji BETA dengan menggunakan baut yang telah disiapkan hingga kuat dan terikat pada rangka Untai Uji BETA. Selanjutnya pelat yang dipersiapkan untuk

penempatan komponen-komponen listrik diturunkan, dengan cara membuka baut-baut yang mengikat pada pelat tersebut. Pada permukaan pelat tersebut dibuat mal yang nantinya akan menjadi tempat pemasangan komponen-komponen listrik. Pekerjaan selanjutnya adalah pelubangan di tiap-tiap tanda yang telah dibuat. Setelah pekerjaan itu selesai, dilakukan pemasangan komponen-komponen listrik antara lain pemasangan rumah sikring sebanyak 6 buah, terminal penghubung sebanyak 4 buah, inverter untuk mengatur putaran motor, dan rel sebagai tempat MCB. Selain itu pada sisi-sisi komponen tersebut juga dipasang rumah kabel, sehingga kabel-kabel yang terpasang nantinya akan diletakkan pada rumah kabel tersebut. Setelah pemasangan komponen-komponen selesai, pelat dipasangkan kembali pada boks panel.

Pekerjaan selanjutnya adalah melakukan pemasangan kabel-kabel pada tiap-tiap komponen listrik yang ada. Pertama, pemasangan kabel-kabel yang berasal dari keluaran sikring 100 Ampere yang berjumlah tiga buah, serta kabel yang digunakan berukuran

4 mm (diameter kawat dalam). Sebelum dilakukan pemasangan kabel-kabel tersebut, dilakukan pengukuran panjang kabel antara keluaran sikring dan terminal kabel. Kegunaan dari terminal kabel ini adalah untuk pembagian daya listrik ke masukan dari MCB yang akan dipergunakan, yaitu untuk pompa sirkulasi, pemanas awal, sistem instrumentasi dan inverter. Pada ujung-ujung kabel-kabel yang telah diukur tersebut dilakukan pengupasan

dengan menggunakan pengupas kabel. Dengan menggunakan tang kombinasi dilakukan pembulatan pada ujung-ujung kabel-kabel yang telah dikupas tersebut. Setelah itu dilakukan pemasangan kabel dengan urutan warna yang ada pada kabel tersebut, yaitu warna merah untuk jalur **R**, warna biru untuk kabel **S**, warna hijau untuk kabel **T** dan warna hitam untuk kabel **N**. Adapun pemasangan warna ini berguna untuk mempermudah pembagian beban yang akan dipergunakan nantinya.

Pemasangan selanjutnya adalah mengukur panjang kabel antara terminal kabel dengan kontaktor 100 ampere, antara kontaktor dengan sikring, sikring dengan inverter dan inverter dengan pompa sirkulasi. Langkah selanjutnya memasang kabel-kabel tersebut pada komponen tersebut di atas.

Untuk pemasangan kabel utama antara boks panel pada Untai Uji BETA dengan boks panel utama yang berada dekat dengan panel PC-1 serta antara boks panel utama dengan panel PC-1, kabel yang digunakan adalah kabel berukuran 4x10 mm (diameter dalam kawat). Mula mula kabel yang telah tersedia di bentangkan di antara kedua boks panel tersebut lalu dilakukan pemotongan dan dilanjutkan dengan pengelupasan lapisan luar kabel tersebut. Pekerjaan pengelupasan harus dilakukan secara berhati-hati agar lapisan bagian dalam kabel tidak ikut terkelupas. Pengelupasan ujung kabel juga dilakukan untuk bagian dalam dengan panjang sekitar 3 cm. kemudian pada ujung-ujung kabel tersebut dipasang sepatu kabel dan dikencangkan dengan alat pengencang sepatu kabel hingga sepatu kabel tersebut benar-benar

terikat kuat pada ujung-ujung kabel tersebut. Perlakuan ini juga dilakukan untuk kabel yang digunakan untuk boks panel utama serta panel PC-1. Setelah pekerjaan itu selesai, dilakukan pemasangan komponen-komponen listrik antara lain pemasangan rumah sikring sebanyak 6 buah, terminal penghubung sebanyak 4 buah, inverter untuk mengatur putaran motor, dan rel sebagai tempat MCB. Selain itu pada sisi-sisi komponen tersebut juga dipasang rumah kabel, sehingga kabel-kabel yang terpasang nantinya akan diletakkan pada rumah kabel tersebut. Setelah pemasangan komponen-komponen selesai, pelat dipasangkan kembali pada boks panel.

