



Design of Backup Voltage Supply On Medium Voltage Cubicle Panel Control Circuit When Blackout Occurs From PLN

Perancangan Suplai Tegangan Cadangan Pada Rangkaian Kontrol Panel Kubikel Tegangan Menengah Ketika Terjadi Pemadaman Dari PLN

Hendra Gilbert¹⁾, Rahmat Hidayat²⁾

^{1,2)}*Electrical Engineering Department, University of Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia*

¹⁾hendra.gilbert17013@student.unsika.ac.id

²⁾rahmatt.hidayat@staff.unsika.ac.id

Abstract- Uninterruptible Power Supply (UPS) is an important component that is useful for temporarily storing electrical energy. This storage is done in the UPS battery itself, the capacity of each battery is different. Indirectly, this UPS is also useful in order to avoid flickering when the electricity from PLN goes out. This is done in order to avoid damage to the electronic device. In Angkasapura II Bandung as well, UPS is used to avoid flickering which causes damage and even crashes on the plane due to a communication failure between the Pilot and the AFL. Another obstacle is the cubicle control panel circuit. This happens because when there is a blackout from the PLN UPS, the active UPS does not back up this circuit, the bad thing that happens is that the electrical control at Angkasapura will stop because the cubicle control circuit does not receive electricity supply. From the results of this study resulted in a new circuit that can read-up power automatically with the existing UPS.

Keywords: Angkasapura II, Cubicle, PLN, UPS

Abstrak- Uninterruptible Power Supply (UPS) adalah komponen penting yang berguna menyimpan energi listrik sementara. Penyimpanan ini dilakukan di dalam baterai UPS itu sendiri, kapasitas tiap baterai berbeda-beda. Secara tidak langsung UPS ini juga bermanfaat agar menghindari kedipan saat arus listrik dari PLN terjadi pemadaman. Hal ini dilakukan agar menghindari terjadinya kerusakan pada alat elektronik tersebut. Di Angkasapura II Bandung juga demikian, UPS digunakan untuk menghindari kedipan yang mengakibatkan kerusakan bahkan sampai kecelakaan pada pesawat karena adanya gagal komunikasi antara Pilot dengan AFL. Adapun kendala lain adalah pada rangkaian control panel kubikel. Hal ini terjadi karena saat saat terjadi pemadaman dari PLN UPS yang aktif tidak membackup rangkaian ini, hal buruk yang terjadi adalah control listrik pada Angkasapura akan terhenti karena rangkaian control kubikel ini tidak menerima suplai listrik. Dari hasil penelitian ini dihasilkan sebuah rangkaian baru yang dapat membackup daya secara otomatis dengan UPS yang ada.

Kata kunci: PMT, Gardu Induk, Tahanan Kontak Rugi Daya

I. PENDAHULUAN

penerbangan, salah satunya adalah pelayanan pada terminal bandara yang didalamnya mencakup pergedungan dan juga lapangan udara. Pelayanan tersebut dapat dilakukan secara maksimal oleh penyelenggara ketika didukung oleh suplai dan pencadangan daya listrik yang memadai oleh semua operator pelaksana, termasuk PT. Angkasa Pura II (persero) cabang Bandung.

Kementerian Perhubungan melaporkan bahwa pada tahun 2019 aktivitas lalu lintas di Bandara Husein Sastranegara Bandung mencapai 31.865 pergerakan lalu lintas pesawat untuk pelayanan 3,86 juta penumpang dan 19,21 juta kg kargo dengan durasi 14 jam operasional setiap hari. Aktivitas lalu lintas penerbangan yang padat di Bandara Husein Sastranegara membutuhkan kesediaan dan kesiapan suplai daya listrik yang optimal.

Menurut Suraji (2021), waktu beban puncak (WBP) di Bandara Husein Sastranegara sebesar 1.384 kVA/ hari. Kebutuhan ini dipenuhi melalui suplai listrik dari PLN dengan daya sebesar 1.730 kVA. Guna menghindari adanya ketidakstabilan distribusi listrik oleh PLN, maka Bandara Husein Sastranegara mengantisipasinya dengan menyediakan genset dengan kapasitas daya sebesar 1.500 kVA sebagai cadangan. Namun kondisi ini juga memiliki permasalahan tersendiri yaitu kedipan sementara yang terjadi pada saat pengaktifan genset, dimana membutuhkan waktu antara 15-30 menit.

