

RANCANG BANGUN KONTROL UPS REDUNDANT PADA KUBIKEL MV BANDAR UDARA SULTAN HASANUDDIN

Andi Hendarji Anjar Asban¹, Jaya Saputra², Antarissubhi³, Suryani⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail : andihendarji27@gmail.com¹, Jayasaputra27051998@gmail.com², antarissubhi@unismuh.co.id³,
suryani_basri@unismuh.co.id⁴

Abstract : In supporting operational activities within PT. Angkasa Pura I (Persero) Makassar Sultan Hasanuddin Airport must be supported by a good, quality and reliable electrical system as a source of power supply for Visual Landing Aids, Aviation Radio & Navigation equipment and other facilities. The data collection method was carried out by observing and reviewing directly at the Main Power House of Sultan Hasanuddin Airport Makassar as well as through discussions with airport electricians. This test is useful to determine the reliability of the performance of Redundant UPS equipment. The current condition of each cubicle rail in the MVMDDB room and GCP room is only served by one UPS unit. If the UPS turns off or experiences interference, the control in the cubicle does not get electricity supply, causing the control to turn off and the cubicle cannot automatically close and open commands if there is a switch between the PLN supply to the generator and vice versa. By adding 1 UPS unit and a UPS Redundant control panel on each cubicle rail, so that each cubicle rail is served by two UPS units and one UPS Redundant control panel. So as to minimize the failure of the electric power supply in the medium voltage cubicle operating system at the airport.

Keywords : UPS, cubicle, control, redundant, automatic

Abstrak : Dalam menunjang kegiatan operasional dilingkungan PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandara Sultan Hasanuddin Makassar harus didukung oleh sistem kelistrikan yang baik, berkualitas dan andal sebagai sumber catu daya bagi Alat Bantu Pendaratan Visual, peralatan Radio & Navigasi Penerbangan dan fasilitas lainnya. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati dan meninjau secara langsung di Main Power House Bandara Sultan Hasanuddin Makassar maupun

melalui diskusi dengan pihak teknisi listrik bandara. Pengujian ini berguna untuk mengetahui keandalan dari kinerja peralatan UPS Redundant. Kondisi saat ini masing-masing rel kubikel yang terdapat diruangan MVMDDB dan Ruang GCP hanya dilayani oleh satu unit UPS. Apabila UPS mati atau mengalami gangguan maka kontrol pada kubikel tidak mendapatkan suplai listrik sehingga menyebabkan kontrol mati dan kubikel tidak bisa melakukan perintah close dan open secara otomatis apabila terjadi perpindahan antara supply PLN ke genset begitupun sebaliknya. Dengan menambah 1 unit UPS dan panel kontrol UPS Redundant pada masing-masing rel kubikel, sehingga setiap rel kubikel dilayani oleh dua unit UPS dan satu panel kontrol UPS Redundant. Sehingga meminimalisir kegagalan catu daya listrik pada sistem operasi kubikel tegangan menengah di Bandara.

Kata Kunci : UPS, kubikel, kontrol, redundant, otomatis

I. PENDAHULUAN

Bandar Udara adalah area di darat maupun di perairan yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan dan fasilitas penunjang lainnya.

Berjalannya kegiatan operasional dilingkungan PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandara Sultan Hasanuddin Makassar harus didukung oleh sistem kelistrikan yang baik, berkualitas dan andal sebagai sumber catu daya bagi Alat Bantu Pendaratan Visual (*Visual Aids Airport Lighting System*), peralatan Radio & Navigasi Penerbangan (*Navigation Aids*) dan fasilitas lainnya.

Oleh karena itu diperlukan peralatan listrik yang mampu beroperasi secara terus menerus dan tidak terputus. Salah satu peralatan listrik yang dimaksud adalah UPS (*Uninterruptible Power Supply*) yang berfungsi sebagai sumber catu daya pada sistem kontrol kubikel tegangan menengah. Dalam pengoperasiannya panel kubikel tegangan menengah digunakan sebagai penyalur ke semua jaringan distribusi yang ada di bandara. Kerusakan pada UPS berakibat tidak tercapainya kinerja yang terus menerus pada panel kubikel tegangan menengah sehingga di butuhkan suatu sistem redundant UPS sebagai catu daya yang tidak terputus.

Di Gedung MPH (*Main Power House*) Bandara Sultan Hasanuddin Makassar, ada beberapa area yang terdapat kubikel tegangan menengah yaitu diruangan GCP (*Generator Control Panel*) dan diruangan MVMD (Medium Voltage Main Distribution Board). Kondisi saat ini untuk kontrol catu daya pada tiap rel kubikel tegangan hanya *backup* oleh satu unit UPS sehingga apabila UPS tersebut bermasalah, rusak atau mati maka kubikel tegangan menengah tidak dapat melakukan perintah *close* atau *open* secara otomatis pada saat perpindahan suplai dari PLN kegenset begitupun sebaliknya. Tidak beroperasinya perintah *close* dan *open* secara otomatis sangat mempengaruhi kinerja kubikel tegangan menengah sehingga teknisi listrik bandara harus mengoperasikannya secara manual. Pengoperasian secara manual berpengaruh pada ketersediaan catu daya listrik di Bandara sehingga menyebabkan kegiatan operasional di bandara akan terganggu termasuk kegiatan operasional penerbangan.