Pekerjaan selanjutnya adalah melakukan pemasangan kabel-kabel pada tiap-tiap komponen listrik yang ada. Pertama, pemasangan kabel-kabel yang berasal dari keluaran sikring 100 Ampere yang berjumlah tiga buah, serta kabel yang digunakan berukuran 4 mm (diameter kawat dalam). Sebelum dilakukan pemasangan kabel-kabel tersebut, dilakukan pengukuran panjang kabel antara keluaran sikring dan terminal kabel. Kegunaan dari terminal kabel ini adalah untuk pembagian daya listrik ke masukan dari MCB yang akan dipergunakan, yaitu untuk pompa sirkulasi, pemanas awal, sistem instrumentasi dan inverter. Pada ujung-ujung kabel-kabel yang telah diukur tersebut dilakukan pengupasan dengan menggunakan pengupas kabel. Dengan menggunakan tang kombinasi dilakukan pembulatan pada ujung-ujung kabel-kabel yang telah dikupas tersebut. Setelah itu dilakukan pemasangan kabel dengan urutan

warna yang ada pada kabel tersebut, yaitu warna merah untuk jalur **R**, warna biru untuk kabel **S**, warna hijau untuk kabel **T** dan warna hitam untuk kabel **N**. Adapun pemasangan warna ini berguna untuk mempermudah pembagian beban yang akan dipergunakan nantinya.

Pemasangan selanjutnya adalah mengukur panjang kabel antara terminal kabel dengan kontaktor 100 ampere, antara kontaktor dengan sikring, sikring dengan inverter dan inverter dengan pompa sirkulasi. Langkah selanjutnya memasang kabel-kabel tersebut pada komponen tersebut di atas.

Untuk pemasangan kabel utama antara boks panel pada Untai Uji BETA dengan boks panel utama yang berada dekat dengan panel PC-1 serta antara boks panel utama dengan panel PC-1, kabel yang digunakan adalah kabel berukuran 4x10 mm (diameter dalam kawat). Mula mula kabel yang telah tersedia di bentangkan di antara kedua boks panel tersebut lalu dilakukan pemotongan dan dilanjutkan dengan pengelupasan lapisan luar kabel tersebut. Pekerjaan pengelupasan harus dilakukan secara berhati-hati agar lapisan bagian dalam kabel tidak ikut terkelupas. Pengelupasan ujung kabel juga dilakukan untuk bagian dalam dengan panjang sekitar 3 cm. kemudian pada ujung-ujung kabel tersebut dipasang sepatu kabel dan dikencangkan dengan alat pengencang sepatu kabel hingga sepatu kabel tersebut benar-benar terikat kuat pada ujung-ujung kabel tersebut. Perlakuan ini juga dilakukan untuk kabel yang digunakan untuk boks panel utama serta panel PC-1.

Setelah itu dilakukan pemasangan kabel-kabel

tersebut. Diusahakan dalam pemasangan ini harus disesuaikan dengan urutan kabel-kabel yang berada di boks panel pada untai Uji BETA. Urutan pemasangan pengkabelannya dimulai dari boks panel Untai Uji BETA, boks panel utama dan terakhir boks panel PC-1. Untuk pemasangan pengkabelan pada boks panel PC-1, sebelum dilakukan pemasangan harus dilakukan pemutusan jalur listrik yang terhubung dengan boks PC-1, hal ini dilakukan untuk menghindari dari hal-hal yang tidak dikehendaki. Boks panel utama dan penyambungan sumber listriknya dapat dilihat pada Gambar 3.