Bandara Husein Sastranegara mengatasi permasalahan kedipan dengan menggunakan 1 unit *Uninterruptible Power Supply* (UPS) berkapasitas 200 kVA sejak tahun 2013. UPS adalah perangkat yang umumnya menggunakan baterai sebagai pencatu daya alternatif, yang bertujuan sebagai pemberi suplai daya listrik sehingga kesediaannya untuk perangkat elektronik yang terpasang tidak terganggu (Mardiyanto, 2015).

Penggunaan UPS di bandara Husein secara terus-menerus selama kurang lebih 7 tahun berpotensi memberikan dampak lain ketika terjadi kerusakan dan saat waktu pemeliharaan UPS. Menurut Suhendra (2020), salah satu dampaknya adalah terputusnya suplai daya menuju rangkaian kontrol panel kubikel, *Airfield lighting System* (AFL) dan juga terhadap Tower yang berada di Bandara Husein Sastranegara. Berdasarkan potensi masalah yang diuraikan, maka diperlukan kajian lebih lanjut mengenai penggunaan UPS di bandara Husein Sastranegara.

Ada beberapa yang harus dipertimbangkan dalam pemasangan UPS adalah sebagai berikut:

1. Pengelompokan beban-beban yang harus dilayani oleh UPS tersebut harus dipisahkan dari beban keseluruhan.
2. Jenis beban yang disuplai oleh UPS

Berapa besar kemampuan dari sistem UPS yang akan dipasang harus sesuai dengan beban emergency yang telah direncanakan, sehingga UPS tersebut tidak terlalu kecil.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Dasar Teori

Uninterruptible Power Supply (UPS) adalah perangkat yang menggunakan baterai *back up* sebagai caduan daya alternatif, untuk dapat memberikan suplai daya sementara yang tidak terganggu untuk perangkat elektronik yang terpasang (Mardiyanto, 2015).

Secara umum UPS terdiri dari tiga komponen utama yaitu rectifier, battery dan inverter. Prinsip kerja UPS secara umum meliputi dua mode, yaitu mode normal dan mode standby. Dalam mode normal, penyearah memperbaiki tegangan AC menjadi tegangan DC, yang digunakan untuk mengisi baterai dan pertama-tama memberi daya beban melalui inverter (Mamahit, Dringhuze 2015). Pada saat yang sama, dalam mode siaga atau ketika catu daya utama gagal, baterai akan menggantikan catu daya utama untuk memasok daya ke beban. Dalam keadaan ini, inverter mengubah tegangan DC baterai menjadi tegangan. Selain itu, tegangan AC keluaran dari inverter kemudian melewati filter inverter untuk mengurangi harmonisa tingkat tinggi, sehingga diperoleh tegangan AC yang diinginkan.

[Figure 1 about here.]

2.2. Komponen-Komponen Dalam UPS

Komponen-komponen dasar penyusun UPS terdiri atas 3 komponen utama yaitu :

1. Rectifier, yang berfungsi sebagai penyearah tegangan bolak-balik (AC) dari sumber utama yang nantinya akan digunakan untuk pengisian baterai (Rindiyanto 2017). Rectifier yang digunakan adalah penyearah jembatan tiga fasa
2. Baterai, yang berfungsi sebagai cadangan energi listrik jika suplai listrik utama mengalami gangguan.
3. Inverter, yang berfungsi sebagai pengubah tegangan searah (DC) yang berasal dari baterai menjadi tegangan bolak-balik (AC) untuk menyuplai tegangan pada beban (Moamar, 2013). Inverter yang digunakan adalah inverter tiga fasa. Selain ketiga komponen dasar tersebut, memungkinkan terdapat juga

Komponen lain yang digunakan adalah sakelar, induktor, AVR,

filter, konverter DC-DC dan komponen lainnya, dan penggunaannya tergantung pada topologi masing-masing UPS.

III. METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan masalah sistem suplai daya pada Angkasapura II Bandung maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Mengumpulkan data teknis di lapangan yaitu data beban dan data suplai daya dari PLN ke Angkasapura II Bandung.
- Menganalisa kapasitas suplai daya pada PLN, genset dan UPS.
- Mengelompokkan beban umum dan beban emergency.
- Melakukan perencanaan pemasangan UPS terhadap beban emergency.
- Pemilihan UPS yang tepat untuk beban emergency.
- pembuatan jalur UPS dan melakukan percobaan menggunakan simulasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. Prinsip kerja utama UPS di Angkasapura II Bandung

Bandara Internasional Husein Sastranegara PT Angkasa Pura II (Persero) dengan kegiatan operasional kelistrikan yang disuplai oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebesar 1730 kVA dengan jenis tegangan menengah 20 kV, menggunakan kubikel tegangan menengah untuk catu daya listrik dari PLN dan catu daya listrik cadangan (Genset). Juga memiliki UPS dengan kapasitas daya 200 kVA untuk beban prioritas apabila catu daya listrik PLN dan Genset gagal mensuplai listrik ke beban (Herman 2020).

Penyaluran distribusi dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) melalui jalur khusus *underground* di Bandara Husein Sastranegara terhubung ke *main incoming* kubikel yang ada di gedung *Power House* (PH), di mana jalur distribusi catu daya listrik dari PLN dan Genset yang ada di lokasi PH hanya berjumlah 1 set peralatan panel kubikel (Yayan 2020). Hal ini dapat kita lihat pada gambar 4.1

[Figure 2 about here.]

Bandara Husein Sastranegara memiliki UPS dengan daya sebesar 200 kVA. UPS dengan kapasitas Daya 200 kVA digunakan untuk mensuplai beban

- AFL (*Runway Light, Taxiway Light, PAPI, Aproach*, dan RTIL)
- Gedung dan Peralatan yang ada di Tower
- Penerangan Gedung *Constant Current Regulator* (CCR)
- Rangkaian kontrol Panel Kubikel Tegangan Menengah 20 kV.

Lalu berikut merupakan jalur kabel distribusi utama :

[Figure 3 about here.]

Dengan jalur sebagai berikut dan wiring diagram yang dapat kita lihat pada gambar 4.2 :

- Jalur distribusi dari PH Utama ke Terminal Bandara

Dari kubikel *main incoming* PLN keluar melalui kubikel *outgoing* masuk ke kubikel *outgoing* terminal lalu diteruskan ke kubikel *incoming* terminal di Gedung Terminal lalu keluar melalui Panel *outgoing* trafo ke trafo step down

1.600 kVA dari tegangan menengah 20 kV diturunkan ke tegangan rendah 380 /220 V masuk ke panel LVMDP untuk didistribusikan ke beban yang ada di terminal bandara. Untuk jalur distribusi dari PH Utama ke terminal bandara ada 2 jalur distribusi (2 Kabel).

- Jalur distribusi dari PH Utama ke gedung CCR

Dari kubikel *main incoming* PLN keluar melalui kubikel *outgoing* masuk ke kubikel *incoming* CCR di gedung CCR, lalu keluar melalui panel *outgoing* trafo masuk trafo step down 630 kVA dari tegangan menengah 20 kVA diturunkan ke tegangan rendah 380 /220 V masuk ke panel LVMDP untuk didistribusikan ke beban yang ada di Gedung CCR (penerangan, pompa distribusi air bersih, *Fire Hydrant* dan AFL). Untuk jalur distribusi dari PH Utama ke gedung CCR bandara ada 1 jalur distribusi (1 kabel).

- Catu daya listrik dari genset di PH Utama

Sebelum didistribusikan ke terminal Bandara dan Gedung CCR tegangan yang keluar dari genset 380 / 220 V di *step up* terlebih dahulu oleh trafo 2000 kVA menjadi tegangan menengah 20 kV selanjutnya didistribusikan ke Terminal bandara dan gedung CCR sesuai dengan penjabaran di atas (no 1 dan 2) perbedaannya adalah apabila catu daya utama PLN mati tegangan dari trafo 2000 kVA masuk ke panel *In Coming* Genset.