Pemasangan sistem UPS Redundant untuk menyuplai kontrol kubikel tegangan menengah sangat diperlukan sebagai media peralatan bantu dari dua sumber catu daya listrik UPS yang nantinya dikendalikan, sehingga peralatan (kubikel tegangan menengah) yang mendapat supply catu daya listrik dari UPS tidak terputus dan tetap bekerja sesuai fungsinya.

II. LANDASAN TEORI

A. *Uninterruptible Power Supply* (UPS)

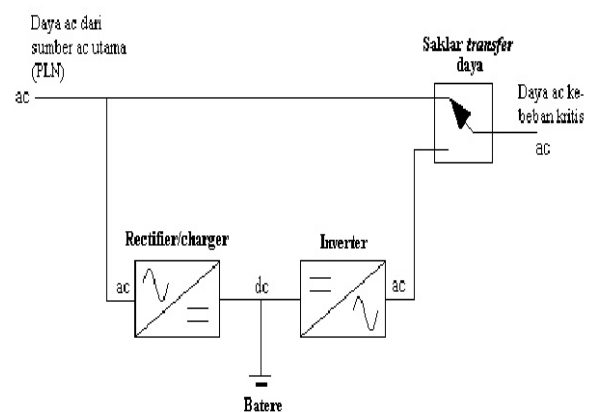
1. PENGERTIAN UPS

UPS singkatan dari *Uninterruptible Power Supply* atau Catu Daya Tak Terputus, yaitu suatu sistem yang dapat memberikan daya listrik ac yang memenuhi syarat, tanpa penundaan, untuk jangka waktu tertentu, bila

sumber daya ac utama menghilang atau tak layak memberikan daya sesuai kebutuhan.[1]

2. SUSUNAN UPS

UPS terdiri atas penyearah/pengisi baterai (*rectifier/battery charger*), baterai, *inverter* dan saklar transfer dayayang terangkai seperti blok diagram pada gambar dibawa. Seperti biasanya blok diagram berupa *single line diagram* atau diagram jalur tunggal. Arti diagram jalur tunggal adalah diagram yang dalam melukiskan rangkaian, kawat atau penghantar listriknya yang harusnya terdiri atas dua kawat atau lebih, hanya digambarkan dengan sebuah garis yang mewakili dua kawat atau lebih tersebut. [2]



Gbr. 1. Diagram jalur tunggal (*single line diagram*)

3. Pengoperasian Saklar

a. UPS Standby (UPS Offline)

1. Dalam keadaan normal (daya ac utama atau PLN ada dan layak), beban terhubung ke sumber ac utama *Rectifier/charger* mengisi baterai sampai penuh (secara otomatis berhenti mengisi bila baterai telah penuh, atau tetap mengisi dengan arus yang sangat kecil sekedar mengganti kebocoran arus pada baterai). *Inverter* dalam keadaan siaga (menghasilkan tegangan ac, tetapi belum terhubung ke beban), dan mendapat daya dc dari *rectifier/charger*. [3]
2. Dalam keadaan darurat (daya ac utama mati atau tidak layak) beban terhubung ke-*inverter*. *Inverter* mendapat daya dc dari baterai, hanya untuk jangka waktu tertentu, yaitu waktu otonomi UPS. Operasi UPS dalam keadaan darurat ini diikuti adanya bunyi alarm putus-putus. Setelah isi (tenaga listrik) baterai mendekati habis yang ditandai dengan tegangan baterai yang mendekati tagangan batas bawah, maka

alarm berubah menjadi alarm panjang (tidak terputus-putus).

3. Apabila tercapai keadaan ini, maka UPS harus dimatikan atau secara otomatis mati sendiri.

b. UPS Online

Cara operasi *UPS Online* apapun keadaannya, normal (daya ac utama atau PLN ada dan layak), atau keadaan darurat (daya ac utama mati atau tidak layak), beban selalu terhubung ke-inverter, kecuali bila terjadi beban lebih (arus beban melampaui batas kemampuan *inverter*). [4]

4. Inverter pada UPS

Inverter yaitu rangkaian elektronik yang berfungsi mengubah daya/tegangan dc menjadi daya/tegangan ac. Jenis *inverter* dapat dibagi berdasar bentuk gelombang tegangan ac yang dihasilkan, dan berdasar jumlah fase tegangan ac yang dihasilkan.[5]

