

MODIFIKASI SISTEM KENDALI MOTOR POMPA PENDINGIN SEKUNDER RSG-GAS UNTUK MENANGGULANGI KEDIP LISTRIK

Yayan Andriyanto, M.Tufiq, Adin Sudirman, Koes Indrakoesoema

SubBidang Sistem Elektrik, Bidang Sistem Reaktor, PRSG-BATAN
Kawasan Puspiptek Gedung No.31 Serpong, Tangsel - Banten

ABSTRAK

Modifikasi sistem kendali motor pompa pendingin sekunder yang telah dilaksanakan bertujuan untuk menanggulangi kedipan listrik. Akibat yang ditimbulkan dari kedipan yang tidak terantisipasi adalah pompa pendingin sekunder akan mati. Modifikasi dilakukan dengan cara memindahkan sumber daya sistem kendali dari sumber daya PLN ke sumber daya tak terputus (UPS) ditambah dengan instalasi komponen-komponen Miniature Circuit Breaker (MCB) 220 Volt 2 Ampere 2 pole, 2 Auxiliary Contactor type 3RH1131-1APOO dengan kontak hantu 1 NO (Normally Open) dan 2 Time relay type 3RP1505-1BP30 (delay off). Waktu tunda untuk menanggulangi kedipan listrik disetel 1 dan 2 detik, dengan memperhitungkan kedipan listrik yang terjadi selama berada di dalam batas waktu seting tersebut, diperkirakan tekanan air pendingin sekunder di dalam pipa masih memenuhi syarat pengoperasian sistem pendingin dan motor masih dapat melanjutkan operasinya. Pada kejadian kedipan listrik tanggal 13 April 2010 jam 00.45 WIB menunjukkan bahwa modifikasi itu telah berhasil mempertahankan operasi motor pompa pendingin sekunder disaat reaktor beroperasi pada daya 15 MW.

Kata kunci : modifikasi, sistem kontrol, kedip listrik

ABSTRACT

MODIFICATION OF THE MOTOR CONTROL SYSTEM OF SECONDARY COOLING PUMPS OF THE MULTIPURPOSE REACTOR - GAS SIWABESSY (RSG-GAS) TO OVERCOME THE ELECTRICAL FLICKING. *Modification of the motor control system of secondary cooling pumps that have been carried out to overcome the electrical flicking. Consequences of unanticipated flicking is the cooling pump will shut down. Modification is done by replacing the control system PLN to Uninterruptible Power Supply (UPS), plus a component of Miniature Circuit Breaker (MCB) 220 Volt 2 Amp 2 pole, 2 Auxiliary Contactor-type 3RH1131 1APOO with 1 NO auxiliary contact (normally Open) and two time-1BP30 3RP1505 type relay (off delay). Delay time to overcome the electrical flicking is set to 1seconds and 2 seconds, taking into calculate the electrical flicking that occurred while in the setting of time limits, the predicted secondary cooling water pressure inside the pipeline is still eligible and the motor cooling system operation can still continue to operate. In the flicking of an electrical incident on 13 April 2010 at 0:45 pm showed that the modifications of the secondary coolant pump motors operation when the reactor operates with a power of 15 MW.*

Keywords: modification, control systems, electrical flicking

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan sistem kelistrikan yang dipasok dari PLN adalah adanya peristiwa kedipan (dip) listrik yang terjadi di dalam perjalanan pengiriman energi listrik ke konsumen

melalui jaringan transmisi dan distribusinya. Kedipan listrik biasanya hanya berlangsung dalam orde mili detik.¹ Akibat yang paling terasa dialami dari kedip listrik adalah pada konsumen yang menggunakan beban-beban yang sensitif terhadap hilang tegangan sesaat. Beban-beban seperti motor pompa pendingin sekunder pada reaktor RSG-GAS

disaat kejadian kedipan listrik akan berhenti beroperasi. Padamnya motor pompa pendingin sekunder disaat reaktor beroperasi sangat tidak diharapkan karena mengakibatkan reaktorpun harus dipadamkan.

Reaktor Serba Guna G.A Siwabessy mempunyai tiga unit motor pompa sekunder. Sistem kontrol kendali motor pompa pendingin sekunder Reaktor Serba Guna 2 unit diantaranya yaitu PA02 AP01 dan PA03 AP01 telah menggunakan *soft starter* sejak tahun 2009. Sedangkan satu unit lainnya yaitu PA01 AP01 masih menggunakan cara *star-delta*. Penggunaan *soft starter* sendiri dimaksudkan untuk dapat memperpanjang *life time* motor pompa sekunder karena *soft starter* mampu mengurangi arus awal (*inrush current*) pada saat motor mulai berputar, dibandingkan cara lama yang menggunakan kontaktor/konduktor magnet *star-delta* dengan serapan arus awal 5 sampai 7 kali arus nominal motor.

Modifikasi sistem kontrol pada motor pompa pendingin sekunder dilakukan dengan cara merubah sumber tegangan kerja yang semula bersumber dari tegangan PLN kemudian dipindahkan ke sumber tegangan UPS (*Uninterruptible Power Supply*) dari panel BRB untuk mengatasi kejadian kedipan listrik yang datangnya secara tiba-tiba. Sumber tegangan UPS 220 Volt AC yang dimiliki Reaktor Serba Guna yaitu dari panel BRA dan BRB. Penentuan sumber LPS pilihan berasal dari panel BRB pertimbangannya adalah karena panel ini masih belum dimanfaatkan secara optimum dan juga telah didistribusikan ke gedung bantu sehingga dapat lebih menyingkat waktu pengerjaan modifikasi dan lebih ekonomis dari konsumsi material kabel. Dengan hanya memindahkan pasokan sumber tegangan ke UPS saja persoalan gangguan kedipan listrik belum sempurna diatasi, mengingat jika kedipan listrik terjadi dalam waktu yang relatif agak lama, dimana tekanan air di dalam pipa-pipa saluran pendingin sekunder diperkirakan telah menurun, maka motor pompa harus dapat padam agar tidak terjadi kerusakan pada pompa sekunder itu sendiri. Untuk itu diperlukan komponen tambahan seperti *time relay* dengan kaki kontak NC (*Normally Close*) dengan waktu tunda mati dan komponen lainnya agar fungsi mengatasi gangguan kedip listrik dapat berlangsung dengan baik. Adanya *time relay* dengan waktu tunda mati (*delay off*) memungkinkan *setting* waktu tunda kaki kontak terlepas dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada kejadian kedipan listrik tanggal 13 April 2010 jam 00.45 WIB dan 14 April 2010 jam 12.42 WIB menunjukkan bahwa modifikasi sistem kontrol telah berhasil mempertahankan operasi motor pompa pendingin sekunder RSG-GAS disaat reaktor beroperasi pada daya 15 MW.