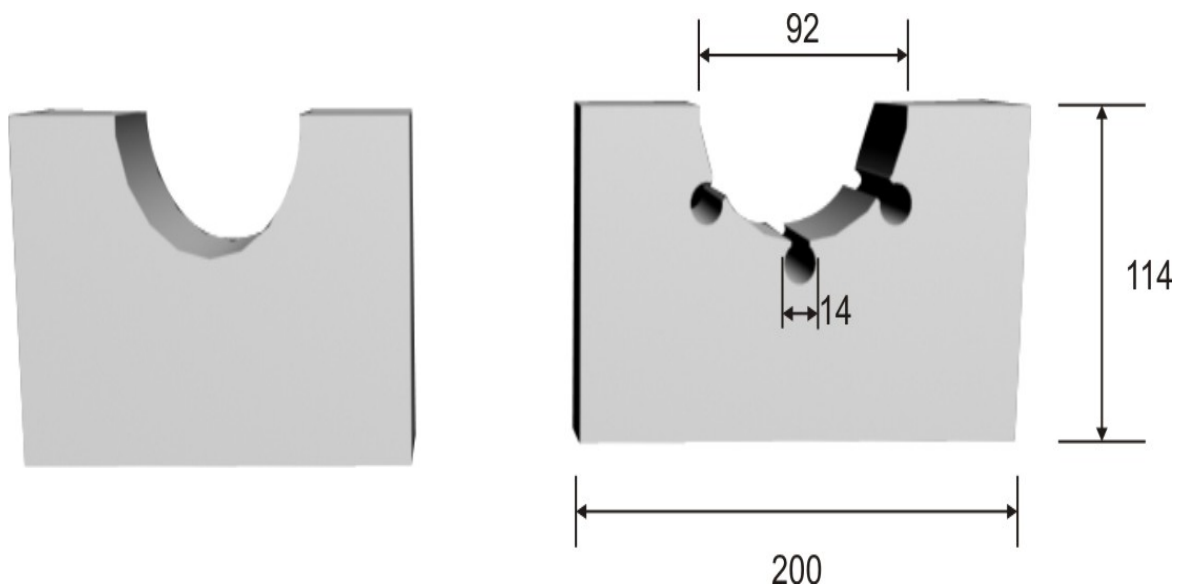


Gambar 3. Boks panel utama integrasi Untai Uji BETA dengan Uji HeaTiNG-01.

Sedangkan tahapan pembuatan sistem pemanas HeaTING-01 terdiri dari sepasang pemanas berbentuk segi empat dengan ukuran panjang, lebar dan tinggi untuk membuat sistem pemanas HeaTING-1 ini harus melalui beberapa tahap.

Tahap I. Pembuatan Alur *Heater* pada *fire brick*. Menyiapkan *insulating fire brick* dengan ukuran 230 x 114 x 65 mm dipotong menjadi panjang 200 x 114 x 65 mm sebanyak 22 buah, selanjutnya dilakukan pelubangan pada salah satu sisi dengan menggunakan *Bi-metal Hole Saw* yang dipasangkan pada mesin gergaji

listrik agar hasil yang didapat sesuai dengan yang diinginkan maka sebelum dilakukan pekerjaan tersebut di atas terlebih dahulu dilakukan pembuatan mal pada *insulating fire brick* tersebut, untuk pembuatan lubang pemanas pelubangan menggunakan mata bor berukuran 14 mm, untuk pembuatan pelubangan ini masing-masing *insulating fire brick* terdapat tiga buah lubang dan sebanyak 18 buah, sedangkan pada bagian susunan atas dan bawah tidak dilakukan pelubangan. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. *Insulating fire brick* pada bagian depan dan tengah

