



## RANCANGAN SISTEM CATU DAYA LISTRIK UNTUK IRADIATOR GAMMA ISG - 500

Harno Garnito, Enggar, Harjani, Ari Satmoko, Sutomo Budiharjo

PRPN – BATAN, Kawasan Puspiptek, Gedung 71, Lt. 2, Serpong, Tangerang, Banten, 15310,  
Telp. (021) 7560896, Faks. (021) 7560928.

### ABSTRAK.

*RANCANGAN SISTEM CATU DAYA LISTRIK UNTUK IRADIATOR GAMMA ISG - 500. Keandalan sistem penyedia listrik di Iradiator gamma mutlak dibutuhkan selama daur hidupnya. Energi listrik digunakan sebagai unsur penunjang utama pengoperasian Iradiator tersebut baik untuk sistem mekanik, penerangan, maupun untuk sistem instrumentasi dan kendali. Keandalan sistem penyedia energi listrik di Iradiator gamma dapat dicapai dengan memperhatikan keselamatan, kesederhanaan operasi, kemudahan perawatan dan kemungkinan pengembangan yang akan datang. Jaringan distribusi yang paling umum digunakan adalah jaringan distribusi sistem Radial, sebab sederhana dan sesuai dengan kriteria yang dituntut oleh suatu sistem distribusi. Selain sistem jaringan, untuk mendapatkan keandalan sistem catu daya listrik adalah dengan pemilihan peralatan/material yang memenuhi standar, serta pemasangan yang memberikan kemudahan untuk perawatan dan perbaikan.*

*Kata kunci: tenaga listrik, keselamatan, kesederhanaan operasi, kemudahan perawatan*

### ABSTRACT.

*A DESIGN OF ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEM FOR GAMMA IRRADIATOR ISG-500. Reliability of electrical power system in Irradiator system is absolutely necessary during the life cycle. Electrical energy is used as the main supporting element for both Irradiator operation of mechanical system, lighting, as well as for instrumentation and control systems. The reliability of electrical power system in the system can be achieved by paying attention Irradiator safety, simplicity of operation, ease of maintenance and possible future development. Distribution network of the most commonly used is the Radial network system, for the simple and in accordance with the criteria demanded by a distribution system. In addition to the network system, to get the reliability of electric power supply system is the selection of equipment/materials that meet the standards, and the installation of which provide facilities for maintenance and repairs.*

*Keywords: electrical power, safety, simplicity of operation, ease of maintenance.*

### 1. PENDAHULUAN

Permasalahan yang berkaitan dengan mutu pasokan tenaga listrik mulai menjadi perhatian pemasok tenaga listrik dan konsumennya setelah beban listrik berupa peralatan elektronik dan motor pengendali yang peka terhadap perubahan mutu listrik mulai tersambung pada instalasi sistem tenaga listrik<sup>(1)</sup>. Dalam dunia industri, kontinuitas pasokan menjadi prioritas utama, karena terhentinya pasokan tenaga listrik berarti pula berhentinya operasi industri yang berakibat hilangnya nilai rupiah.

Dalam sistem catu daya listrik harus diperhatikan mengenai penggunaan jenis penghantar, sistem penyalurannya, maupun proteksi atau pengamanannya. Hal ini dikarenakan proses tersebut berhubungan langsung dengan pengaturan pemetaan beban.



Perancangan konstruksi sistem catu daya listrik yang baik akan menghasilkan instalasi listrik yang efektif dan efisien. Masalah yang dihadapi sistem catu daya listrik adalah bagaimana menyalurkan daya, baik kuantitas maupun kualitasnya dengan baik pada saat tertentu maupun masa yang akan datang.

Dalam merancang sistem catu daya listrik, beberapa hal yang mempengaruhi desain secara keseluruhan harus dipertimbangkan, yang meliputi sebagai berikut<sup>(9)</sup> :