Sistem pendingin sekunder Reaktor Serba Guna merupakan salah satu sistem yang harus beroperasi disaat reaktor dioperasikan dengan daya tinggi.

Akan tetapi pengoperasian sistem sekunder kadang-kadang terhenti oleh adanya kedipan listrik yang terjadi pada jaringan listrik PLN yang umumnya berlangsung sesaat (beberapa mili detik) oleh akibat petir, gesekan pohon atau benda-benda lain pada jaringan listrik PLN.^[1] Hilang tegangan sesaat yang ditimbulkannya akan cukup membuat motor pompa pendingin sekunder di dalam operasinya akan menjadi padam.

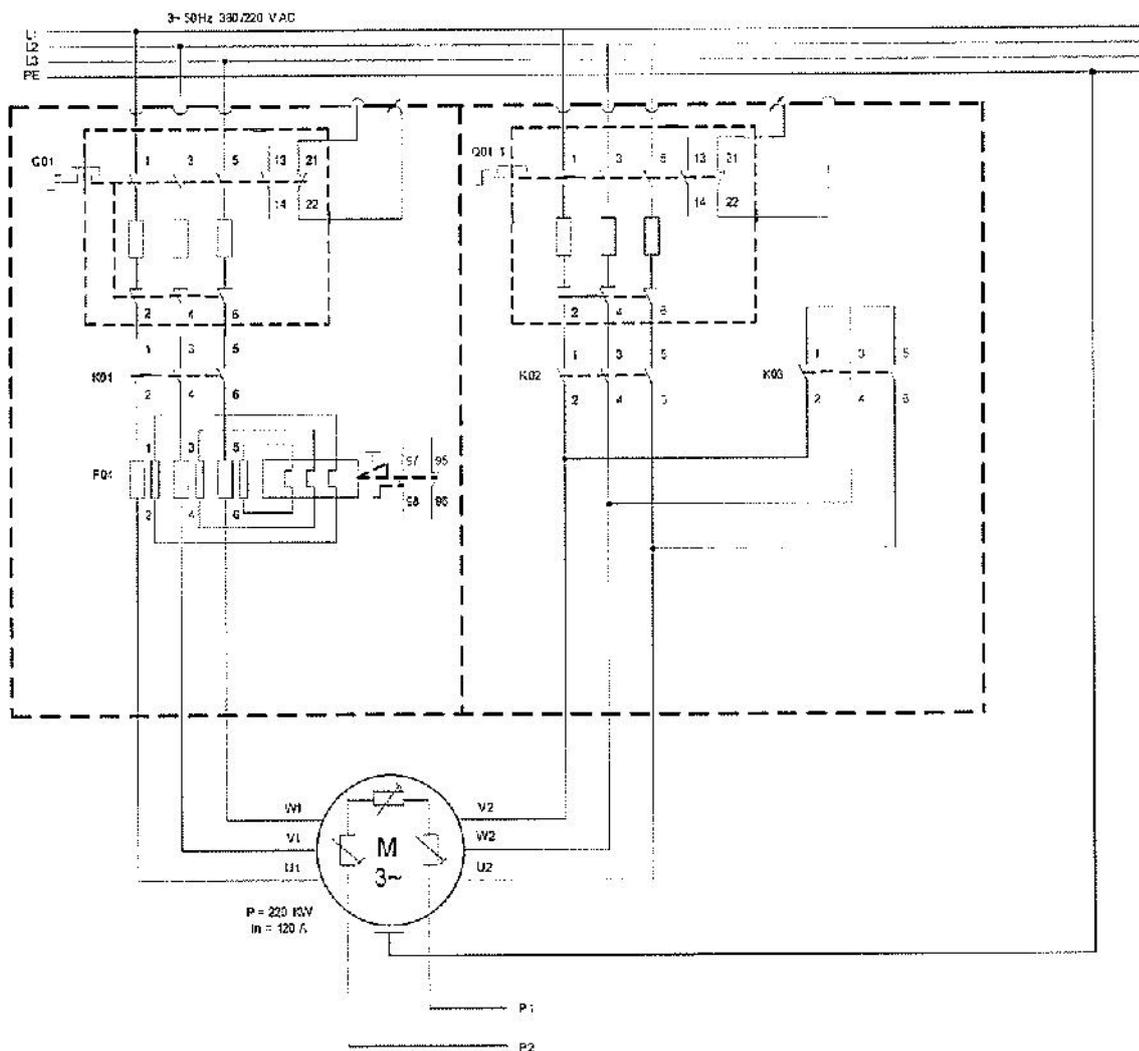
Oleh karena itu diperlukan suatu langkah untuk memodifikasi sistem kontrol pada kendali motor pompa sekunder itu, agar disamping sumber tegangan kontrol dipindahkan ke tegangan catu daya listrik tak terputus (LPS) juga dilengkapi dengan kaki-kaki kontak bantu dari *time relay* yang dapat menunda mati (*delay off*) aliran tegangan listrik selama kedip listrik berlangsung. *Delay off* diperlukan agar setelah kedipan listrik berlangsung, operator tidak perlu menekan tombol ON kembali pada panel di ruang kendali utama (RKU) karena sistem kontrol pada motor pompa sekunder masih dalam rangkaian tertutup (bekerja). Pengaturan setelan/*setting* waktu tunda mati harus diperhitungkan dengan memperkirakan lama waktu berkurangnya tekanan air di dalam pipa sekunder. Artinya, *setting* waktu tunda mati tidak boleh lebih lama dari waktu yang diperlukan bagi penurunan tekanan air pendingin sekunder yang mengakibatkan tekanan telah berkurang dari syarat untuk dioperasikannya motor pompa pendingin sekunder. Dengan kata lain, apabila kedipan listrik durasinya cukup panjang melebihi *setting* (tekanan air pendingin sekunder telah dibawah syarat operasi), sistem kontrol harus dapat mati (*off*).