B. Kubikel

Kubikel merupakan suatu perlengkapan atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung, dan pelindung serta membagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik. Kubikel istilah umum yang mencakup peralatan *switching* dan kombinasinya dengan peralatan kontrol, pengukuran, proteksi dan peralatan pengatur. Peralatan tersebut dirakit dan saling terkait dengan perlengkapan, selungkup dan penyangga. Sesuai IEC 298:1990 didespesifikasikan sebagai perlengkapan hubung bagi dan kontrol berselungkup logam rakitan pabrik untuk arus bolak-balik dengan tegangan pengenal diatas 1 kV sampai dengan dan termasuk 35 kV, untuk pasangan dalam dan pasangan luar, dan untuk frekuensi sampai 50 Hz. [6]

C. SEPAM

SEPAM (*System Electronic Protection Automatic Measurement*) merupakan jajaran *relay* proteksi yang didesain untuk mengamankan operasional dari suatu mesin dan jaringan distribusi tenaga listrik pada instalasi industri. SEPAM 1000+ adalah sebuah unit peralatan untuk pengukuran dan pengaman besaran listrik yang didesain untuk pengaman dan beroperasi pada frekuensi 50 Hz/60 Hz dan bisa juga digunakan untuk jaringan distribusi. [7]

D. Assesoris ACB/ SF6 CB

1. MN/UVR/UVT UNDER VOLTAGE RELEASE

Bila UVT diisi tegangan maka *coil* akan bekerja menarik *togle* mekaniknya, sehingga ACB/SF6 CB bisa bekerja secara Normal *Close (ON)/Open (OFF)* tanpa ada hambatan. Bila tegangan dilepas maka *togle* mekanik akan kembali norma melepas *togle* dan menekan/mengunci sistem mekanik pada ACB sehingga ACB/SF6 CB akan trip (bila posisi sebelumnya *ON*) atau akan mengunci sistem mekanik ACB/SF6 CB sehingga tidak bisa dioperasikan *ON/ OFF* baik secara Auto maupun Manual bila UVT terpasang. [8]

2. XF = CLOSING RELEASE

Bila diisi tegangan maka coil akan bekerja menekan/mendorong *togle* mekanik ACB/SF6 CB sehingga ACB/SF6 CB akan *Close/ON* (pemasangan paralel dengan tombol mekanik *ON*), Setelah ACB/ SF6 CB *ON/Close* maka *Closing Release coil* harus dilepas tegangannya agar *togle* kembali diposisi semula dan tidak mengunci sistem *OFF/Open*, ini biasa dilakukan dengan cara menginterlock salah satu kabel kontrol yang menuju ke koil melalui *Auxiliary contact* yang tersedia (NC) sehingga sewaktu ACB/SF6 CB sudah *Close/ ON*, sistem ke koil terputus dan XF tidak bekerja lagi. [9]

3. MX = SHUNT TRIP

Sistem kerja persis sama dengan XF, biasanya barangnya juga sama/ satu macam. Hanya sedikit perbedaannya adalah terletak pada fungsi dan letak pemasangannya. Fungsi MX adalah untuk membuka ACB/SF6 CB *Open*, pada saat diisi tegangan, koil akan mendorong *togle* mekanik yang menekan sistem mekanik *OFF* pada ACB/SF6 CB sehingga ACB/SF6 CB akan *OFF/ Open*.

Pemasangan biasanya paralel dengan tombol mekanik *OFF* pada ACB. Karena sistem kerja hanya sesaat maka *wiring cable* harus dilewatkan dulu melalui *Auxiliary Contact NO* (terbuka/*open contact* pada saat CB *OFF/Open* dan harus *contact* pada saat ACB pada posisi *ON/close*).

4. MCH GEAR MOTOR/MOTOR MECHANISM

Berupa sistem mekanik dan Motor yang berfungsi untuk menyiapkan spring mekanik dalam keadaan siap untuk dioperasikan *ON (Close)* atau *OFF (Open)*. Biasanya sudah dilengkapi dengan fasilitas pemutus tegangan bila kondisi motor sudah selesai tugasnya, maka motor tidak akan bekerja lagi. Fasilitas lain yang tersedia adalah biasanya motor ACB /SF6 CB setelah melakukan

reset/energize, maka motor akan berhenti sendiri, tetapi kadang-kadang dilengkapi dengan fasilitas tambahan NO, sehingga apabila motor selesai *energize* maka akan keluar tegangan pula (*Aux NO*) yang bisa dimanfaatkan lagi untuk *Closing/Open ACB /SF6 CB* melalui *XF/MX*.

E. Panel Kontrol Listrik

Panel listrik atau *Electrical Switchboard* adalah sebuah alat atau perangkat yang terdiri dari beberapa komponen listrik yang diatur disusun sedemikian rupa sehingga dapat memudahkan penggunaannya untuk mendistribusikan, menyalurkan, membagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik kekonsumen atau pemakai dan pengamanan, pemeriksaan, perawatan panel listrik.