1.2. Permasalahan system tenaga listrik di Angkasapura II

Dari keterangan di atas, timbul permasalahan kontinuitas suplai listrik yang dapat dijelaskan seperti di bawah ini, yaitu :

1. UPS dengan daya 200 kVA tersebut mengalami gangguan dalam bentuk apapun seperti arus pendek dan juga kelebihan arus yang dapat mengakibatkan UPS mati ataupun tidak dapat beroperasi dan juga saat UPS sedang dalam masa pemeliharaan maka suplai catu daya listrik yang mengalir menuju AFL atau lampu penerangan pada lapangan udara, Gedung dan peralatan di tower, penerangan Gedung CCR dan juga rangkaian control menuju panel kubikel tegangan menengah 20kV juga tidak dapat beroperasi atau mati karena sistem distribusi listrik pada Bandara Husein Sastranegara dibuat dengan jalur yang mengharuskan listrik harus mengalir melalui UPS terlebih dahulu sebelum masuk ke beban, artinya di saat UPS mati dapat menyebabkan aliran listrik akan terputus di UPS itu sendiri.
2. Catu daya listrik menuju beban yang bersumber pada PLN didapat *back-up* oleh genset 1500 kVA ketika PLN mati, akan tetapi catu daya listrik dari genset tersebut tidak bisa mensuplai ke beban menuju kubikel secara langsung hal ini dikarenakan saat aliran listrik menuju kubikel mati atau terputusnya arus listrik menuju kubikel secara otomatis membuat kontrol panel kubikel tidak dapat menerima arus listrik lagi, hal ini timbul karena adanya sistem keamanan pada kubikel yang membuat kubikel tidak dapat menerima arus listrik lagi untuk menjaga adanya arus pendek ataupun kelebihan beban pada kubikel yang dapat merusak kubikel dan mengharuskan operator harus menekan tuas secara manual untuk membuka pengaman arus untuk membuka jalur arus menuju kontrol panel kubikel tegangan menengah 20 kV.
3. Catu daya listrik yang tidak mengalir ke rangkaian kontrol panel kubikel tegangan menengah 20 kV akan mengakibatkan pengoperasian panel kubikel tersebut tidak bisa secara auto tetapi secara manual ini akan menyebabkan terhambatnya suplai catu daya listrik ke beban. Hal ini terjadi karena fungsi dasar dari kubikel adalah untuk pendistribusian listrik menuju beban-beban sesuai dengan kebutuhan. Seperti yang kita ketahui bahwa selain menuju penerangan terminal bandara dan penerangan pada ruangan CCR kubikel ini jugalah yang mengatur pendistribusian menuju AFL atau lampu penerangan yang berada di lapangan udara, Gedung dan peralatan tower yang berfungsi sebagai penghubung atau alat komunikasi pilot dengan maskapai yang berada di Bandara, akibat terhambatnya suplai catu daya listrik ke beban ini akan menghentikan komunikasi antara pilot

dengan pihak maskapai yang dapat menyebabkan terganggunya keselamatan penerbangan pada Bandara Husein Sastranegara.

1.3. Perancangan Sistem tenaga listrik

Mengantisipasi kejadian tersebut dibuatlah perencanaan yaitu dengan menambahkan satu unit UPS dengan kapasitas 5 kVA dan membuat jalur UPS baru sebagai cadangan, hal ini dapat menjadi solusi karena saat UPS mengalami masa pemeliharaan atau mengalami kerusakan yang mengakibatkan UPS mati, hal ini akan dijelaskan seperti di bawah ini :

1. Jalur baru UPS dapat mengantisipasi kubikel yang mati karena matinya UPS 200 kVA sehingga pendistribusian arus listrik menuju ALF, penerangan gedung terminal dan CCR, dan juga Tower Bandara Husein Sastranegara tidak akan terganggu karena adanya jalur *back-up* UPS membuat aliran arus yang mati pada UPS 200 kVA dapat ditangani dengan menggunakan arus dari UPS 5 kVA sebagai *back-up*.
2. Jalur baru UPS juga dapat memperpanjang masa UPS karena dengan adanya jalur baru UPS akan membuat operator atau teknisi dapat melakukan perawatan dan juga pengistirahatan pemakaian UPS guna memperpanjang masa pemakaian dari UPS itu sendiri.