Sistem Kendali Motor

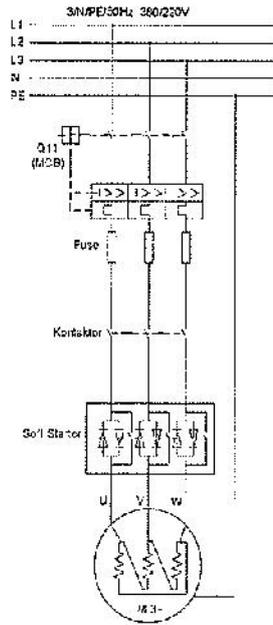
Dalam pengoperasian suatu motor ada beberapa cara pengendalian, yaitu cara manual, semi otomatis dan otomatis. Pada pengoperasian motor pompa sekunder sistem kendali yang digunakan termasuk di dalam kategori semi otomatis, dimana seorang operator cukup menekan tombol ON (*start*) saat awal menggerakkan motor dan menekan tombol OFF (*stop*) saat menghentikan putaran motor. Untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik digunakan konduktor magnet (koil kontaktor) yang dilengkapi dengan *relay* pengaman arus lebih (*Thermal Overload Relay*, TOR) sebagai pengaman motor seperti pada motor pompa PA01 AP01 (pada Gambar 1 adalah F04) atau menggunakan *soft starter* pada motor pompa PA02 AP01 dan PA03 AP01. Pengendalian pada *soft starter* umumnya menggunakan enam buah *thyristor* yang terhubung antiparalel (Gambar 2). Prinsip dasar dari sistem kendali *soft starter* adalah pada saat tombol ON di tekan (*start*) oleh operator di RKU dan rangkaian sistem kontrol bekerja, maka pada rangkaian daya perangkat elektronik di dalam *soft starter* akan

melakukan pengaturan tegangan 3 fasa yang mengalir menuju kumparan stator motor. Tegangan dipotong gelombang *sinusoidalnya* oleh keenam *thyristor* yang dikendalikan oleh rangkaian *trigger*. Dengan pengaturan sudut penyalaan *trigger thyristor*, maka sama dengan mengatur tegangan yang masuk ke dalam belitan *stator* motor.^[2] Sedangkan prinsip dasar dari cara *star delta* adalah pada saat operator di RRU menekan tombol ON dan rangkaian sistem kontrol bekerja, tegangan masuk ke dalam belitan *stator* motor diberikan dari

kontakor K01 dan kontakor K03. Kondisi demikian disebut belitan *stator* terhubung "bintang". Jika tegangan yang masuk ke dalam belitan *stator* motor diberikan oleh kontakor K01 dan kontakor K02 disebut belitan *stator* terhubung "delta". (Gambar 1). Untuk mengantisipasi agar kontakor K02 dan kontakor K03 tidak bekerja bersamaan, maka kontak NC dari kontakor K03 dirangkaikan seri kontakor K02 dan kontak NC dari kontakor K02 dirangkaikan seri dengan kontakor K03.(Gambar 3).



Gambar 1. Diagram rangkaian daya motor menggunakan star-delta.⁵

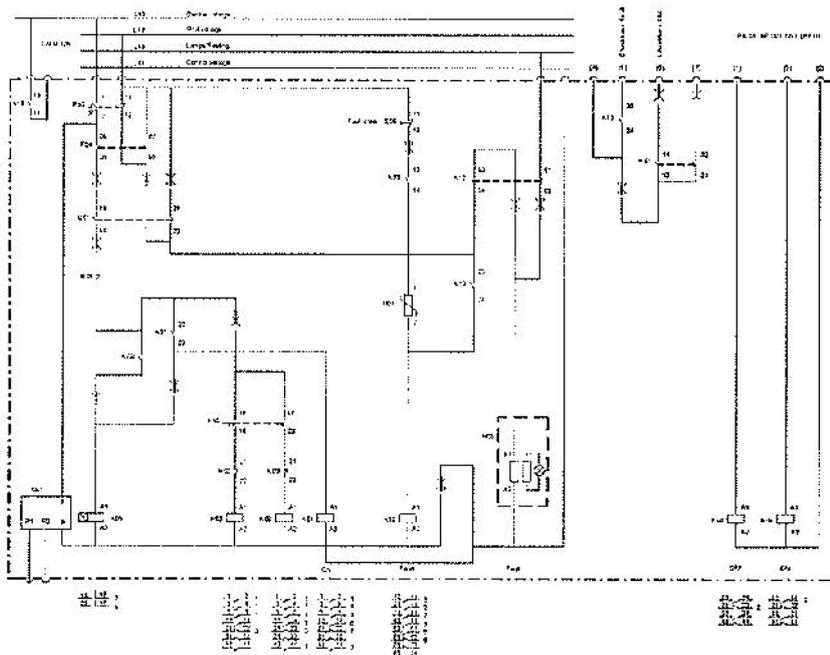


Gambar 2. Diagram rangkaian daya motor dengan menggunakan *soft starter*^[2]

Dalam sistem kendali pengoperasian suatu motor listrik ada 2 gambar rangkaian yang dipergunakan, yaitu diagram rangkaian kontrol dan diagram rangkaian daya.

Yang termasuk di dalam diagram rangkaian kontrol (Gambar 3) antara lain⁴ sebagai berikut.

1. Pengaman arus kontaktor / konduktor magnet berupa sekering (*fuse*) / *Miniature Circuit Breaker* (MCB)
2. Tombol *start-stop* (berada pada panel di RKU)
3. Kontak-kontak bantu kontaktor / konduktor magnet *Normally Open/Normally Close* (NO/NC)
4. Kontak-kontak bantu *Time Relay* (NO/NC)
5. Kontak-kontak bantu *Thermal Overload Relay* (TOR)
6. Lampu indikator.
7. Kelengkapan lain yang disesuaikan dengan kebutuhan kontrol motor.