Panel kontrol listrik adalah peralatan yang berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan beban listrik dibengkel listrik atau industri yang menggunakan motor listrik sebagai penggerakannya. Pada umumnya pengontrolan diindustri ada dua jenis yaitu jenis manual dan otomatis. [10]

F. Redundant

Redundant sistem adalah kemampuan suatu sistem untuk tetap berfungsi dengan normal walaupun terdapat elemen yang tidak berfungsi. Hal ini biasa dicapai dengan memiliki komponen back up yang berfungsi sama dengan element sistem. Jadi pengertian *Uninterruptible Power Supply Redundant* adalah kemampuan UPS untuk menjadi cadangan sekaligus menjadi pengganti ketika salah satu UPS bermasalah. [11]

G. Aplikasi Festo Fluidsim

Definisi Festo Fluidsim Festo Fluidsim merupakan sebuah software atau aplikasi yang berjalan pada operating sistem windows 7, windows 8 dan windows 10 yang memiliki fungsi untuk menggambar rangkaian serta dapat disimulasikan secara real time. Sebelum melaksanakan pemasangan komponen kontrol untuk motor listrik, hendaknya terlebih dahulu membuat gambar rangkaian kontrol dan rangkaian utama kemudian disimulasimenggunakan aplikasi Festo Fluidsim agar bisa diketahui apakah rangkaian tersebut bisa berjalan dengan baik dan benar atau tidak. [12]

III. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan dibandara Sultan Hasanuddin Makassar untuk mengevaluasi sistem UPS *Redundant* pada panel kubikel tegangan menengah dibutuhkan sejumlah alat dan bahan. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati dan meninjau secara langsung di *Main Power House* Bandara Sultan Hasanuddin Makassar maupun melalui diskusi dengan pihak teknisi listrik bandara. Pengamatan ini dilaksanakan dengan melakukan pengujian melalui *software Festo Fluidsim* dan diaplikasikan pada panel kontrol UPS redundant. Pengujian ini berguna untuk mengetahui keandalan dari kinerja peralatan UPS Redundant.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

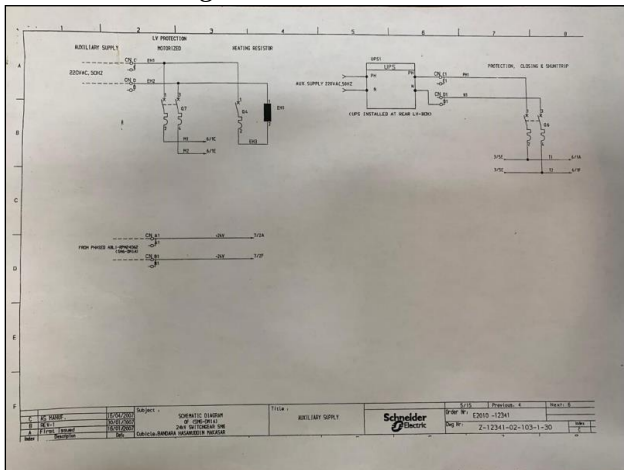
A. Perencanaan

Tujuan perencanaan ini untuk menyiapkan segala sesuatu yang diperlukan dalam mengaplikasikan gagasan yang akan dicapai berdasarkan penelitian dan teori pendukung dengan memperhatikan semua aspek yang berkaitan dengan perencanaan tersebut.

1. Kondisi Sekarang

Kondisi saat ini masing-masing rel kubikel yang terdapat diruangan MVMDB dan Ruangan GCP hanya dilayani oleh satu unit UPS. Bilamana UPS mati atau mengalami gangguan maka kontrol pada kubikel tidak mendapatkan suplai listrik sehingga menyebabkan kontrol mati dan kubikel tidak bisa melakukan perintah *close* dan *open* secara otomatis apabila terjadi perpindahan antara supply PLN ke genset begitupun sebaliknya. Ketika perintah otomatis mengalami kegagalan maka teknisi listrik harus mengoperasikan kubikel secara manual dengan menekan *push button close* dan *open* pada kubikel. Hal ini akan mempengaruhi ketersediaan catu daya listrik dibandara, karena kubikel dioperasikan secara manual satu persatu sehingga waktu untuk mensuplai beban-beban prioritas maupun non prioritas sangat lama dan dapat mengganggu kegiatan operasional dibandara termasuk operasional penerbangan.

