

RANCANGAN BUS BAR PERANGKAT HUBUNG BAGI (PHB) LISTRIK BANGUNAN IRADIATOR GAMMA KAPASITAS 200 kCi-PRFN.

Tukiman, Edy Karyanta

Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir- BATAN

Gedung 71, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan, 15310

ABSTRAK

RANCANGAN BUS BAR PERANGKAT HUBUNG BAGI LISTRIK BANGUNAN IRADIATOR GAMMA KAPASITAS 200 kCi-PRFN. Telah dilakukan rancangan perangkat hubung-bagi listrik bangunan iradiator gamma kapasitas 200 kCi. Perangkat hubung-bagi menurut definisi PUIL 2000 adalah suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkit. Kebutuhan daya listrik instalasi iradiator adalah 450 kVA, yang terbagi menjadi gedung utama dan gedung perkantoran. Terdapat 20 perangkat panel hubung-bagi dengan pemasangan tetap, konstruksi panel hubung-bagi berbentuk lemari dan kotak atau box dengan persyaratan proteksi untuk selengkapunya adalah IP 45 dan IP 54. Rel tembaga atau busbar yang digunakan adalah ukuran 15 mm x 2 mm x 4 m sebanyak 12 batang, 15 mm x 3 mm x 4 m sebanyak 7 batang dan 25 mm x 3 mm x 4 m sebanyak 1 batang. Kelengkapan perangkat hubung-bagi yang lainnya adalah : Saklar NFB, MCCB, MCB, Rangkaian control, trafo arus, lampu tanda dan pentanahan.

Kata kunci : Perangkat hubung-bagi, busbar, bangunan iradiator gamma

ABSTRACT

A DESIGN BUS BAR OF POWER DISTRIBUTION FOR THE PRFN 200 kC GAMMA IRADIATOR FACILITY. This paper aims to design the power distribution in the gamma irradiation facility. Power distribution according to PUIL 2000 is an equipment for controlling and distributing the electric power and/or controlling and protecting the circuits. The gamma irradiation facility needs 450 kVA, which are distributed to the main and office building. There are 20 power distribution circuits in the facility, which are built in and in the form of console or box control panel. The safety requirements for the lid are IP 45 and IP 54. The equipment use busbars with 15 mm x 2 mm x 4 m, 15 mm x 3 mm x 4 m, and 25 mm x 3 mm x 4 m in sizes. The power distributions have to be equipped with NFB switch, MCCB, MCB, control circuit, transformer, light indicator and grounding.

Keywords : busbars, gamma irradiation facility power distribution.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris yang terletak di daerah khatulistiwa. Namun dengan kondisi musim yang ada yaitu musim hujan dan musim kemarau, mengakibatkan pola tanam yang harus mengikuti musim. Misalnya : tanaman cabai, bawang merah, bawang putih, dan buah-buahan cocok ditanam pada musim kemarau. Akibatnya pada musim panen akan berlimpah dan musim tertentu sebaliknya. Sehingga stok tidak bisa dipertahankan secara kontinyu, yang mengakibatkan kelangkaan beberapa jenis sayuran atau buah-buahan, dan harganya akan mahal.

Untuk mengatasi kelangkaan agar stok pangan dapat dipertahankan secara kontinyu, maka bahan makanan, buah-buahan tersebut harus diawetkan. Salah satunya dengan teknologi iradiasi pangan. Iradiasi pangan adalah proses memperlakukan bahan makanan dengan dosis tertentu dengan radiasi pengion. Hal ini akan memperlambat atau

menghentikan pembusukan, memperlambat tindakan enzim atau mematikan mikroorganisme, dan juga dapat menonaktifkan organisme patogen bawaan makanan. Aplikasi lebih lanjut termasuk penghambatan pentunasan, penundaan pematangan^[1]. Untuk membantu proses iradiasi bahan pangan, Batan sekarang ini sedang mengembangkan iradiator gamma dengan kapasitas 200 kCi.