Gambar 3. Diagram rangkaian kontrol PA 01 AP 01 sebelum modifikasi⁵

Arus listrik yang mengalir pada rangkaian ini relatif kecil, karena beban listrik pada rangkaian adalah kumparan kontaktor dan *time relay*. Yang termasuk diagram rangkaian daya antara lain :

1. Pengaman arus beban motor berupa sekering (*fuse*) / *Main Circuit Breaker* (MCB)
2. Kontak-kontak utama kontaktor/

konduktor magnet

3. Terminal belitan/kumparan *stator* motor.

Dengan 2 rangkaian di dalam sistem kendali suatu motor, maka kebutuhan untuk pengoperasian suatu motor dapat dilakukan hanya dengan mendisain sistem (rangkaiannya) kontrolnya sedemikian rupa sehingga motor dapat dioperasikan seperti yang

diinginkan pada sistem yang bersangkutan. Sedangkan pada rangkaian dayanya tidak diperlukan perubahan karena sudah baku. (Gambar 1 dan 2).

Komponen Modifikasi Sistem Kontrol

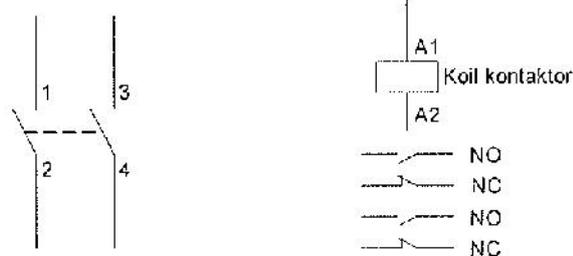
Untuk memodifikasi sistem kontrol motor pompa sekunder diperlukan komponen-komponen :

1. Miniature Circuit Breaker (MCB)^{[3],[6]}

Komponen ini berfungsi untuk membatasi arus listrik yang mengalir pada suatu rangkain listrik dan mengamankan rangkaian listrik tersebut dari adanya gangguan arus hubung singkat atau arus lebih. Untuk keperluan modifikasi, MCB yang diperlukan adalah dari jenis 1 phasa 2 pole. Sedangkan kapasitas arus pembatasnya mempunyai nilai 2 Ampere. Karena berdasarkan pengukuran, arus listrik yang mengalir pada sistem kontrol motor pompa sekunder adalah 1,03 Ampere (kurang dari 2 Ampere). (Gambar 4)

2. Kontaktor Magnet^{1,6}

Kontaktor magnet merupakan saklar daya yang bekerja berdasarkan kemagnetan. Bila kumparan magnet (koil) dialiri arus listrik, maka inti magnet menjadi jangkar sekaligus menarik kontak-kontak yang bergerak, sehingga kontak NO (*Normally Open*) menjadi sambung dan kontak NC (*Normally Close*) menjadi lepas. (Gambar 5). Untuk keperluan modifikasi kontrol motor pompa sekunder



Gambar 4. MCB 2 pole

Gambar 5. Kontaktor

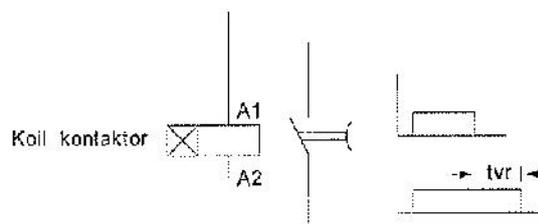
diperlukan kontaktor dengan kapasitas ampere kecil (4 Ampere) sehingga disebut kontaktor bantu (*auxiliary contactor*).

3. Time Relay^{4,6}

Untuk memenuhi diskripsi kerja dari suatu rangkaian kendali, maka diperlukan alat penunda waktu kerja kontak (*time delay*) yang cara bekerjanya sama dengan kontaktor magnet. Berdasarkan macamnya *time relay* ada beberapa macam, yaitu :

1. *time relay* dengan waktu tunda hidup (*time relay delay ON*)
2. *time relay* dengan waktu tunda mati (*time relay delay Off*)
3. *time relay* dengan waktu tuna kombinasi hidup dan mati
4. *time relay* dengan waktu tunda hidup dan mati kontinyu.

Mengingat kebutuhan modifikasi kontrol pompa sekunder adalah menunda lepasnya tegangan listrik pada kendali, maka pilihannya adalah *time relay delay off*. Prinsip kerja dari *time relay delay off* adalah jika *time relay delay off* diset pada t_{cr} kemudian pada koil kontaktornya diberikan tegangan kerja, maka kaki kontak NO langsung aktif terhubung. Bila tegangan kerja tidak aktif, kaki kontak NO tetap aktif terhubung sampai waktu t_{cr} (waktu tunda dari magnet kontaktor tidak aktif sampai dengan kaki kontak NO lepas). Dalam gambar, saat tuas bergerak ke kiri terlihat adanya payung terbalik atau ") = ". (Gambar 6)



Gambar 6. Time Relay

METODE

Untuk memodifikasi sistem kontrol kendali pengoperasian motor pompa pendingin sekunder sehingga dapat diharapkan dapat mengatasi gangguan dip listrik PLN, melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Mengumpulkan Data Gangguan Kedip listrik

Pengumpulan data gangguan kedip listrik yang menyebabkan oprasi motor pompa pendingin sekunder diperlukan untuk mengetahui perubahan yang terjadi setelah nantinya dilakukan modifikasi sistem kontrol kendali motor pompa sekunder sebagai bahan perbandingan.

2. Pengukuran Arus Listrik dan Pilihan Sumber Tegangan UPS

Pengukuran arus listrik sistem kontrol dilakukan pada saat motor pompa sekunder beroperasi sebelum dilakukan modifikasi dengan menggunakan *lung ampere meter* pada salah satu jalur kabel. Tujuannya adalah untuk mengetahui kebutuhan listrik dari sistem kontrol yang sudah ada sehingga besarnya *miniature circuit breaker* (MCB) yang harus disiapkan untuk tujuan modifikasi dapat diketahui. Sedangkan pemilihan sumber tegangan UPS diperlukan sebab di reaktor RSG-GAS terdapat 2 unit panel UPS yang sesuai dengan tegangan PLN 380/220 V AC yaitu BRA dan BRB. Prioritas yang dipilih adalah tegangan UPS yang sudah ada dan dekat dengan ruang panel motor pompa sekunder di gedung bantu (ruang 501), yaitu di ruang panel instrumentasi dan kendali (CQB02). Pertimbangannya adalah jika mengambil langsung dari panel UPS akan dibutuhkan waktu pengerjaan dan material kabel yang lebih panjang, karena berada di gedung reaktor (ruang 922 atau ruang 924).