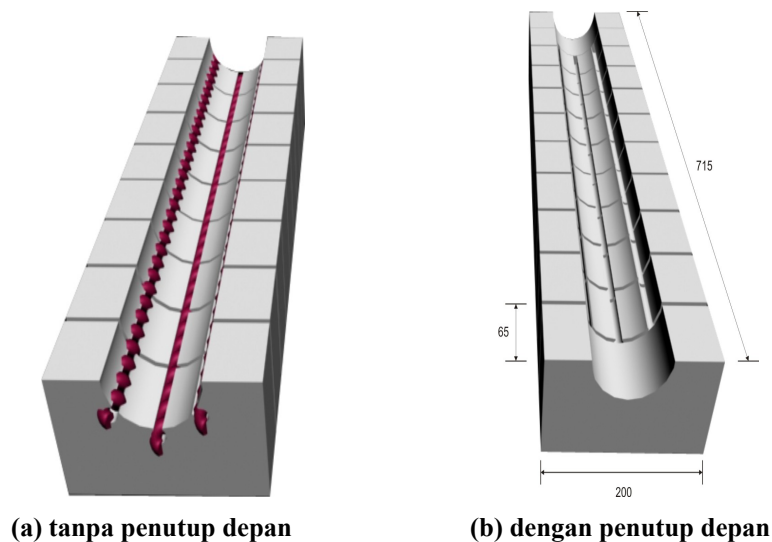
Tahap II. Perakitan *Insulating fire brick* untuk *Support Heater*.

Agar *insulating fire brick* menjadi satu kesatuan selanjutnya dilakukan penggabungan yang terdiri dari dua bagian. Bagian pertama disusun sebanyak 9 buah, 1 buah ditaruh pada bagian atas, 1 buah pada sisi bawah, dimana bagian atas dan bawah ini digabungkan jika telah dilakukan pemasangan *open coil heater*.

Pekerjaan tersebut juga dilakukan pada bagian kedua pada *insulating fire brick*. Untuk dapat merekatkan diantara *insulating fire brick* tersebut digunakan *air setting mortal SK-38* yang dicampur dengan air sehingga membentuk adonan kental, selanjutnya pada sisi kedua permukaan *insulating fire brick* dibasahi terlebih dahulu agar menghasilkan sambungan yang benar-benar kuat. Pada masing-masing

sisi *insulating fire brick* diberi adonan *air setting mortal SK-38* secukupnya lalu direkatkan pada masing-masing sisi tersebut dengan cara ditekan dengan kekuatan tangan, dan pekerjaan tersebut dilakukan hingga sebanyak 9 buah *insulating fire brick* untuk sisi kiri, 9 buah *insulating fire brick* untuk sisi kanan. Setelah semua selesai maka kedua susunan *insulating fire brick* dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam. Setelah yakin bahwa susunan *insulating fire brick* benar-benar kering maka *open coil heater* yang telah dibuat dipasang pada *insulating fire brick* tersebut, dan pada sisi atas serta bawah dari susunan *insulating fire brick* ditambah satu susun *insulating fire brick* sebagai pe-

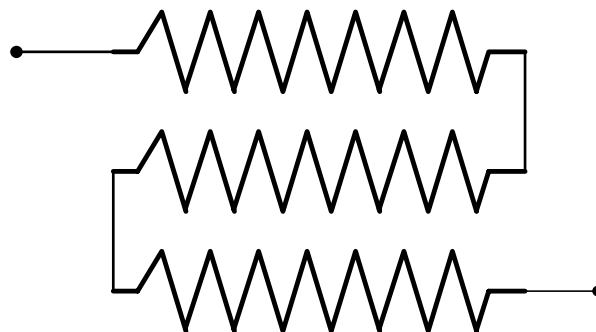
nutup atas dan bawah. Gambar 5 lengkapnya dibawah ini. Tahap III. Pembuatan *Open Coil Heater*. Pembuatan *open coil heater* diawali dengan membuat mal dari pipa yang berdiameter 10 mm selanjutnya pipa dijepit dengan tanggem dan diusahakan agar pipa tidak bergerak. Kawat pemanas yang telah dipotong sepanjang 600 mm dililitkan pada pipa tersebut dengan menggunakan sebuah kayu yang diberi lubang pada ujungnya. Kawat *open coil heater* lilitan berdiameter 14 mm, dipasang secara memanjang *vertikal* dan memiliki 3 jalur (3 buah *open coil heater*) yang dipasang secara seri dengan susunan seperti Gambar 6.