Dengan Analisa diatas maka dibuatlah jalur baru sebagai *back-up* UPS 200kVA dengan UPS 5 kVA, jalur tersebut dapat kita lihat pada gambar di bawah ini :

[Figure 2 about here.]

Cara kerja Rangkaian:

Seperti yang kita dapat lihat pada gambar 4.3 saat saklar alih ditekan pada tuas 1 maka akan membuat UPS 5 kVA menjadi UPS utama dan UPS 200 kVA menjadi UPS cadangan, karena saat tuas satu di tekan maka arus dari UPS 200 kVA akan terputus. Dan akan berlaku sebaliknya saat kita menekan tuas 2. Akan tetapi saat tuas 0 ditekan, maka tidak akan ada arus yang masuk menuju kubikel-kubikel.

Saat UPS 200 kVA menjadi UPS utama, yang mana artinya tuas dari saklar alih ditekan pada tuas no 2. Maka cara kerjanya akan sama seperti cara kerja sebelumnya. Akan tetapi ada sedikit perubahan pada rangkaian UPS 200 kVA, antara lain :

1. Terdapat tambahan *by pass statik* yang dibuat untuk mengantisipasi tegangan listrik yang *overload* atau berlebihan. *By pass statik* dibuat untuk menjaga kinerja dari UPS ini, karena saat tegangan listrik mengalami *overload*

dapat merusak *life time* dari baterai UPS. Perpindahan dari jalur biasa menuju *by pass statik* terjadi secara otomatis sesuai dengan batasan arus listrik yang telah ditentukan oleh kontrol UPS ini.

2. Tambahan lainnya adalah dengan adanya *total by pass*, perbedaan antara *by pass statik* dengan *by pass total* itu pada kondisinya. Bila *by pass statik* akan ON bila arus mengalami *overload* tegangan, berbeda dengan *by pass total* yang aktif saat UPS benar-benar tidak digunakan atau dalam kondisi seperti perbaikan, pengecekan secara total, pergantian dll. Jadi dengan adanya jalur *by pass total* ini dapat memungkinkan kita untuk bisa mematikan UPS sementara.

Selanjutnya penjelasan bila tuas 1 ditekan. Apabila tuas 1 ditekan hal ini akan membuat UPS 5 kVA menjadi UPS utama. Berawal dari arus yang masuk dari PLN/Genset yang melewati proses konverter, lalu masuk menuju baterai dan saat bersamaan arus mengalir menuju proses inverter. Pada proses ini kurang lebih sama dengan proses sebelumnya, lalu masuk menuju MCB 25A 1 PH . setelah itu arus masuk menuju saklar alih dan mengalir ke panel pembagi, dimana salah satunya masuk menuju kontrol kubikel-kubikel. Dengan demikian maka kontrol pada kubikel-kubikel akan terus mengalir dan dapat mengontrol pendistribusian arus listrik pada terminal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada para rekan yang selalu membantu dalam proses pembuatan artikel ini, kepada dosen pembimbing RH dan YS yang tidak henti-hentinya membantu dan membimbing saya dan juga kepada Angkasapura II yang mengijinkan saya melakukan penelitian ini

REFERENSI

- [1] Manfrigos. 2015. Studi Uninterruptible Power Supply (UPS) Tipe Online Untuk Suplai Daya Pada Distributed Control System (DCS) Di area CL02-11 PT. IKPP. Universitas Lancang Kuning.
- [2] Fajar, Muhamad Cesar. (2014). Electrical Sizing Calculation pada Uninterruptible Power Supply (UPS) di North Duri Development Area-13 (NDD-13) Project-Chevron Pacific Indonesia. Semarang
- [3] Dennis, Alan; Wixom, Haley Barbara; & M.Roth, Roberta., 2010. *Systems Analysis and Design. Fourth Edition*. United States of America : John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Suyatmo, F. 2008. Teknik Listrik Arus Searah (ketujuh). Jakarta: Bumi Aksara.
- [5] Manfrigos. 2015. Studi Uninterruptible Power Supply (UPS) Tipe Online Untuk Suplai Daya Pada Distributed Control System (DCS) Di area CL02-11 PT. IKPP. Universitas Lancang Kuning
- [6] Herman, Suraji, Yayan Analist UPS sebagai penyuplai daya listrik Angkasapura II Bandung