3. Mendisain Sistem Kontrol

Setelah mendapatkan sumber tegangan UPS, dilakukan perancangan sistem untuk mengatasi dip listrik. Konsep dasar dari modifikasi adalah suatu kontrol untuk memberi pasokan tegangan 220 V AC ke sistem kontrol *soft starter* dan kontaktor utama pada cara *star delta* yang mampu menunda pemutusan tegangan disaat terjadi dip listrik. Karena itu komponen yang dipilih adalah *time relay* dengan spesifikasi *delay off*. Untuk lebih memudahkan pengaturan waktu penundaannya *time relay* yang dipilih adalah yang berskala waktu lebar (0,05 s - > 120 s). *Time relay* di dalam rancangan dibuat dengan dua tingkat yang bertujuan untuk mengantisipasi gagalnya salah satu *time relay*, sehingga jika terjadi kedipan listrik dengan durasi panjang yang mengakibatkan tekanan air pendingin sekunder mencapai di bawah batas operasi, sistem hasil modifikasi ini akan mampu memutus rangkaian kontrol dan motor pompa pendingin sekunder masih dapat menjadi padam. Tambahan kontaktor bantu (*Auxiliary Contactor*) diperlukan untuk mendukung operasi kedua *time relay* dan juga dapat berfungsi untuk mengantisipasi gagalnya salah satu dari kedua kontaktor bantu itu sendiri.

Pada rancangan ini tidak dilakukan perubahan apapun terhadap rangkaian daya, sehingga apabila terjadi lonjakan arus yang melebihi setelah *overload* baik pada *soft starter* (PA02 AP01 dan PA03 AP01) maupun kontaktor *star delta* (PA01 AP01), sistem kontrol akan tetap mengisyaratkan *fault* baik di lokal panel maupun di RKU. Dengan kondisi tersebut motor pompa

pendingin sekunder akan padam, dan diperlukan tindakan menekan tombol "reset" di lokal panel agar motor pompa dapat diooperasikan kembali.

4. Perakitan

Perakitan dilakukan setelah rancangan (disain) sudah diteliti dengan cermat dan dipastikan tidak terdapat kesalahan. Tahap awal perakitan adalah penarikan kabel dari ruang CQB02 menuju ke ruang panel motor pompa sekunder di ruang 501. Kabel yang digunakan adalah NYM Ø 3 x 2,5 mm. Masing-masing ujung kabel kemudian dihubungkan pada terminal MCB baik yang di ruang CQB 02 maupun di panel *soft starter* PA02 AP01. Selanjutnya kabel power disalurkan ke panel *soft starter* PA03 AP01 dan ke panel BHA pada modul PA01 AP01. Kemudian dilakukan pemasangan komponen - komponen tambahan pada sistem kontrol masing-masing berupa 1 unit MCB, 2 unit *Time Relay delay off* dan 2 unit *Auxiliary Contactor* sekaligus dilakukan koneksi pengkabelan sesuai gambar disain kontrol. Komponen modifikasi yang dipergunakan bertipe MCB 220 V 2 Ampere 2 pole Siemens, *Auxiliary Contactor* 3RH1131-1APOO Siemens dan *Time Relay* 3RP1505-1BP30 Siemens. Pemakaian 2 unit *Time Relay* maupun 2 unit *Auxiliary Contactor* dimaksudkan untuk mengantisipasi kegagalan salah satu *Time Relay* maupun *Auxiliary Contactor* yang umumnya terjadi pada tidak berfungsinya kaki-kaki kontaknya akibat lengket sehingga tidak dapat terlepas atau sebaliknya tidak dapat menutup, koil magnet yang menggelembung karena lelehan lak mengganggu pergerakan mekanis magnet dalam menarik kaki kontak maupun akibat koil yang terbakar.

Pelaksanaan perakitan berlangsung dari tanggal 5 April - 9 April 2010 dengan memperhitungkan pada pengoperasian reaktor pada tanggal 10 April 2010, sistem kontrol hasil modifikasi sudah dapat diuji fungsikan dengan pengoperasian motor pompa sekunder sebenarnya.