- a. Keselamatan.  
Sistem listrik harus didesain untuk menjamin keselamatan personel dan peralatan operasional selama operasi, perawatan, dan perbaikan.
- b. Keandalan.  
Kelangsungan pasokan tenaga listrik diperlukan untuk operasi terus-menerus. Sistem kelistrikan sebaiknya dirancang sedemikian rupa sehingga gangguan dapat dipisahkan, sehingga memberikan keandalan yang maksimum sesuai dengan yang diinginkan.
- c. Kesederhanaan operasi.  
Kesederhanaan operasi merupakan faktor utama dalam kaitannya dengan operasi yang aman dan handal.
- d. Perawatan.  
Sistem catu daya listrik yang didesain dengan baik, dengan pemilihan peralatan yang tepat, dapat mengurangi perawatan tak terduga. Dalam merancang sistem, kasus dalam perawatan dan perbaikan harus diperhitungkan dengan cermat.  
Sejalan dengan kemajuan teknologi, peralatan listrik mengalami modernisasi dan otomatisasi. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan keandalan dalam proses penyaluran tenaga listrik. Melihat bentuk bangunan dan sistem operasi dari Irradiator Gamma ISG - 500, maka dapat diidentifikasi permasalahannya sebagai berikut :
  - a. Bagaimana karakteristik beban yang dibutuhkan.
  - b. Bagaimana memberikan catu daya listrik yang handal.

## 2. TEORI

Perancangan sistem catu daya listrik harus memenuhi syarat keamanan, keandalan, ekonomis, estetik, dan kenyamanan. Dalam pemasangan peralatan dan perlengkapan sistem catu daya listrik harus didasarkan pada ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam PUIL 2000 dan peraturan-peraturan lain yang berlaku, sehingga jaringan tersebut aman untuk digunakan sesuai dengan maksud dan tujuan penggunaannya, mudah dioperasikan dan dipelihara. Istilah keandalan menggambarkan sistem penghindaran dari gangguan-gangguan yang menyebabkan sebagian besar pemadaman sistem catu daya listrik akibat alam (petir, pohon, binatang, dll) maupun peralatan/material yang kurang baik<sup>(9)</sup>. Untuk menjamin keamanan dan keandalan dari suatu sistem catu daya listrik, diperlukan sistem proteksi yang memadai. Sistem proteksi adalah sistem pengamanan terhadap peralatan tenaga dari kondisi operasi abnormal. Kondisi abnormal tersebut antara lain<sup>(9)</sup> :

- a. Frekuensi sistem tidak stabil.
- b. Beban lebih.
- c. Tegangan lebih atau kurang.
- d. Hubung singkat.

Adapun tujuan dari proteksi terhadap suatu sistem catu daya listrik adalah<sup>(9)</sup> :

- a. Untuk mengamankan manusia terutama terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.
- b. Untuk menghindari atau mengurangi kerusakan peralatan listrik akibat adanya gangguan.
- c. Untuk mempercepat lokalisasi zone atau daerah yang terganggu menjadi sekecil mungkin.

Dalam perancangan sistem catu daya listrik tidak hanya memperhitungkan kemampuan pasokan energi listrik, baik untuk memenuhi kebutuhan mula maupun memperhitungkan pertumbuhan beban selanjutnya. Mengingat bila sistem mendapat gangguan, penyaluran tenaga listrik akan terganggu. Oleh karena itu setiap perancangan sistem catu daya listrik harus dapat memperkirakan peralatan proteksi untuk mencegah



adanya gangguan sedini mungkin dan melokalisir daerah yang terganggu menjadi sekecil mungkin. Dengan konfigurasi jaringan dan sistem proteksi yang baik diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan keamanan dari sistem tenaga listrik tersebut.

Penyebab terjadinya gangguan pada sistem catu daya listrik dapat berasal dari dalam maupun luar sistem jaringan. Gangguan yang berasal dari dalam terutama disebabkan oleh perubahan sifat ketahanan yang ada, misalnya isolator yang retak atau aus karena faktor umur, sedangkan gangguan dari luar biasanya berupa sambaran petir, binatang, pohon, hujan, dan sebagainya. Di antara bermacam-macam gangguan, paling banyak adalah gangguan hubung singkat yang dapat menimbulkan kerusakan pada rangkaian listrik, peralatan proteksi, transformator, dan sebagainya. Sambaran petir mengandung tegangan dan arus yang sangat tinggi sehingga dapat menembus kekuatan dielektrik isolator. Pada keadaan ini menurunnya tahanan isolasi menyebabkan arus kecil mengalir yang akan mempercepat ionisasi, sehingga arus semakin besar, yang dapat menimbulkan loncatan api.

Bila terjadi suatu keadaan abnormal pada suatu sistem jaringan listrik, maka diperlukan kerja untuk mengisolir keadaan abnormal tersebut secara sesaat. Kerja ini harus cepat dan tepat, sehingga tidak merusak atau mengganggu sistem lainnya.