Bangunan iradiator terdiri dari gedung utama dan gedung perkantoran, dengan jumlah pasokan daya listrik dari PLN sebesar 450 kVA. Sebelum pasokan daya listrik sampai ke beban terlebih dahulu harus melalui perangkat hubung-bagi (PHB). Perangkat hubung-bagi merupakan bagian dari suatu sistem suplai. Sistem suplai pada umumnya terdiri dari sumber pembangkit dalam hal ini pasokan daya bisa dari PLN atau generator, yang disalurkan dengan penghantar atau transmisi dan transformator *stepdown* sebagai peralatan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik ke beban. Pada Instalasi listrik iradiator terdapat 20 pembagian daya untuk mensuplai beban, baik beban 3 fasa maupun beban 1 fasa. Makalah ini, membatasi pada perancangan perangkat hubung-bagi (PHB) terutama pada bagian rancangan *busbar* dari panel yang akan digunakan untuk distribusi daya listrik iradiator.

2. TEORI DAN TATA KERJA^[2].

Perangkat hubung-bagi menurut definisi PUIL, adalah suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat tenaga listrik. Adapun bentuknya dapat berupa box, panel, atau lemari^[2]. Perangkat hubung-bagi merupakan bagian dari suatu sistem suplai. Sistem suplai pada umumnya terdiri atas jaringan PLN atau pembangkit listrik (generator), transmisi (penghantar), transformator penurun tegangan. Sebelum tenaga listrik sampai ke beban, seperti motor, pemanas, lampu penerangan, AC dan lain-lain, harus melalui PHB terlebih dahulu. Di dalam memilih PHB yang akan dipakai dalam instalasi iradiator, terdapat empat factor yang dapat dipakai sebagai kriteria dalam pemilihan, diantaranya adalah: arus, proteksi dan instalasi, pemasangan komponen PHB, dan aplikasi. Kapasitas PHB yang dipakai untuk melayani sejumlah beban yang sudah diperhitungkan harus mempertimbangkan besarnya arus yang akan mengalir pada instalasi listrik, diantaranya adalah: rating arus rel, rating arus saluran masuk, rating arus saluran keluar dan rating kemampuan rel dalam menahan arus hubungan singkat.

Di dalam memilih PHB perlu dipertimbangkan pula kriteria pengaman dan pemasangannya yaitu antara lain, tingkat pengamanan, metode instalasinya, peralatan ukur untuk proteksi dan bahan selengkapunya. Sedangkan terkait dengan pemasangan komponen PHB terdapat beberapa macam pemasangan, yaitu pemasangan tetap, pemasangan yang dapat dipindah-pindah dan pemasangan sistem laci. Bentuk dan konstruksi PHB yang ada dipasaran sangat banyak, sehingga sulit untuk membedakan PHB jika dilihat dari bentuk fisiknya saja. Untuk membedakan PHB yang jenisnya sangat bervariasi tersebut, maka akan lebih tepat jika ditinjau dari aplikasinya.

Berikut adalah contoh dari beberapa pemakaian PHB yang umum ditemui di lapangan, diantaranya adalah: PHB untuk penerangan dan daya, PHB untuk unit konsumen, PHB untuk distribusi sistem saluran penghantar, PHB untuk perbaikan faktor daya, PHB untuk distribusi di Industri, PHB untuk distribusi motor-motor, PHB utama, PHB untuk distribusi, PHB untuk sub distribusi dan PHB untuk sistem control.

2.1 Bentuk Konstruksi PHB

Panel Hubung-Bagi jika ditinjau dari segi bentuk konstruksinya, dapat dibedakan sebagai berikut, konstruksi terbuka, konstruksi semi tertutup, konstruksi lemari dan konstruksi kotak. Gambar 1 adalah contoh Panel Hubung-Bagi jenis konstruksi lemari. Pada jenis PHB dengan konstruksi terbuka pada bagian-bagian yang aktif atau bertegangan seperti rel, beberapa peralatan, terminal dan penghantar dapat terlihat dan