5. Uji Fungsi

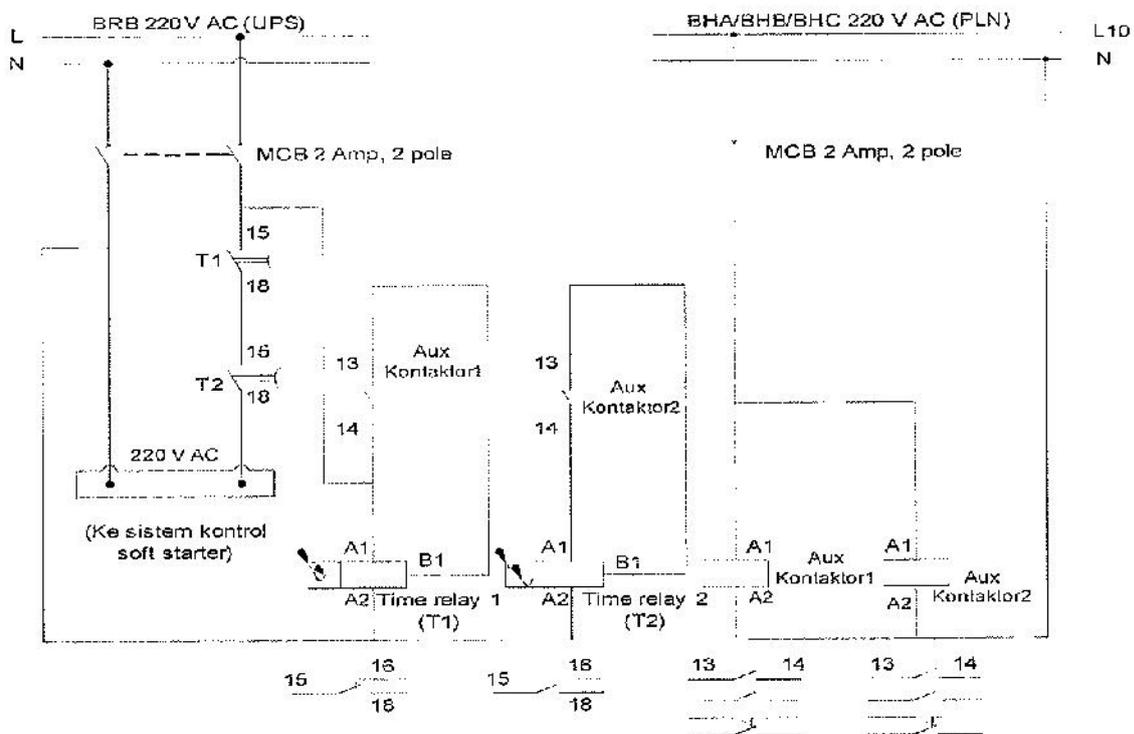
Pasca perakitan dilakukan uji fungsi terhadap kaki kontak *time relay delay off* apakah berfungsi dengan baik yaitu dengan cara melakukan penyetelan/ pengesetan waktu *delay off* dan menghidupkan *Miniatur Circuit Breaker* (MCB) dari sumber tegangan UPS 220 V AC maupun sumber tegangan PLN 220 V AC sehingga koil *time relay* dan kaki kontak NO bekerja menutup (menjadi NC) demikian juga koil *auxiliary contactor* dan kaki NO bekerja menjadi NC. Setelah itu MCB sumber tegangan PLN 220 V AC dimatikan (di-off). Akibatnya koil *auxiliary contactor-auxiliary contactor* tidak bekerja dan kaki kontaknya kembali menjadi NO, seterusnya mengakibatkan koil *time*

relay tidak bekerja, tetapi kaki kontak dari *time relay* tidak seketika terlepas (NO). Ketika sumber tegangan PLN dimatikan, bersamaan dengan itu dilakukan juga menghitung waktu berapa lama kaki kontak yang menutup pada *time relay* berubah kembali menjadi NO, apakah telah sesuai dengan waktu yang disetel. Penyetelan waktu tunda pada *time relay* 1 di set pada posisi 1 detik sedangkan *time relay* 2 di set pada posisi 2 detik. Perbedaan penyetelan waktu ini dimaksudkan untuk mengantisipasi kegagalan pada *time relay* 1. Sedangkan batas pengesetan *time relay* 2 adalah perkiraan waktu turunnya tekanan air pada pipa sekunder telah mencapai batas bawah operasi motor pompa sekunder, dimana motor sudah tidak dapat beroperasi. Pengesetan tersebut masih memungkinkan untuk diperpendek jika turunnya tekanan lebih cepat dari 2 detik.

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan uji jalan motor pompa sekunder untuk mengetahui apakah sistem kontrol setelah dimodifikasi berfungsi secara benar dan mampu mengoperasikan motor pompa sekunder. Uji fungsi ini sekaligus merupakan salah satu kegiatan Persiapan Sarana Operasi (PSO) yang dilakukan pada tanggal 9 April 2010, tetapi karena berlangsung sekitar 30 menit dan tidak terjadi kedipan listrik, maka hasil modifikasi masih belum dapat dibuktikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari uraian yang telah disampaikan sebelumnya, disain sistem kontrol untuk mengatasi kedip listrik PLN diperlihatkan pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Hasil rancangan modifikasi sistem kontrol motor pompa sekunder

Dari Gambar 7 tersebut dapat dijelaskan bahwa untuk mengantisipasi kedipan listrik PLN sumber tegangan ke sistem kontrol motor pompa diberikan dari UPS BRB 220 V AC ke sistem kontrol *soft starter* ataupun *star delta* jika MCB dalam kondisi tertutup (ON) melalui kaki kontak NO yang menutup dari 2 *time relay delay off*. Sedangkan magnet (koil) *time relay* akan bekerja jika kaki kontak NO (13-14) dari *auxiliary contactor* menutup. Agar kondisi ini terjaga maka koil *auxiliary contactor* harus bekerja. Sumber tegangan untuk koil *auxiliary contactor* tetap diberikan dari

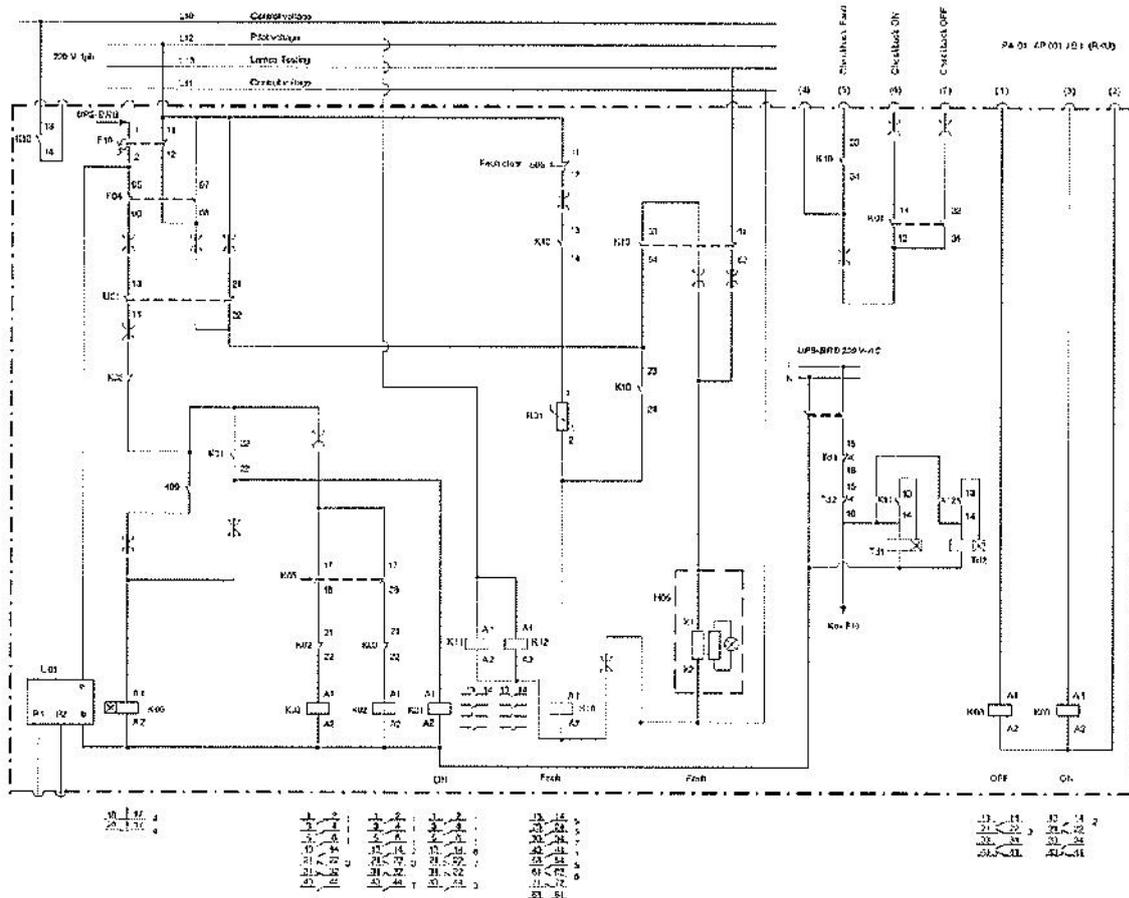
sumber tegangan PLN. Hal ini untuk mengantisipasi jika terjadi kedip listrik dengan durasi lama, dimana tekanan di dalam pipa sekunder telah berkurang dari batas tekanan operasi, pompa sekunder harus tetap mati demi keselamatan pompa.