2. Schematic Diagram UPS Saat Ini



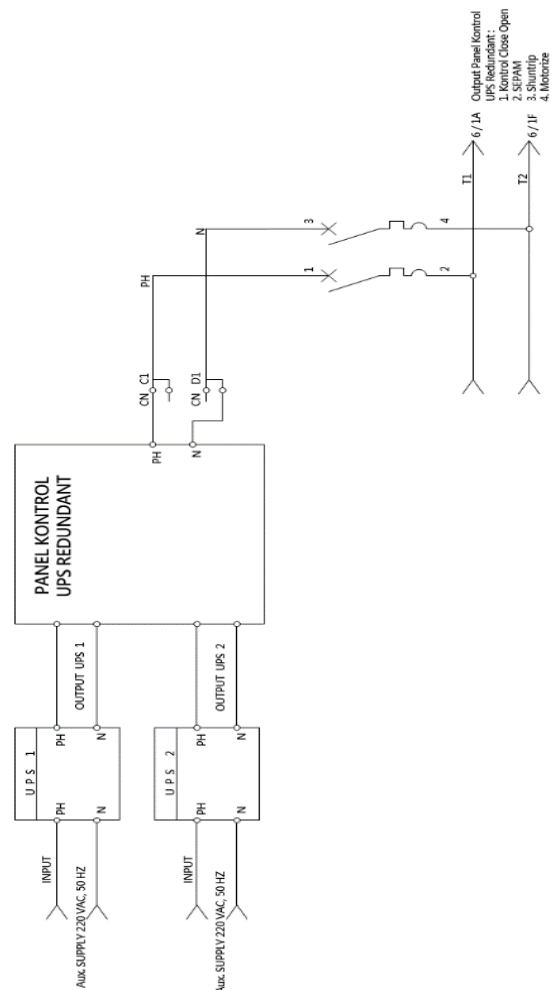
Gbr. 3. Schematic Diagram Auxiliary Supply Pada Kubikel

3. Kondisi Yang Diinginkan

Dengan menambah 1 unit UPS dan panel kontrol UPS Redundant pada masing-masing rel kubikel, sehingga setiap rel kubikel dilayani oleh dua unit UPS dan satu panel kontrol UPS Redundant. Panel kontrol UPS Redundant ini dilengkapi dengan SOP (*Standart Operasional Procedure*) sehingga memudahkan teknisi listrik yang sedang berdinam untuk melakukan pengoperasian panel kontrol UPS Redundant sesuai dengan SOP.

Pemasangan panel kontrol UPS Redundant pada kubikel berfungsi untuk mengontrol dua sumber catu daya listrik UPS dalam menyuplai kontrol pada kubikel.

Adapun cara kerja dari UPS Redundant sebagai sumber catu daya pada kontrol kubikel tegangan menengah yaitu bilamana terjadi kerusakan pada salah satu UPS maka UPS yang lainnya akan otomatis menggantikan suplai power dari UPS yang rusak. Sebagai sumber catu daya pada kontrol kubikel, UPS 1 sebagai *main supply* dan UPS 2 sebagai *back up supply*, dimana dalam kondisi normal UPS 1 yang menyuplai kontrol kubikel dan apabila UPS 1 mati atau bermasalah maka secara otomatis UPS 2 bekerja dan mengambil alih beban.



Gbr 4. Schematic Diagram UPS yang diinginkan

B. Blok Diagram Sistem

1. Blok Diagram Kondisi Saat Ini

Catu daya utama adalah sumber listrik PLN yang mensupply satu UPS saja, sehingga hanya 1 UPS saja yang berfungsi sebagai catu daya kontrol kubikel tegangan menengah. Apabila UPS mati maka pada saat terjadinya perpindahan suplai PLN ke genset atau sebaliknya kubikel harus *diclose* dan *open* secara manual.