Arus yang melebihi batas kemampuan penghantar dapat menyebabkan kerusakan pada instalasi. Sistem proteksi harus memutuskan aliran apabila arus yang mengalir melebihi batas kemampuan penghantar. Apabila aliran tidak diputus dan gejala ini terjadi cukup lama, maka kerusakan pada instalasi tidak dapat dihindari dan kemungkinan terjadi kebakaran. Arus yang besar ini dapat disebabkan oleh :

- a. Pembebanan yang berlebihan.
- b. Hubungan pendek antar penghantar.
- c. Bunga api yang timbul karena kontak yang kurang baik.
- d. Tahanan isolasi antar saluran atau antara saluran dengan tanah yang rendah.

Bahaya singgung adalah adanya arus yang mengalir melalui tubuh manusia. Untuk mengamankannya dapat dilakukan dengan cara :

- a. Menghubungkan bagian-bagian yang terbuat dari logam ke tanah.
- b. Memberi isolasi yang baik pada penghantar-penghantar.
- c. Memberi sekat pada lantai di sekitar alat-alat (mesin) yang dipasang, misalnya dengan alas karet.

Dalam suatu instalasi tenaga ada bagian-bagian yang harus ditanahkan agar sistem secara keseluruhan dapat bekerja dengan aman dan tidak menimbulkan bahaya karena tegangan listrik. Pentanahan yang digunakan pada sistem tenaga listrik dapat dibedakan atas dua macam, yaitu pentanahan dari sistem dan pentanahan peralatan<sup>(6)</sup>. Pentanahan sistem dilakukan dengan menghubungkan ke tanah salah satu penghantar dari sistem catu daya atau lebih dikenal Pentanahan Titik Netral. Pentanahan peralatan cenderung digunakan untuk menjamin keselamatan personel yang bekerja di dekat peralatan yang bertegangan, yaitu dengan menghubungkan ke tanah dari bagian-bagian peralatan logam yang tidak dialiri arus listrik dari sistem atau alat-alat yang berhubungan dengan sistem tersebut, misalnya saluran-saluran logam, rangka motor, rangka transformator, Tujuan utama dari pentanahan peralatan adalah :

- a. Memberi jaminan keselamatan kerja bagi operator ataupun orang lain yang berada di sekitar peralatan tersebut.
- b. Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dialiri arus listrik terhadap bumi pada batas tegangan yang aman pada segala keadaan.
- c. Sebagai saluran kembali dengan impedansi yang rendah untuk arus gangguan ke tanah.

Keandalan adalah penampilan unjuk kerja suatu peralatan atau sistem sesuai dengan fungsinya dalam periode waktu dan kondisi operasi tertentu.

### 3. TATAKERJA RANCANGAN

Perancangan sistem catu daya listrik untuk Iradiator Gamma ISG - 500 didasarkan pada dokumen Rancang Bangun Disain Dasar Iradiator Gamma Batan 2 x 250 kCi untuk



Pengawetan Hasil Pertanian, No. BATAN-RPN-I-2009-01-036. Dari dokumen tersebut dapat diketahui :

- a. Bentuk bangunan dan pembagian ruangan Iradiator.
- b. Sistem pengoperasian Iradiator.
- c. Peralatan penunjang pengoperasian Iradiator yang memerlukan catu daya listrik.

Berhubung data-data yang akurat tentang kebutuhan daya belum ada, maka rancangan ini baru pada tahap menyajikan sistem distribusi tenaga listriknya dan persyaratan pemasangan instalasinya.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Catu daya listrik untuk Iradiator Gamma ISG 500 adalah dari PLN pada 220/380 V, 50 Hz, 3 fasa, 4 kawat, dengan sistem distribusi Radial<sup>(2)</sup>, yaitu hanya terdapat satu titik sumber, dan titik-titik lain merupakan beban. Pasokan (*input*) dari PLN masuk ke MDP (*Main Distribution Panel*), yang selanjutnya dibagi ke beberapa SDP (*Sub Distribution Panel*) sesuai dengan jumlah ruangan yang ada, yaitu :

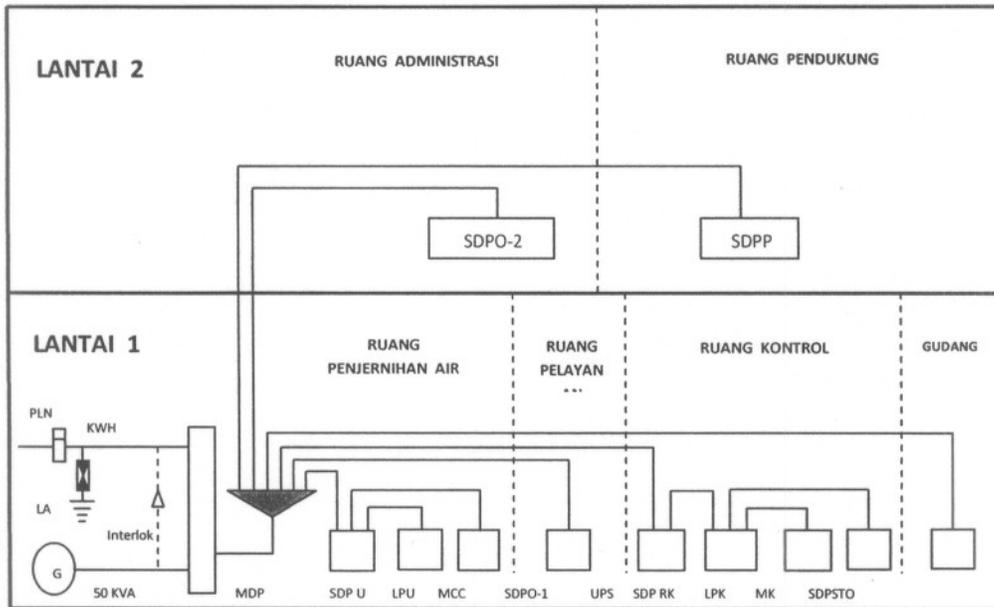
- a. Ruang pompa dan penjernihan air (utilitas), SDP U
- b. Ruang pelayanan, SDP O-1.
- c. Ruang kontrol, SDP RK.
- d. Ruang kantor dan administrasi, SDP O-2
- e. Ruang pendukung dan area bongkar muat, SDP P.
- f. Ruang pergudangan, SDP STO.

Tujuan dari pembagian dalam beberapa panel adalah :

- a. Memudahkan dalam perawatan maupun perbaikan.
- b. Memudahkan dalam melokalisir gangguan, sehingga daerah yang terkena pemadaman dapat diminimalisir.

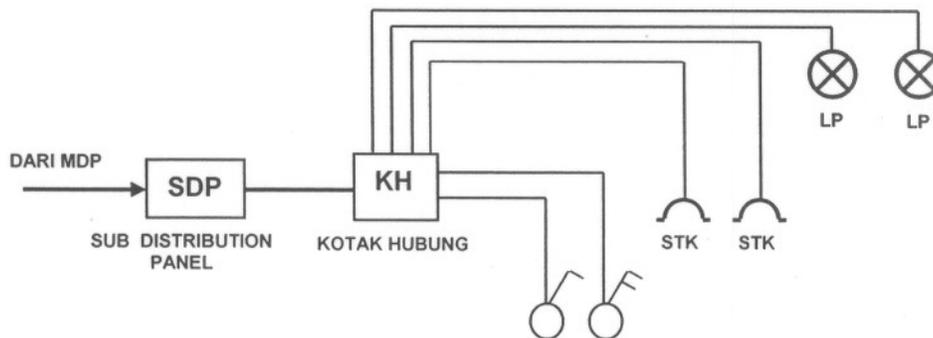
Pada kabel masuk (*input*) maupun keluar di MDP dan SDP diberi peralatan proteksi yang sesuai dengan ukuran masing-masing kabel.

Motor-motor listrik untuk air bebas mineral dan sirkulasi udara dapat dioperasikan secara manual dan otomatis. Pengoperasian secara manual bisa dari lokal dan dari ruang kontrol. Pengoperasian dari lokal melalui panel MCC yang berada di ruang pompa. Sedangkan pengoperasian dari ruang kontrol yaitu melalui tombol-tombol yang ada di konsul. Pengoperasian secara otomatis dengan sensor-sensor yang akan memberi perintah *start/stop*. Motor untuk *overhead travelling crane* hanya dapat dioperasikan secara lokal, yaitu di ruang pendukung, sedangkan dari ruang kontrol melalui konsul. Catu daya untuk penerangan dan *receptacle* adalah dari SDP yang ada di masing-masing ruangan. Di ruang iradiasi tidak dipasang *receptacle* maupun lampu penerangan, karena peralatan listrik mudah rusak bila terkena radiasi. Di ruang kontrol, selain untuk mengoperasikan Iradiator, juga untuk monitor sistem keselamatan, sehingga catu daya listriknya tidak boleh terhenti, maka diperlukan UPS (*Uninterruptable Power Supply*). Untuk menjamin kontinuitas pasokan listrik secara keseluruhan, diperlukan genset yang akan beroperasi secara otomatis. Pemindahan beban dari PLN ke genset dilakukan secara otomatis oleh pemutus arus yang digerakkan oleh motor. Genset secara otomatis akan melepaskan beban, ketika pasokan listrik dari PLN normal kembali, dan akhirnya genset berhenti beroperasi. Untuk melindungi instalasi dan peralatan dari gangguan petir yang merambat melalui jaringan PLN, maka pada titik masuk dari PLN dipasang *lightning arrester* (LA). LA akan menyalurkan muatan listrik dari petir ke bumi, sehingga instalasi berikut peralatan tidak mendapat lonjakan tegangan yang besar. Untuk memberi jaminan keselamatan kerja bagi operator ataupun orang lain yang berada di sekitar peralatan listrik, semua bagian logam dari peralatan listrik yang tidak bertegangan harus ditanahkan. Diagram kotak (*block diagram*) jaringan distribusi catu daya listrik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram kotak (block diagram) system catu daya listrik untuk Iradiator Gamma ISG 500

Selain dengan perancangan konfigurasi dan pemasangan perlengkapan proteksi, untuk mendapatkan sistem catu daya listrik yang handal adalah dengan pemilihan peralatan/material dan pemasangan yang baik.. Peralatan dan material yang digunakan harus memenuhi standar yang ditetapkan, telah teruji di berbagai instalasi industri, dan mudah diperoleh di pasaran. Pemasangan kabel harus melalui rak kabel (*cable tray*) atau pipa. Kabel harus memanjang tanpa sambungan sampai penghentian akhir. Penyambungan disentralisir di kotak hubung (*junction box*). Skema cara penyambungan kabel pada kotak hubung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema cara penyambungan kabel pada kotak hubung (*junction box*)

## 5. KESIMPULAN

1. Sistem distribusi Radial adalah sistem yang sesuai untuk Iradiator Gamma 2 x 250 kCi ISG-500, karena hanya ada 1 sumber, yaitu dari jaringan PLN.
2. Sistem penyambungan kabel yang tersentralisir akan memudahkan dalam perawatan dan perbaikan, tetapi dengan konskuensi pemakaian kabel menjadi lebih panjang.



---

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. DJOKO SUSANTO, BAMBANG HERMAWANTO, Evaluasi Mutu Listrik pada Sistem Kelistrikan Jawa Bali (Seminar Nasional Ketiga Teknik Tenaga Listrik, Kampus ITB, 1 – 4 Februari 1993), Institut Teknologi Bandung (1993) 600.04.
2. YUSRA S, NURHIDAYAT, WIKE HANDINI, Analisa Aliran Daya Jaringan Distribusi Radial dengan Metode Teknik Topologi (Seminar Nasional Ketiga Teknik Tenaga Listrik, Kampus ITB, 1 – 4 Februari 1993), Institut Teknologi Bandung (1993) 604.04.
3. SURYAWAN ADI WIBOWO, Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, (2007)
4. ANONYMOUS, Rancang Bangun Disain Dasar Iradiator Gamma Batan 2 x 250 kCi untuk Pengawetan Hasil Pertanian, No. BATAN-RPN-I-2009-01-036, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir.
5. ANONYMOUS, Basic Engineering Design Package (BEDP) of RPI-10, Chapter 9, IDENT NO. E/9.6.2/1.01 Rev. 1, Badan Tenaga Atom Nasional, Yayasan Nuklindo Abdi Nusa.
6. ANONYMOUS, BATAN, Proyek Penelitian dan Pengembangan Teknologi Nuklir/RPSG Serpong, Sub Proyek Instalasi Radioisotop (RII), Paket Pekerjaan Mekanikal, Elektrikal dan Gedung MES, Spesifikasi Teknis, 16100