(a) tanpa penutup depan

(b) dengan penutup depan

Gambar 5. *Insulating fire brick* yang telah terpasang



Gambar 6. Susunan *open coil heater* satu sisi.

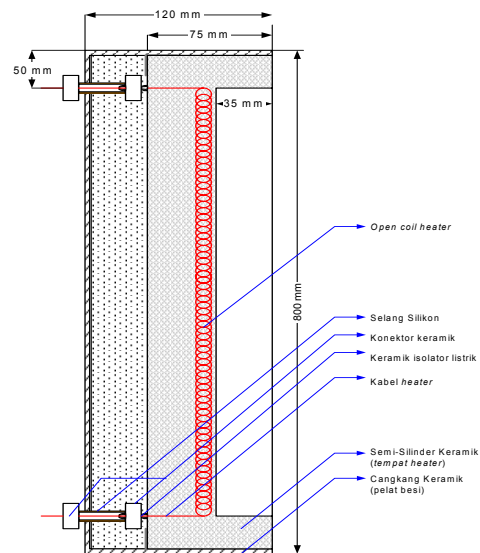
Daya untuk satu sisi *open coil heater* adalah 5,4 kW, sehingga daya untuk dua sisinya adalah 10,8 kW.

Tahap IV. Perakitan bok *Heater* HeaTiNG-01. Selanjutnya *insulating fire brick* yang telah tersusun tersebut dimasukkan ke dalam pelindung luar, dan di sekelilingnya diberi penyekat dengan *ceramic fiber blanket* yang tahan panas hingga 1200 °C. Langkah selanjutnya dilakukan pemasangan *insulating fire brick* pada dudukan benda uji HeaTiNG-01, adapun

gambar lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 7. Selanjutnya dilakukan pemasangan sistem listriknya, supaya dapat dilakukan pengaturan dayanya digunakan trafo regulator yang mempunyai daya maksimum sebesar 25 kVA. Mengingat trafo regulator yang dipunyai hanya satu buah maka perlu dilakukan pemasangan bok panel sehingga pengaturan dayanya dapat terbagi secara merata untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.

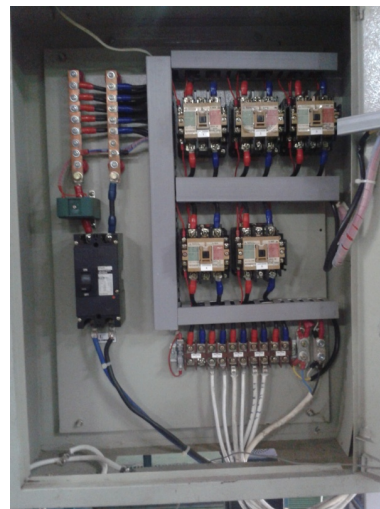


Gambar lengkap



(b) Skema kawat pemanas

Gambar 7. Pemanas yang telah dipasang pada pelindung luar



Gambar 8. Panel sistem kelistrikan pada trafo regulator tegangan

Untuk memastikan bahwa rangkaian listrik telah terpasang dengan benar dan aman maka sebelum dilakukan penyaluran listrik, harus dilakukan pengecekan secara *visual* apakah kabel-kabel tersebut sudah benar pemasangannya sehingga terhindar dari hubung singkat, karena listrik yang digunakan adalah listrik arus kuat yaitu mempunyai tegangan sebesar 380 Volt di antara kabel-kabel fasa serta 220 Volt antara fasa dan netral.

Untuk mengetahui bahwa sumber listrik dapat terhubung dengan benar, dilakukan pengukuran tegangan pada titik-titik tertentu (tegangan aktual) dan dibandingkan dengan tegangan disain. Kontaktor boks panel utama dihidupkan lalu dilakukan pengukuran tegangan antar fasa, serta fasa dan netral. Pengukuran selanjutnya dilakukan pada masukan pada boks panel integrasi Untai Uji BETA dengan Uji HeaTiNG-01, serta pada tiap-tiap keluaran pada MCB yang telah terpasang, serta pada komponen-komponen listrik yang lain.