2. Blok Diagram Kondisi yang di Inginkan

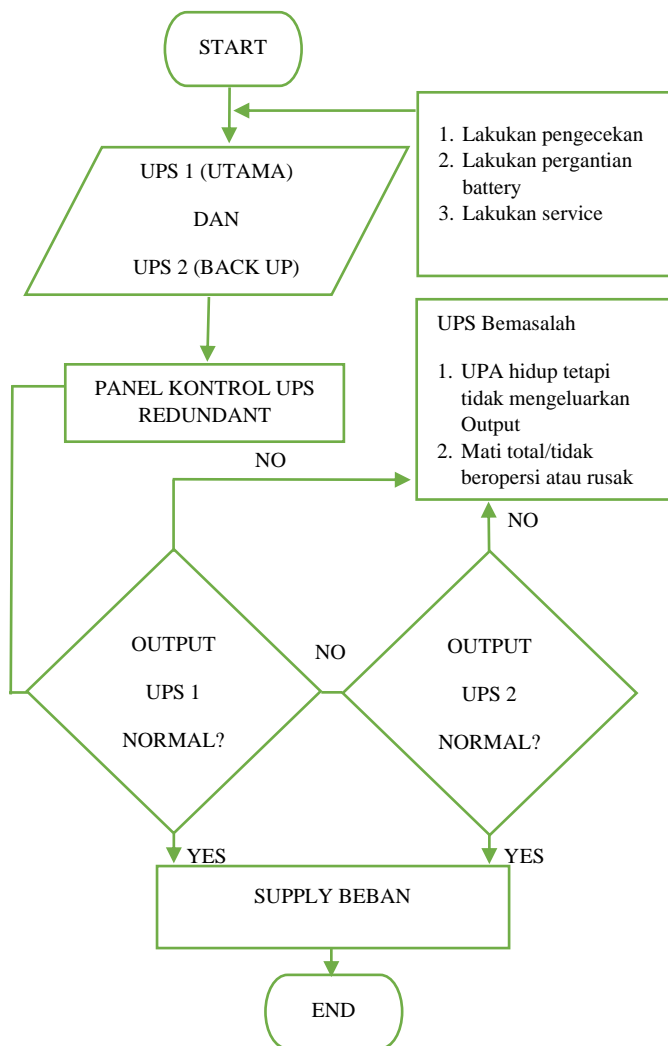
Catu daya utama adalah sumber listrik PLN yang merupakan input power dari dua UPS, yaitu UPS 1 (*Main Supply*) dan UPS 2 (*Back up Supply*) yang beroperasi secara bersamaan. *Output* pada UPS 1 dan UPS 2 saling *interlock* didalam panel kontrol UPS Redundant, sehingga hanya satu suplai saja dari UPS yang menjadi

catu daya kontrol kubikel yaitu UPS 1 sebagai *main supply*. Apabila UPS 1 bermasalah atau mati maka UPS 2 secara otomatis bekerja dan mengambil alih beban. Pemasangan panel kontrol UPS Redundant tersebut juga diberikan *switch* Auto –Manual.

Posisi auto: Pada posisi ini UPS 1 sebagai *main supply*, beroperasi secara otomatis dan langsung menyuplai beban. Apabila UPS 1 bermasalah atau mengalami kerusakan maka UPS 2 sebagai *back up supply* secara otomatis bekerja dan mengambil alih beban.

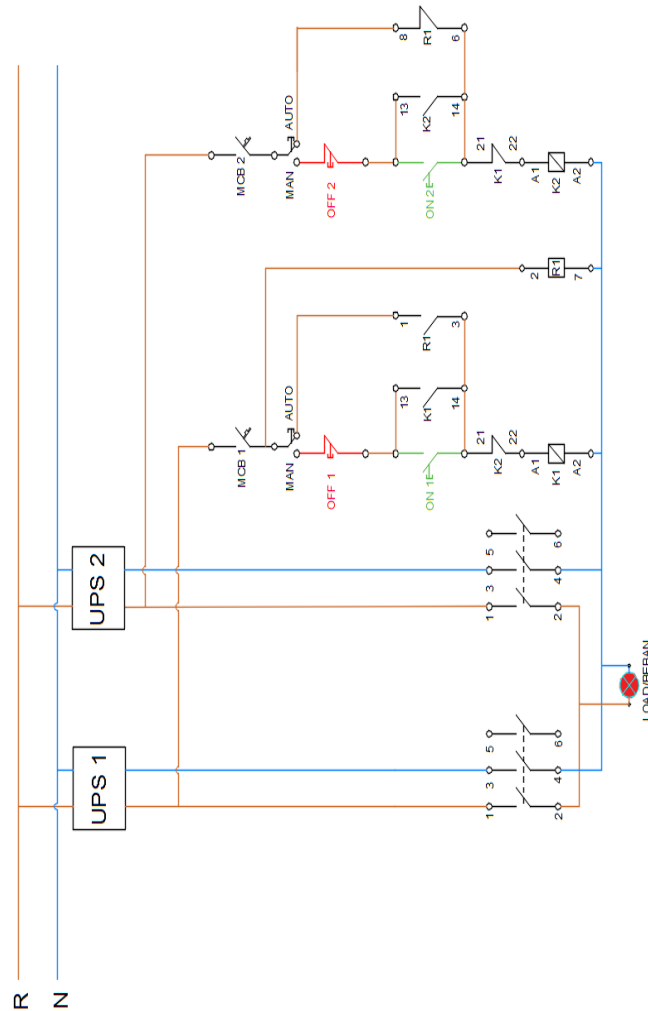
Posisi Manual: Pada posisi ini UPS dapat di pilih dan dioperasikan sesuai dengan keinginan teknisi, apakah menggunakan UPS 1 atau UPS 2.