DAFTAR GAMBAR

Figure 1. Blok Diagram UPS.....	2
Figure 2. <i>Single line</i> diagram suplai catu daya listrik dari UPS ke Rangkaian kontrol panel <i>eksisting</i>	3
Figure 3. Jalur kabel distribusi utama pada Bandara Husein.....	3
Figure 4. 4 UPS 5 kVA.....	4

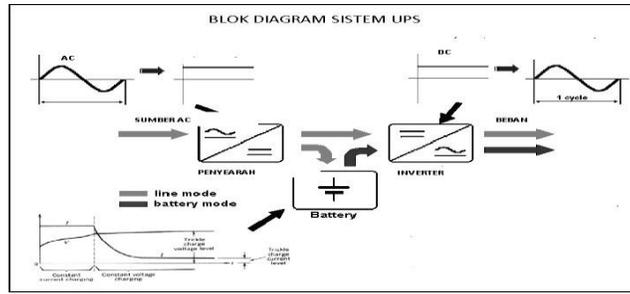


Figure 1 Blok Diagram UPS

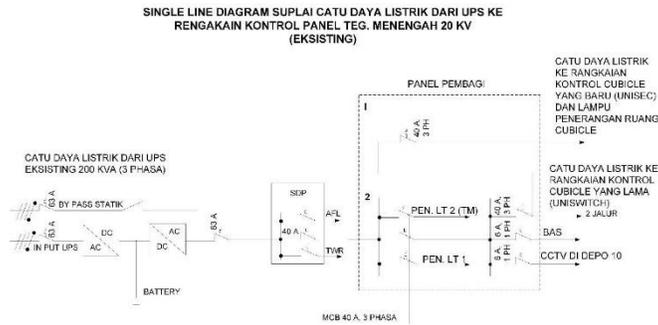


Figure 2 Single line diagram suplai catu daya listrik dari UPS ke Rangkaian kontrol panel eksisting

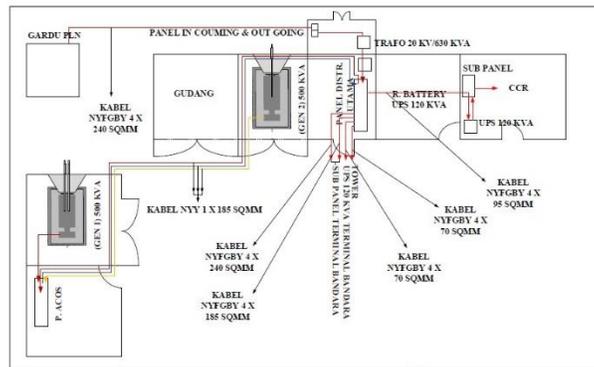


Figure 3 Jalur kabel distribusi utama pada Bandara Husein

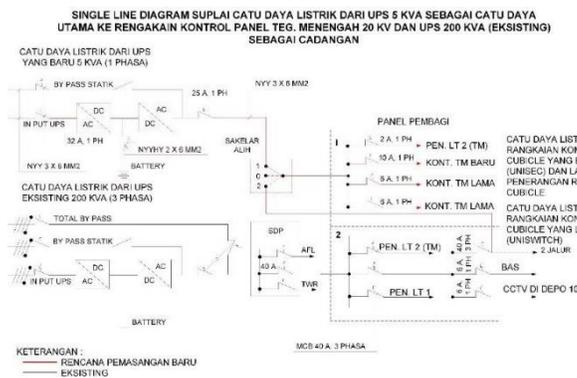


Figure 4 UPS 5 kVA sebagai catu daya utama ke rangkaian kontrol panel tegangan menengah 20 kv dan UPS 200 kVA (Eksisting)