Selanjutnya dilakukan Uji coba sistem pemanas Uji HeaTiNG-01 sehingga diketahui karakteristiknya. Adapun tahapan pengoperasiannya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengecekan pada sistem sumber regulator tegangan (*slade regulator Voltage*) dengan daya maksimum 25 kWatt.
2. Regulator tegangan (25 kWatt) dihidupkan, kenaikan tegangan diatur secara bertahap (maksimal hingga 240 Volt), 20 Volt setiap 5 menit hingga temperatur maksimal pada batang uji hingga mencapai temperatur yang diinginkan.
3. Setiap kenaikan tegangan, perubahan arus diukur dengan Tang Ampere digital kemudian dicatat pada lembar isian yang telah tersedia.
4. Ketika temperatur maksimal pada batang dipanaskan tercapai, selanjutnya listrik pada regulator tegangan dimatikan dan pemanas semi-silinder keramik keduanya dibuka secara cepat dan hati-hati. Regulator tegangan dikembalikan ke posisi nol dan selanjutnya dimatikan

UJI FUNGSI.

Hasil pengukuran tegangan pada UUB, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

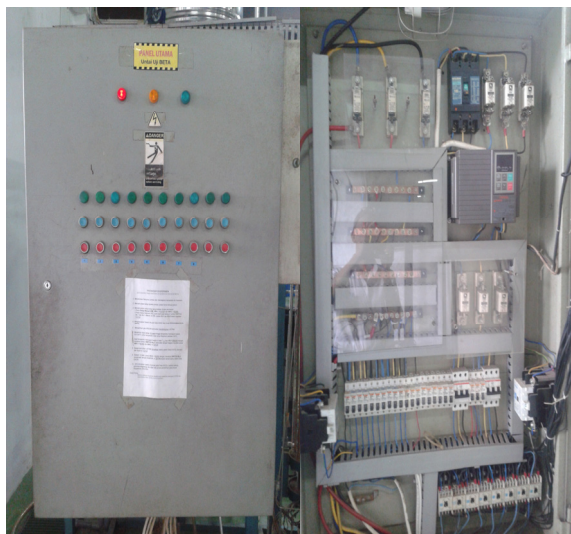
Tabel 1. Data pengukuran Tegangan pada Untai Uji BETA

	Tegangan Panel BETA (Volt)			MCB 1 hingga.10 (Volt)			Breaker Pompa Sekunder (Volt)		
	R-S	S-T	R-T	R-N	S-N	T-N	R-S	S-T	R-T
Disain	380	380	380	220	220	220	380	380	380
Pengukuran	410	410	408	232	233	232	409	409	408

Dari hasil pengukuran tidak ditemukan adanya tegangan yang tak terukur baik *input* maupun *output* serta tidak ditemukan hal yang mengindikasikan adanya ketidak normalan. Adanya perbedaan tegangan disain dengan tegangan pengukuran hal ini disebabkan karena pasokan tegangan PLN yang seringkali tidak konstan bukan karena kesalahan pemasangan. Hasil pemasangan boks panel kelistrikan UUB seperti ditunjukkan pada Gambar 9.

Rangkaian komponen-komponen listrik yang terpasang sudah sesuai dengan yang diharapkan. Pemasangan sistem kelistrikan pada Untai Uji BETA ini menggunakan sistem

Gambar 9. Boks panel kelistrikan Untai Uji BETA yang telah terpasang.



pengamanan lebih dari satu (bertingkat), yang berfungsi untuk menghindari *insiden* yang mungkin terjadi, sehingga rangkaian yang terpasang terjamin keamanannya.

Hasil pengukuran tegangan dan arus untuk pemanas HeaTiNG-01 seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Dari hasil pengukuran di atas maka dapat dilakukan perhitungan untuk dayanya, dimana $\cos \rho$ dianggap 1 mengingat beban yang dipergunakan adalah pemanas (*heater*), sedangkan hasil perhitungan tahapan kenaikan temperatur dan dayanya seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

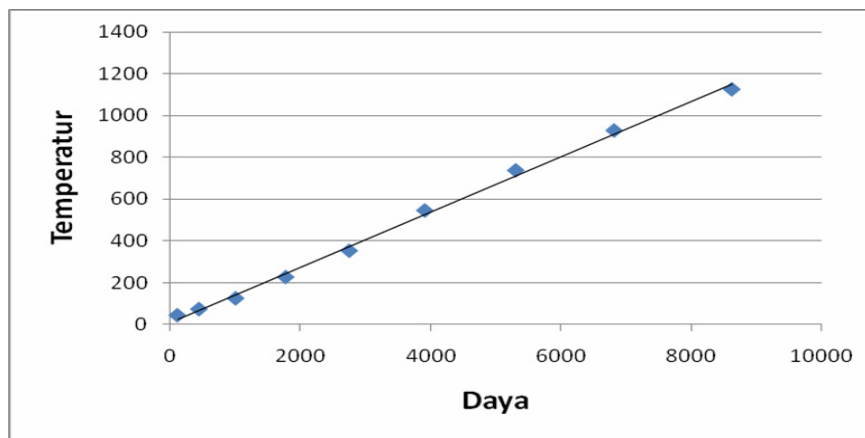
Tabel 2. Data Pengukuran Tegangan dan arus untuk pemanas HeaTiNG-01.

No.	Durasi (menit)	Hasil Pengukuran	
		Tegangan (Volt)	Arus (Amp)
1	5	20	5,6
2	5	40	11,1
3	5	60	16,8
4	5	80	22,2
5	5	100	27,5
6	5	120	32,6
7	5	140	37,9
8	5	160	42,6
9	5	180	47,9

No.	Tegangan (Volt)	Arus (Amp)	Daya (Watt)	Temperatur heater (°C)
1	20	5,6	112	44,3
2	40	11,1	444	73,5
3	60	16,8	1008	125,1
4	80	22,2	1776	226,8
5	100	27,5	2750	352,8
6	120	32,6	3912	545,1
7	140	37,9	5306	737,0
8	160	42,6	6816	927,6
9	180	47,9	8622	1124,5

Tabel 3. Data hasil perhitungan temperatur dan daya

Berdasarkan Tabel 3 di atas, kemudian temperatur yang diperlihatkan pada Gambar 10 dilakukan pembuatan kurva daya terhadap sebagai berikut:



Gambar 10. Kurva daya terhadap perubahan temperatur.

Pada Gambar 10 kurva daya terhadap perubahan temperatur diatas jelas terlihat grafiknya menunjukkan linier serta kenaikan daya terhadap temperatur yang dihasilkan dari pemanasan yang dilakukan pada saat uji coba tidak menunjukkan adanya kendala pada integrasi Untai Uji BETA dengan Uji HeaTiNG-01.

KESIMPULAN

Telah dilakukan rancang bangun system kelistrikan UUB dengan bagian Uji HeaTiNG-01. Setelah dilakukan pemasangan sistem kelistrikan serta dilakukan pengetesan tegangan *input* maupun *output* pada titik-titik tertentu pada panel untai uji BETA tersebut, maka disimpulkan bahwa semua sistem kelistrikan pada integrasi Untai Uji BETA dengan Uji HeaTiNG-01 dapat berfungsi dengan baik. Dari hasil pengoperasian sistem kelistrikan tidak

ditemukan adanya penyimpangan baik pengukuran tegangan dan arusnya, serta evaluasi terhadap data diperoleh bahwa kurva daya terhadap temperatur bersifat linear. Dengan demikian maka integrasi Untai Uji BETA dengan Uji HeaTiNG-01 telah siap dioperasikan untuk mendukung penelitian yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

1. MULYA JUARSA dan A.R. ANTARIK-SAWAN, " Studi Eksperimental Quencing pada Celah Sempit" Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia, Vol.4, Edisi Khusus 4, Agustus, 2003.
2. EDY SUMARNO dkk. "Pemasangan sistem instrumentasi pada Untai Uji BETA", Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengelolaan Nuklir , Yogyakarta, 15 – 16 Oktober 2002.