Jika kedipan listrik berdurasi pendek, maka koil *auxiliary contactor* tidak bekerja yang berakibat kaki kontak NO (13-14) terlepas, sehingga koil *time relay* pun tidak bekerja. Akan tetapi fungsi *delay off* dari *time relay* tetap bekerja (kaki kontak 15-18 masih tetap terhubung) sampai batas setelan yang diinginkan. Sehingga apabila

tegangan listrik PLN normal kembali, maka operasi pompa pendingin sekunder tidak terganggu.

Untuk mengantisipasi di dalam kurun waktu yang panjang dari kondisi *time relay* maupun *auxiliary contactor* yang umumnya terjadi seperti kaki kontak tidak berfungsi atau kerusakan koil, maka kedua komponen dipasang masing-masing

bertingkat agar jika salah satu tidak berfungsi, yang lainnya akan menggantikannya. Dari hasil disain sistem kontrol pada Gambar 7, setelah digabungkan ke dalam sistem kontrol motor pompa pendingin sekunder yang telah ada, diperlihatkan pada Gambar 8 berikut:

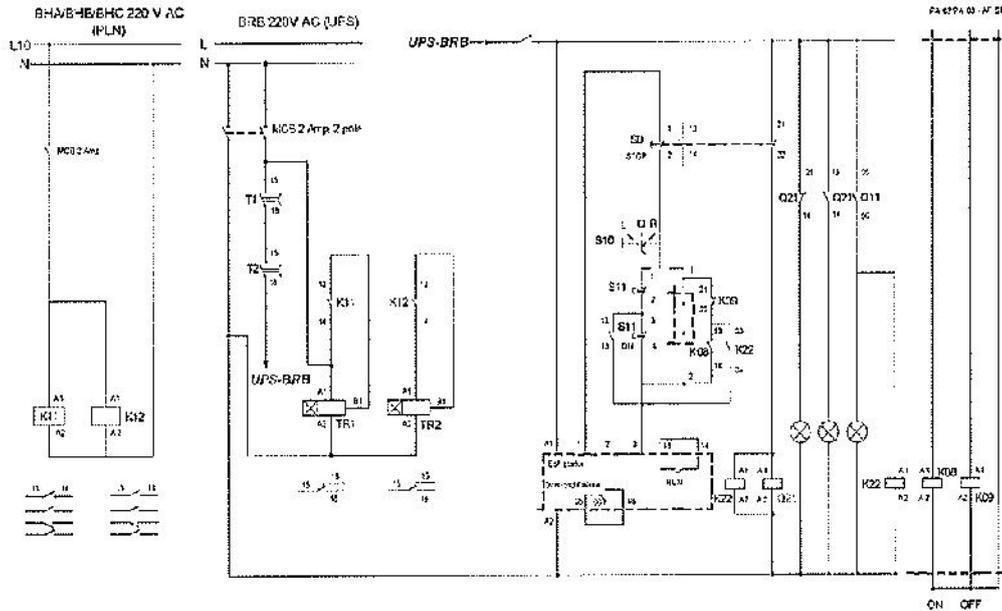


Gambar 8. Rangkaian kontrol PA 01 AP 01 setelah modifikasi.

Dari Gambar 8 tersebut dapat dijelaskan bahwa tegangan kontrol untuk kontaktor utama K01, K02, dan K03 motor pompa pendingin sekunder telah dipindahkan ke sumber tegangan UPS BRB mengikuti kontrol modifikasi untuk mengatasi kedipan listrik PLN, tetapi agar motor pompa pendingin sekunder beroperasi, tegangan kerja 3 phasa 380 V AC diberikan dari sumber tegangan PLN dan untuk sinyal-sinyal gangguan, tegangan 220 V AC tetap diberikan dari sumber tegangan PLN. Dengan cara yang sama, demikian juga halnya untuk *soft starter*. (Gambar 9).

Dari Gambar 9 juga dapat dijelaskan bahwa setelah perubahan dari cara *star delta* yang

dilakukan terhadap sistem kendali motor pompa pendingin sekunder PA 02 AP 01 dan PA 03 AP 01, rangkaian kontrol dengan *soft starter* memungkinkan pengoperasian motor pompa pendingin sekunder dapat dilakukan baik dari Ruang Kendali Utama (Remote, R) maupun dari lokasi panel (Lokal, L) dengan terlebih dulu menempatkan *switch selector* (S10) sesuai moda operasi yang diinginkan. Meskipun demikian pengoperasian motor pompa sekunder tetap hanya dioperasikan dari Ruang Kendali Utama (RKU) mengingat indikator persyaratan-persyaratan agar motor pompa sekunder dapat dioperasikan berada di dalam panel RKU.