3. Flow Chart UPS Redundant



Gbr 6. Flow Chart

UPS 1 berfungsi sebagai *main supply* dan UPS 2 sebagai *back up supply* dimana masing-masing *output* UPS menuju panel kontrol UPS



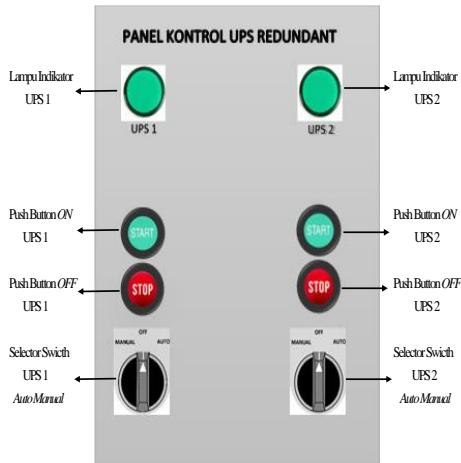
Redundant. Didalam panel UPS Redundant terdapat rangkaian kontrol yang berfungsi mengatur dua *output* UPS yang berbeda. Kedua *output* UPS ini saling mengunci (*interlock*) satu sama lain, sehingga dalam menyuplai beban hanya salah satu UPS yang bisa membebani yaitu UPS 1 sebagai *main supply*, sedangkan UPS 2 dalam kondisi *stand by*. Apabila pada UPS 1 terdapat indikasi gangguan, bermasalah, rusak atau mati, maka rangkaian kontrol pada panel kontrol UPS Redundant secara otomatis memberi perintah kepada UPS 2 untuk menggantikan kinerja dari UPS 1 dalam mengambil alih beban.

Jika *output* UPS 1 tidak normal atau bermasalah maka akan dilakukan pengecekan atau perbaikan maupun penggantian sesuai dengan tingkat kerusakan atau

permasalahan pada UPS tersebut, begitu juga dengan UPS 2 kalau bermasalah.

C. Desain Kontrol UPS Redundant

1. Rencana Bentuk Panel Kontrol UPS Redundant



Gbr 7. Bentuk Panel Kontrol UPS Redundant

2. Rangkaian Daya dan Rangkaian Kontrol

Gbr 8. Rangkain Daya dan Rangkaian Kontrol

Sesuai dengan standarisasi catu daya yang telah ditetapkan pada peraturan penerbangan internasional yang mengacu pada ICAO, Annex 10, Volume I, Part I, Attachment C dan Annex 14 chapter 8. Pada peraturan tersebut mengatur bahwa waktu perpindahan *power supply* utama dengan *power supply* cadangan membutuhkan waktu 15 detik, dimana dalam waktu 15 detik itu beban sudah mendapat suplai catu daya listrik.

Penerapan sistem UPS redundant diharapkan agar UPS 2 sebagai *back up supply* dapat mengambil alih beban dengan waktu dibawa 15 detik secara otomatis menggantikan kinerja UPS 1 sebagai *main supply* apabila bermasalah atau mengalami gangguan sehingga kubikel tegangan menengah tetap dapat melakukan perintah close dan open secara otomatis jika adanya perpindahan suplai dari PLN ke genset begitupun sebaliknya. Jadi dengan adanya UPS redundant ketersediaan catu daya listrik bisa terpenuhi sesuai dengan standarisasi peraturan penerbangan internasional yang telah ditetapkan. Pengujian sistem UPS redundant pada kubikel tegangan menengah dapat dilakukan melalui simulasi dengan menggunakan desain peralatan panel kontrol UPS redundant. Pada panel tersebut terdapat 2 MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) yang simulasikan sebagai UPS. MCB 1 sebagai UPS 1 dan MCB 2 sebagai UPS 2, MCB 1 terhubung ke kontaktor 1 dan MCB 2 terhubung ke kontaktor 2, dimana antara kontaktor 1 dan kontaktor 2 kinerjanya saling *interlock*. Adapun beban yang digunakan sebagai simulasi adalah lampu led pijar 5 watt. Catu daya incoming diambil dari 220 volt AC yang terhubung ke masing-masing MCB. Ketika kedua MCB dalam posisi *on*, maka kontaktor 1 bekerja dan suplai dari MCB 1 terhubung ke beban. Ketika MCB 1 di *off* kan (simulasi UPS 1 mati atau rusak), maka secara otomatis kontaktor 1 tidak bekerja dan suplai dari MCB 1 ke beban terputus, selanjutnya kontaktor 2 secara otomatis bekerja sehingga suplai dari MCB 2 atau UPS 2 terhubung ke beban. Melalui test simulasi dengan menggunakan desain panel kontrol UPS redundant hasilnya dapat dilihat bahwa proses perpindahan kinerja dari kontaktor 1 ke kontaktor 2 sangat cepat tidak sampai 1 detik sehingga tidak adanya jeda *off* atau mati pada beban. Kalau desain panel kontrol UPS redundant ini dihubungkan dengan kubikel maka dapat dipastikan sistem kerjanya sama dengan test simulasi sehingga keandalan sistem dengan menggunakan 2 UPS yang terhubung redundant jadi meningkat.