terjangkau dari segala sisi. Pemasangan PHB sistem terbuka ini hanya diijinkan pada ruangan yang tertutup dan hanya operator atau orang yang profesional yang boleh masuk dalam ruangan tersebut. PHB jenis ini berupa panel yang dilengkapi dengan pengaman yang dapat mencegah terjadi kontak dengan bagian-bagian yang bertegangan pada PHB. Pengaman ini pada umumnya dipasang pada bagian sakelar/tombol operasi muka, sehingga operator tidak mempunyai akses menyentuh bagian-bagian yang bertegangan pada PHB dari arah depan. Namun demikian pada panel jenis ini tidak semua sisi tertutup seperti contohnya pada bagian belakang dan sampingnya. Untuk itu PHB jenis ini pula hanya diijinkan dipasang pada ruangan tertutup dan hanya operator atau orang yang profesional yang boleh masuk ruangan tersebut.



Gambar 1. Perangkat Hubung-Bagi (PHB) jenis konstruksi lemari^[2].

Panel Hubung-Bagi jenis konstruksi cubicle adalah tertutup pada semua sisinya, sehingga tidak ada bagian untuk kontak dengan bagian yang bertegangan selama pengoperasian, karena konstruksi tertutup pada setiap sisinya, maka pemasangan PHB jenis ini tidak harus di tempat yang tertutup dan terkunci, atau dengan kata lain dapat dipasang pada tempat-tempat umum pengoperasian listrik. PHB jenis ini ada yang dibuat dengan sistem laci, yaitu komponen atau perlengkapan PHB ini dapat ditarik atau dilepas/untuk keperluan perbaikan atau pemeliharaan. Untuk memasang kembali dalam sistem, kita cukup mendorong ke dalam seperti kita mendorong laci. Pada PHB sistem laci ini bagian atau komponen yang bisa dilepas dan dipasang kembali, biasanya berupa sakelar pemisah atau pemutus tenaga untuk saluran masuk, saluran keluar dan sakelar penggandeng. PHB jenis kotak (box) ini ada yang terbuat dari bahan isolasi, plat logam, baja tuang, dsb. Di dalam kotak tersebut sudah dilengkapi dengan tempat untuk pengikat pemasangan rel *busbar*, sekering, sakelar kontraktor dsb.

Untuk memudahkan dalam pemilihan Panel yang akan dipakai dalam sistem, ada beberapa pedoman yang dapat dipakai, yang akan dijelaskan dalam sub bab berikut ini:

2.2 Panel induk dan Panel Distribusi Tegangan Rendah

Panel induk, rating arus peralatan harus sampai dengan 4000A. Bahan selungkup dari plat baja. tinggi 2200 mm. Metode pemasangan peralatan panel dengan sistem pemasangan tetap atau tidak tetap. Kemampuan menahan arus hubung singkat sampai dengan 176 kA, tingkat pengamanan untuk selungkup IP 40 atau IP 54.

Untuk panel distribusi tegangan rendah rating arus peralatan sampai dengan 2000 A. Bahan selungkup berupa bahan isolasi, plat logam dan baja tuang. Penggunaan panel box tinggi < 1000 mm. Pemasangan peralatan dalam panel dipasang secara tetap. Kemampuan menahan arus hubungan singkat sampai dengan 80 kA. Tingkat pengamanan sampai dengan IP 65. Kemampuan menahan arus hubung singkat *prospektif* yang mengalir pada instalasi antara saluran masuk menuju panel induk atau panel distribusi

dan kabel yang menuju ke beban tidak boleh melebihi kemampuan menahan arus hubung singkat dari peralatan yang terpasang di panel. Panel harus dilengkapi dengan pengaman yang dapat mencegah terjadinya tegangan sentuh, benturan benda asing dan air. Pemasangan panel di ruangan dimana orang dapat dengan mudah menjangkaunya, panel harus didesain dengan pengaman untuk mencegah terjadinya tegangan sentuh saat pengoperasian, untuk itu derajat pengamannya paling sedikit adalah IP 20. Selungkup yang digunakan untuk panel harus diproteksi terhadap korosi dan tegangan sentuh. Pada umumnya dipasaran ditawarkan dua macam bahan yaitu bahan metal dan bahan penyekat, seperti *polyester* yang dicampur dengan *fiberglass* atau bahan penyekat lainnya. Semua jenis konstruksi panel baik selungkup maupun struktur untuk pemasangan komponen yang terbuat dari logam harus diproteksi dengan *finishing* permukaan yang baik. Pada umumnya selungkup panel dicat dengan menggunakan "*Polyester Epoxy Powder*", sehingga mempunyai sifat mekanik yang cukup baik^[2].

Sebelum menentukan jenis panel yang akan dipakai perlu pula dipertimbangkan cara pemasangannya. Ada beberapa cara dalam pemasangan panel yaitu: di lantai dekat dinding, berdiri bebas di ruangan, menempel tetap di dinding, digantung di langit-langit, dipasang di rak.

2.3 Bus Bar

Salah satu komponen utama dalam panel distribusi tegangan rendah adalah *Bus bar*. *Bus bar* adalah tembaga telanjang berbentuk balok dengan ukuran tertentu, yang berfungsi seperti halnya penghantar listrik atau kabel. *Bus bar* dapat digunakan apabila dalam sirkuit penyaluran daya tersebut arus listriknya di atas 250 A. Pemasangan *busbar* biasanya di pasang pada panel hubung-bagi, berdasarkan standar PUIL 2000 yaitu dengan ketentuan sebagai berikut: warna merah untuk fasa R, Warna kuning untuk fasa S, warna hitam untuk fasa T dan warna biru untuk kawat Netral^[3]. Untuk menentukan besarnya ukuran rel *bus bar* digunakan persamaan sebagai berikut:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos Q \cdot \eta} \dots\dots\dots (1)$$

- In = Arus nominal dalam Ampere
- P = Jumlah daya beban dalam Watt
- V = Tegangan jala-jala dalam volt
- Cos Q = Faktor kerja 0,85
- η = Efisiensi 0,85

3. HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Sebagai dasar untuk menghitung besarnya penampang atau ukuran busbar, mengacu pada berapa besar daya yang dipakai oleh masing-masing beban pada instalasi iradiator. Tabel 1 adalah pemakaian daya untuk masing-masing beban yang terpasang pada instalasi iradiator PRFN.

Dengan menggunakan persamaan 1, dan data dari tabel 1, dapat dihitung besarnya penampang busbar pada instalasi iradiator. Berikut ini adalah contoh perhitungan besarnya *busbar* untuk panel hubung-bagi (PHB) motor crane dengan daya 40 kW. Perhitungannya sebagai berikut :

$$I_n = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,85} = 84,1 A$$

Tabel 1 .Pembagian daya beban pada instalasi iradiator gamma PRFN kapasitas 200 kCi^[4]

No.	Nama PHB	Daya (Watt)
1.	PHB catu daya ventilation motor crane	40.000
2.	PHB kompresor/catu daya u.pompa kompressor	25.000
3.	PHB kantor lt.1 catu daya beban AC	5.000
4.	PHB kantor lt. Ground catu daya AC	5.000
5.	PHB catu daya PHB VRV	5920
6.	PHB WTP/catu daya PHB WTP	47.500
7.	PHB Iradiator lt.2 /PHB u. lampu dan stop kontak	3.028
8.	PHB Iradiator lt.1/PHB u. lampu dan stop kontak	8.592
9.	PHB Iradiator lt.ground/PHB utk catu daya lampu dan stop kontak	6.871
10.	PHB Iradiator /catu daya lampu emergency	1.395
11.	PHB Iradiator /catu daya DC untuk kontrol	22.000
12.	PHB kontrol /catu daya PLC	9.750
13.	PHB catu daya AC	13.100
14.	PHB kantor lt.1/lampu dan stop kontak	8.455
15.	PHB kantor lt.2/lampu dan stop kontak	5.708
16.	PHB pompa /catu daya pompa air bersih	5.189
17.	PHB pos jaga /catu daya lampu	778
18.	PHB lampu utk mess	2.064
19.	PHB lampu luar gedung	3.750
20.	PHB pompa jokey dan pompa hydrant	78.125
	Jumlah beban	418.372

Maka besarnya batangan busbar harus mempunyai kemampuan hantar arus sebesar :

$$I_n \times 150\% = 84,1 \times 150\% = 126 \text{ A}$$

Dengan melihat tabel kemampuan hantar arus dan ukuran busbar [PUIL 2000], maka dipilih batangan tembaga dengan ukuran: Lebar 15 mm, tebal 3 mm dan panjang adalah 4 m (standar pabrik). Dengan cara seperti perhitungan diatas, maka besarnya busbar pada instalasi iradiator ditunjukkan pada Tabel 2.

Dari tabel 2 dapat diketahui, bahwa terdapat 20 perangkat panel hubung-bagi yang terbagi menjadi panel hubung-bagi untuk beban 3 fasa (untuk distribusi motor-motor), beban satu fasa (lampu penerangan, stop kontak). Perangkat panel hubung-bagi yang digunakan adalah jenis lemari dan jenis kotak, pemasangan dalam, tertutup. *Busbar* yang digunakan dari jenis tembaga, dan dicat sesuai dengan standar PUIL 2000, yaitu warna merah untuk fasa R, Warna kuning untuk fasa S, warna hitam untuk fasa T dan warna biru untuk kawat Netral. Ukuran busbar adalah standar pabrik (standar DIN 43671) cara menentukan ukuran busbar lebar x tebal x panjang. Seperti terlihat pada tabel 2, untuk panjangnya adalah menyesuaikan dari konstruksi PHB yang dibuat.

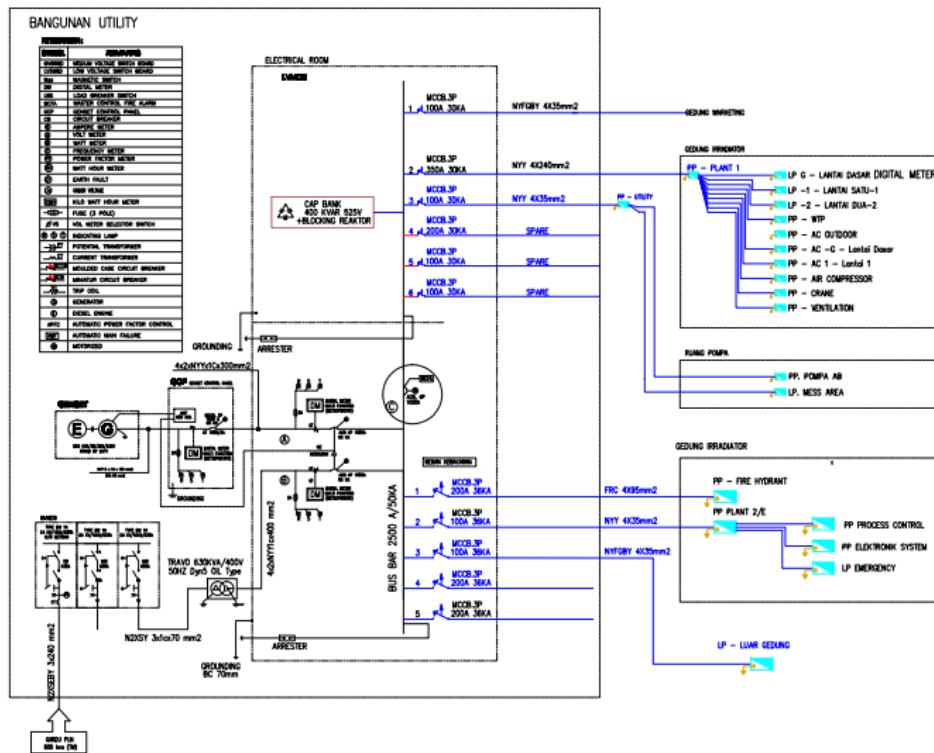
Konstruksi perangkat hubung-bagi tegangan rendah disingkat PHB-TR mempunyai persyaratan minimal tahan hujan dan debu (IP 45), dan persyaratan lain sesuai dengan PUIL 2000, diantaranya: sebuah saklar NFB (*No Fuse Breaker*) atau saklar pemisah, Sebanyak-banyaknya 4 jurusan keluar jaringan tegangan rendah dengan proteksi pengaman lebur jenis HRC, (NH, NT fuse). NFB yang dipakai adalah dari jenis 3 pisau dengan penghantar netral tanpa pisau (system pengaman TN-C) dan rel busbar PHB harus mampu menahan arus hubung singkat dalam waktu singkat 0,5 detik.

Kelengkapan komponen Perangkat Panel Hubung-Bagi lainnya adalah: MCCB, MCB, Saklar pemutus, Rangkaian control, Trafo arus, lampu tanda, kabel dan grounding.

Tabel 2. ukuran busbar^[3].

No.	Nama Panel	KHA (A)	Ukuran busbar
1.	PHB motor crane	126	15mm x 3mm x 4 m
2.	PHB air compressor	79	15mm x 3mm x 4 m
3.	PHB AC lantai 1	15	15 mm x 2mm x 4 m
4.	PHB AC lantai ground	15	15 mm x 2mm x 4 m
5.	PHB AC VRV out door	18	15 mm x 2mm x 4 m
6.	PHB WTP	150	15mm x 3mm x 4 m
7.	PHB lampu penerangan lt 2	24	15 mm x 2mm x 4 m
8.	PHB lampu penerangan lt 1	75	15 mm x 3mm x 4 m
9.	PHB lampu penerangan lt ground	52	15 mm x 2mm x 4 m
10.	PHB lampu penerangan emergency	10	15 mm x 2mm x 4 m
11.	PHB suply elektronik dan kontrol	69	15 mm x 3mm x 4 m
12.	PHB control PLC	80	15mm x 3mm x 4 m
13.	PHB AC perkantoran	103	15 mm x 3mm x 4 m
14.	PHB Penerangan dan stop kontak	67	15 mm x 2mm x 4 m
15.	PHB Utilitas	39	15 mm x 2mm x 4 m
16.	PHB Pompa Air Bersih	45	15mm x 2mm x 4 m
17.	PHB Lampu penerangan pos	6	15 mm x 2mm x 4 m
18.	PHB Lampu penerangan mess	52	15 mm x 2mm x 4 m
19.	PHB Lampu penerangan luar	30	15 mm x 2mm x 4 m
20.	PHB hydrant	249	25 mm x 3mm x 4 m

Jumlah Perangkat Hubung-Bagi yang terpasang dalam instalasi iradiator berjumlah 20 buah, seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Single line diagram Instalasi Iradiator gamma kapasitas 200 kCi-PRFN.

4. KESIMPULAN

Dari hasil rancangan dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Terdapat 20 buah Perangkat hubung-bagi pada penyaluran daya instalasi iradiator.
- Perangkat Panel Hubung-Bagi yang digunakan adalah jenis lemari dan box, pasangan dalam, tertutup.
- Perangkat Panel Hubung-Bagi menggunakan system proteksi minimal IP 45 artinya tahan debu dan hujan.
- *Busbar* yang digunakan adalah dari batangan tembaga dengan ukuran lebar x tebal x panjang ,(15 mm x 2 mm x 4 m) sebanyak 12 batang, (15 mm x 3 mm x 4 m) sebanyak 7 batang, dan (25 mm x 3 mm x 4 m) sebanyak 1 batang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ANONYM, 2013, *Desain Rinci Iradiator Gamma Kapasitas 200 kCi untuk Iradiasi Bahan Pangan /Hasil Pertanian*, PROGRAM MANUAL, PM.01-WP.0-WBS0-RPN-2013-04.
- [2]. Rio Chandra 42.blogspot.co.id, diunduh 7 April 2016, *Perangkat Hubung Bagi*.
- [3]. Standar Nasional Indonesia, 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik PUIL 2000*, Badan Standardisasi Nasional 2000.
- [4]. Tukiman, 2015, *Technical Note - Perhitungan Jumlah Beban Dan Daya Terpasang Instalasi Iradiator Kapasitas 200 Kci*, TN 04-ES 3.1.1-WP 3.1-WBS 3-RFN-2015-4.