Gambar 9. Rangkaian kontrol PA 02 AP 01 / PA 03 AP 01 setelah modifikasi

Untuk pembuktian keberhasilan modifikasi sistem kontrol kendali motor pompa sekunder, diperlihatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 1. Gangguan akibat kedip listrik PLN sebelum modifikasi

No	Pengoperasian Pompa	Waktu Terjadi Kedip		Keterangan
		Tanggal	Jam	
1	PA01 AP01 & PA02 AP01	31-10-2009	15.32	2 Pompa mati
2	PA01 AP01 & PA02 AP01	06-12-2009	12.57	2 Pompa mati
3	PA01 AP01 & PA02 AP01	14-12-2009	16.09	2 Pompa mati
4	PA01 AP01 & PA03 AP01	05-02-2010	13.24	2 Pompa mati
5	PA02 AP01 & PA03 AP01	16-02-2010	13.21	2 Pompa mati
6	PA02 AP01 & PA03 AP01	19-02-2010	14.35	2 Pompa mati
7	PA03 AP01 & PA01 AP01	06-03-2010	12.15	2 Pompa mati
8	PA02 AP01 & PA01 AP01	12-02-2010	15.09	2 Pompa mati
9	PA02 AP01 & PA01 AP01	22-03-2010	22.32	2 Pompa mati

Tabel 2. Gangguan akibat kedip listrik PLN setelah modifikasi

No	Pengoperasian Pompa	Waktu Terjadi Kedip		Keterangan
		Tanggal	Jam	
1	PA02 AP01 & PA03 AP01	13-04-2010	00.45	2 Pompa hidup
2	PA02 AP01 & PA03 AP01	14-04-2010	12.42	2 Pompa hidup
3	PA02 AP01 & PA03 AP01	01-05-2010	18.14	2 Pompa mati
4	PA02 AP01 & PA03 AP01	03-05-2010	10.16	2 Pompa mati
5	PA03 AP01 & PA01 AP01	16-05-2010	10.24	PA 01 AP 01 hidup, PA 03 AP 01 mati
6	PA03 AP01 & PA01 AP01	23-05-2010	15.42	PA 01 AP 01 hidup, PA 03 AP 01 mati
7	PA03 AP01 & PA01 AP01	24-05-2010	15.26	PA 01 AP 01 hidup, PA 03 AP 01 mati
8	PA02 AP01 & PA01 AP01	27-05-2010	19.06	PA 01 AP 01 hidup, PA 03 AP 01 mati
9	PA02 AP01 & PA01 AP01	15-06-2010	00.10	PA 01 AP 01 hidup, PA 02 AP 01 hidup

Tiga unit motor pompa pendingin sekunder yang terdapat di Reaktor Serba Guna pada setiap kali operasi reaktor hanya dioperasikan 2 unit sedangkan 1 unit sebagai cadangan. Pengaturan pengoperasian motor pompa pendingin sekunder ditentukan oleh Bidang Operasi Reaktor.

Dari Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa sebelum dilakukan modifikasi sistem kontrol kendali motor pompa pendingin sekunder, ketiga unit motor pompa pendingin sekunder Reaktor Serba Guna apabila sedang beroperasi kemudian terjadi kedip listrik PLN, ketiga-tiganya akan selalu padam. Data pada Tabel 1 tersebut diambil 6 bulan sebelum dilakukan modifikasi, dengan pertimbangan selama waktu itu telah cukup dapat mewakili kondisi operasi pompa sekunder sebelum dilakukan modifikasi sistem kontrol ini. Sedangkan dari Tabel 2 dapat pula dijelaskan bahwa setelah dimodifikasi dan terjadi 2 kali kejadian kedip listrik, PA02 AP01 dan PA03 AP01 berhasil mempertahankan operasinya. Tetapi selanjutnya kedua motor pompa kembali mati jika terjadi kedip listrik. Kedua motor pompa itu adalah motor-motor pompa yang menggunakan *soft starter*. Kegagalan tersebut lebih disebabkan adanya lonjakan arus listrik sesaat yang melalui *soft starter* melebihi setelan *overload*, sehingga operator perlu me-*reset* unit *soft starter* di lokal panel. Pada tanggal 08 Juni 2010 dilakukan pengesetan ulang terhadap setelan *overload* unit *soft starter* PA02 AP01 & PA03 AP01, dan hasilnya memperlihatkan pada kejadian kedipan listrik tanggal 15 Juni 2010 jam 00.10 WIB motor pompa PA02 AP01 tetap hidup.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengoperasian ketiga unit motor pompa sekunder setelah dilakukan modifikasi

kontrol kendali dimana di dalam rentang waktu setiap pengoperasiannya kadang-kadang terjadi sejumlah kedip listrik PLN dapat disimpulkan bahwa :

Modifikasi kontrol kendali motor pompa sekunder telah berhasil mengatasi gangguan kedip listrik PLN, terbukti bahwa ketiga unit pompa sekunder berhasil mempertahankan operasinya ketika kedip listrik itu terjadi.

Kegagalan-kegagalan yang terjadi pada PA02 AP01 dan PA03 AP01 setelah dapat mempertahankan dua kali kejadian kedipan listrik, antara lain diduga perlu dilakukan pengesetan ulang terhadap *overload* dari unit *soft starter*nya.

Modifikasi ini dapat diterapkan pada sistem kontrol motor yang lain yang sensitif terhadap gangguan hilang tegangan sesaat (kedipan listrik), dimana pada pengoperasian motor tersebut diharapkan tidak mengalami gangguan sama sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Marsudi D. Pembangkit Energi Listrik, Penerbit Erlangga, 2005.
- Catalog, Siemens. Soft Starter 3 RW 44, 12/2008.
- Anonymous. Circuit Breaker, Wikipedia, 6/2010.
- Anonymous. Sistem Pengendalian Motor", PDF, 11/2009.
- Anonymous,. Main Distribution Board BHA/BHB/BHC, Interatom GmbH, 1986.
- Catalog, Siemens. Sirius 3R, 04/1997.