D. Penempatan UPS dan Panel Kontrol UPS Redundant

Penempatan peralatan UPS dan panel kontrol UPS redundant pada lokasi yang tepat sangat menunjang keandalan peralatan maupun teknisi dalam melakukan kegiatan instalasi, pengoperasian maupun pemeliharaan rutin. Untuk itu hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- a. Meletakkan UPS dan panel kontrol UPS Redundant pada tempat yang terlindung dan aman (bebas dari debu maupun percikan air serta memiliki sirkulasi udara yang memadai).
- b. Lubang ventilasi UPS jangan tertutup dan beri jarak minimal 10 cm dari dinding atau peralatan lainnya.
- c. Panel kontrol UPS Redundant ditempatkan pada tempat yang terlihat dan mudah dijangkau oleh teknisi listrik.
- d. Tiap UPS memerlukan pengkabelan yang standar untuk menghubungkan UPS ini dengan sumber daya listrik maupun dengan panel kontrol UPS Redundant.
- e. SOP, buku sejarah peralatan dan *wiring diagram* perlu diletakkan didekat peralatan tersebut.
- f. Jauhkan peralatan UPS maupun panel kontrol UPS redundant dari bahan-bahan yang berbahaya (mudah terbakar).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dalam pembuatan kontrol UPS Redundant pada bandar udara Sultan Hasanuddin dapat kita simpulkan bahwa :

1. Dalam meminimalisir kegagalan catu daya listrik pada sistem operasi kubikel tegangan menengah di Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar, dibutuhkan tambahan 1 unit UPS sebagai pemback up UPS utama.
2. Dalam penerapan UPS Redundant pada kontrol kubikel bertujuan untuk mengantisipasi kegagalan apabila UPS utama mengalami kerusakan maka UPS pemback up akan mengambil alih beban secara otomatis dan meningkatkan responstime pada sisi kelistrikannya. Serta memahami SOP Pemeliharaan yang dilakukan pada UPS untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan dalam melakukan kegiatan pemeliharaan atau pengoperasian dengan benar.

B. Saran

1. Penulis berharap agar Bandara Sultan Hasanuddin Makassar dapat menerapkan sistem UPS Redundant pada panel kubikel tegangan menengah agar mengurangi resiko terjadinya kegagalan pada *supply* catu daya listrik di bandara.
2. Agar sistem UPS Redundant lebih andal sebaiknya *power incoming* UPS di ambil dari 2 (dua) sumber yang berbeda dengan dilengkapi kontrol *interlock*, sehingga apabila salah satu sumber bermasalah maka

sumber yang lain akan mensuplai UPS secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aamir, Muhammad, Kafeel Ahmed Kalwar, and Saad Mekhilef. "Uninterruptible power supply (UPS) system." *Renewable and sustainable energy reviews* 58 (2016): 1395-1410.
- [2] Warjono, Sulisty, and Suryono Suryono. "RANCANG BANGUN UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS) 1300 VA." *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial* 11.3 (2015).
- [3] Park, Jae-Kyu, et al. "High-performance transformerless online UPS." *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 55.8 (2008): 2943-2953.
- [4] Bukhari, Syed Sabir Hussain, Shahid Atiq, and Byung-il Kwon. "Elimination of the inrush current phenomenon associated with single-phase offline UPS systems." *Energies* 9.2 (2016): 96.
- [5] Ferdiansyah, Indra, et al. "Desain SPWM Single Phase Full Bridge Inverter pada Sistem Uninterruptible Power Supply 500W." *Jurnal Arus Elektro Indonesia* 7.1 (2021): 10-16.
- [6] Lestari, Nina, Hadi Suwanto, and Rudy Gunawan. "Sistem Pemantauan Kubikel Tegangan Menengah Berbasis Internet of Things." *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika* 5.1 (2020): 37-42.
- [7] Nuristianah, Nuristianah, and Novi Gusti Pahiyanti. *ANALISA PROTEKSI RELAI SEPAM S40 DAN MICOM P123 MELALUI PENGUJIAN OVER CURRENT RELAY (OCR)*. Diss. Sekolah Tinggi Teknik PLN, 2018.
- [8] Taruno, Djoko Laras Budiyo. *Instalasi Listrik Industri*. UNY Press.
- [9] Parise, Giuseppe, et al. "Architecture of electrical installations: The node double two." *2008 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*. IEEE, 2008.
- [10] Wisnawa, I. Made Agus Iwan, Ayu Manik Dirgayusari, and I. Gede Made Yudi Antara. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Panel Listrik dan Kontrol Listrik Kos Berbasis IoT." *Jurnal Krisnadana* 2.1 (2022): 211-221.
- [11] Elad, Michael. *Sparse and redundant representations: from theory to applications in signal and image processing*. Vol. 2. No. 1. New York: springer, 2010.
- [12] Arsyad, A. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada