

DISAIN LABORATORIUM AKTIF STTN

SURYO RANTJONO*, ELISABETH S, WISNU ARYA WARDHANA*, DJOKO MARYANTO***

**Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN*

Jl. Babarsari Kotak Pos 1008, DIY 55010

Telp. 0274.489716, Faks.489715

***Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN*

Jl. Babarsari Kotak Pos 1008, DIY 55010

Telp. 0274.488435, Faks 487824

Abstrak

Telah dilakukan Disain Laboratorium Aktif STTN-BATAN, yang akan digunakan untuk pekerjaan dengan bahan-bahan radioaktif. Di laboratorium terdapat bahan radioaktif dan bahan kimia yang memiliki resiko bahaya dan dapat menimbulkan efek bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Laboratorium Tipe C, dinilai sesuai untuk Laboratorium Aktif STTN dengan dilengkapi lemari asam dan konstruksi lantai dari beton semen dilapisi plastik vinyl klorida, serta sistem pembuangan air laboratorium yang disalurkan ke dalam saluran terpadu PTAPB-BATAN. Perancangan dinding penahan radiasi didasarkan pada sumber radiasi ^{131}I dengan aktivitas 1 Ci. Dinding yang didisain diharapkan memenuhi keselamatan dan keamanan pekerja radiasi dan masyarakat umum. Kriteria didasarkan pada Nilai Batas Dosis diizinkan yaitu sebesar 50 mSv/tahun atau 0,25 mR/jam tidak terlampaui. Hasil disain diperoleh bahwa Tebal dinding yang diperlukan 20 cm dari bahan beton semen dengan kerapatan 2,35 gr/cm³. Selain itu Laboratorium aktif harus dilengkapi dan dipasang tanda radiasi yang mudah dilihat oleh masyarakat umum dan tersedia peralatan Proteksi Radiasi untuk penanggulangan keadaan darurat radiasi.

Kata kunci : laboratorium aktif, disain, keselamatan, bahan radioaktif, perisa radiasi.

Abstract

A design of an active Laboratory of STTN-BATAN that will be used for working with radioactive materials has been performed. In the laboratory contains radioactive and chemicals substances that having dangerous risk and negative effect to human health and environment. Type C laboratory is appropriate for STTN Active Laboratory which is equipped by fumehood and floor constructed by cement concrete and layered by vinyl chloride plastics, and also a waste water laboratory system to inwrought channel of PTAPB-BATAN. The design of radioactive shielding wall is based on ^{131}I radioactive source with activity of 1 Ci. The wall is supposed to be fulfilled the safety and security of the radiation works. The criticism is based on the dose limited value that is permitted according to Energy Regulating Agency, i.e. 50 mSv per year or 0.25 mR/hour. The needed wall thickness is 20 cm, made of concrete material with density of 2.35 g/cm³. The active laboratory must be equipped and attached by radiation sign that is easy to be seen and also be equipped by the radiation availability for emergency responsiveness.

Keywords : active laboratory, design, safefulness, radioactive materials, radiation shielding

PENDAHULUAN

Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir (STTN) adalah satu-satunya lembaga pemerintah Non Departemen yang menyelenggarakan pendidikan keahlian di bidang teknologi nuklir program Diploma-IV

yang berada di lingkungan Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Dalam melaksanakan tugasnya, STTN-BATAN menyelenggarakan fungsi antara lain :

1. Pelaksanaan dan pengembangan pendidikan profesional di bidang teknologi nuklir.

2. Pelaksanaan penelitian ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di bidang teknologi nuklir. ⁽¹⁾

Sarana penunjang pendidikan yang diperlukan salah satunya adalah laboratorium aktif yang digunakan untuk pekerjaan dengan bahan radioaktif. Hal ini menarik untuk dikaji, diteliti dan dirancang sendiri mengingat laboratorium aktif di STTN-BATAN belum ada, dan lebih menarik adalah adanya penerapan ilmu Proteksi Radiasi dan Keselamatan Kerja.

TEORI

Undang-undang No. 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran untuk menggantikan

Undang-undang No.31 Tahun 1964 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Tenaga Atom.

Persyaratan Laboratorium

Dalam Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 01/Ka-BAPETEN/V-99 tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi telah ditetapkan syarat- syarat untuk tempat kerja atau laboratorium. Tipe laboratorium atau tempat kerja untuk melaksanakan pekerjaan dengan berbagai radionuklida dengan radiotoksitas sangat tinggi, tinggi, sedang dan rendah harus mempunyai syarat-syarat tertentu yang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel.1 Pembatasan Aktivitas Radionuklida Yang Boleh Ditangani Di Berbagai Tempat Kerja Atau Laboratorium ⁽¹⁴⁾

Radiotoksitas	Jumlah minimum yang harus ditangani dalam laboratorium		Aktivitas batas radionuklida yang boleh ditangani dalam berbagai tipe laboratorium berdasarkan radiotoksitasnya		
	Bq	(u Ci)	Tipe C	Tipe B	Tipe A
1.Sangat tinggi	5000	(0,14)	$\leq 5,0 \cdot 10^5$ Bq	$5,0 \cdot 10^5$ Bq	$\geq 5,0 \cdot 10^5$ Bq
2. Tinggi	$5,0 \cdot 10^4$	(1,4)	$\leq 5,0 \cdot 10^6$ Bq	$5,0 \cdot 10^6$ Bq	$\geq 5,0 \cdot 10^6$ Bq
3. Sedang	$5,0 \cdot 10^5$	(14)	$\leq 5,0 \cdot 10^7$ Bq	$5,0 \cdot 10^7$ Bq	$\geq 5,0 \cdot 10^7$ Bq
4. Rendah	$5,0 \cdot 10^6$	(140)	$\leq 5,0 \cdot 10^8$ Bq	$5,0 \cdot 10^8$ Bq	$\geq 5,0 \cdot 10^8$ Bq

Laboratorium atau tempat kerja untuk melaksanakan pekerjaan dengan bahan radioaktif, harus memenuhi persyaratan berikut:

- Bangunan didirikan di tempat yang bebas dari bahaya banjir dengan konstruksi tahan api dan tidak longsor.
- Di dalam laboratorium tipe A dan tipe B pekerjaan dengan zat radioaktif dilakukan di tempat khusus. Untuk laboratorium tipe C ketentuan ini dianjurkan.
- Pembagian daerah harus direncanakan sehingga tingkat aktivitas dan jenis radiasi yang berbeda dapat dipisahkan.
- Daerah kerja dengan zat radioaktif harus diberi tanda.
- Lantai, dinding dan permukaan tempat kerja dibuat sedemikian sehingga mudah dibersihkan.
- Untuk laboratorium tipe C, lantai harus licin dan kuat, tahan serap dan mudah diganti (dilapisi) dengan polivinil khlorida atau linoleum. Tempat kerja harus kuat dibebani penahan radiasi yang berat, mempunyai

permukaan yang tahan serap, tahan asam dan basa.

- Setiap tempat kerja dengan zat radioaktif dalam laboratorium tipe A,B,C harus dilengkapi dengan bak cuci yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :
 - Permukaan halus, licin, tahan asam dan basa, tahan serap dan tidak berpori, dan tidak mudah pecah.
 - Untuk daerah pengendalian, dihubungkan langsung dengan pipa pembuangan utama, terpisah dari saluran pembuangan pada daerah pengawasan.
 - Konstruksi kran dapat dibuka dan ditutup dengan kaki, lutut dan siku
- Laboratorium dilengkapi dengan perabot yang mudah dicuci. Perabot dan barang-barang yang memungkinkan penimbunan debu seperti laci, rak dan lampu gantung harus dibatasi jumlahnya.
- Tempat, ruang dan daerah kerja harus mempunyai penerangan yang cukup.

- j. Ventilasi harus direncanakan sebaik-baiknya bersama-sama dengan konstruksi gedung.
- k. Udara harus mengalir dari daerah pengawasan ke daerah pengendalian, dari daerah radiasi rendah ke daerah radiasi yang lebih tinggi, dan akhirnya dibuang ke luar setelah melalui sistem penyaringan.
- l. Penempatan lubang udara masuk atau keluar harus ada, sedemikian rupa sehingga kemungkinan perputaran kembali udara yang harus dibuang dapat dicegah.
- m. Lemari asap harus memenuhi syarat :
 - 1. Dapat membuang udara tanpa menimbulkan olakan udara.
 - 2. Kecepatan aliran udara dalam almari asap harus dapat diatur, sehingga dalam segala keadaan udara tidak dapat keluar dari lemari asap ke tempat kerja.
 - 3. Aliran gas, air dan kenop listrik dapat diatur dari bagian luar lemari. Bagian dalam almari asap dan saluran udara ke luar harus mudah dibersihkan

Dalam perancangan fasilitas tempat kerja secara ergonomis juga memperhatikan beberapa hal lain sebagai syarat-syarat Keselamatan Kerja :

- a. mencegah dan mengurangi kecelakaan
- b. memberikan alat-alat perlindungan diri pada para pekerja
- c. mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psikis, peracunan, infeksi dan penularan
- d. memperoleh keserasian antara tenaga kerja, lingkungan, cara dan proses kerjanya

CARA KERJA

- a. Data Primer
Merupakan data yang didapatkan dengan pengukuran atau observasi langsung di lapangan Dalam perancangan ini yang termasuk data primer yaitu meliputi identifikasi sumber radioaktif yang digunakan dan tempat untuk bekerja dengan bahan radioakti serta limbah radioaktif yang ada. Dan perancangan ruangan.
- b. Data sekunder.
Merupakan data yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan dan penelitian terdahulu atau hasil studi pustaka.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perancangan berdasarkan asumsi dari kegunaan laboratorium aktif di STTN-

BATAN Yogyakarta Data kondisi laboratorim yang sudah ada dan dilakukan observasi dan evaluasi terhadap keselamatan kerja dan proteksi radiasi,yang meliputi :

- a. Tahapan persiapan
Mengidentifikasi hal-hal yang berkaitan dengan perancangan laboratorium dengan melakukan studi pustaka maupun data tertulis lainnya yang kemudian dicantumkan dalam kajian teori sebagai landasan untuk penyusunan perancangan.
- b. Tahap Pelaksanaan
Berdasarkan ruang lingkup dan batasan masalah dalam perancangan ini, maka digunakan asumsi-aumsi, observasi dan evaluasi Laboratorium ADPR/Proteksi Radiasi yang sudah ada di STTN-BATAN, serta Identifikasi bahan-bahan radioaktif yang digunakan dan Identifikasi limbah radioaktif yang ditimbulkan. Adapun pelaksanaan perancangan Laboratorium Aktif di STTN-BATAN, dengan cara dilakukan tahapan sebagai berikut :

- 1. Menentukan rencana perancangan sesuai fungsinya
- 2. Menyusun perancangan tataletak/ penentuan lokasi (tempat)
- 3. Penentuan spesifikasi bahan dan peralatan
- 4. Pemilihan tipe laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perancangan laboratorium aktif di STTN-BATAN dimaksudkan agar tempat kerja yang menggunakan bahan-bahan radioaktif dapat dilakukan di laboratorium aktif yang memenuhi standar keselamatan kerja.

Identifikasi Bahan Radioaktif Di STTN-BATAN

Bahan-bahan radioaktif yang dimiliki sesuai dengan Surat Izin Pemanfaatan Tenaga Nuklir no. : 002872.3.321.02000.100805. dari BAPETEN sebagai sumber terbuka untuk Pendidikan dan Penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel.2 Zat Radioaktif/ Sumber Radiasi yang Digunakan

No.	Bahan	Jumlah	Aktivitas
1.	H ₃ (³² P)O ₄	10 ml	13,4 m Ci
2.	UO ₂ (NO ₃).6 H ₂ O	200 gram	-
3.	Thorium Nitrat	150 gram	-
4.	Yellow Cake	500 gram	-
5.	Uranyl Acetat	100 gram	-

Selain sumber zat radioaktif tersebut di atas, zat radioaktif yang sering digunakan dalam praktikum atau penelitian adalah ³²P dan ¹³¹I yang diperoleh dari PT.BATEK BATAN, sedangkan zat radioaktif lainnya masih terbatas penggunaannya.

Tabel. 3. Sumber Terbungkus

No.	Nama	Aktivitas	Keterangan
1.	²² Na	10 µ Ci	1 Juli 2006
2.	⁶⁰ Co	20 µ Ci	1 Juli 2006
3.	¹³⁷ Cs	10 µ Ci	1 Juli 2006
4.	¹³³ Ba	10 µ Ci	1 Juli 2006
5.	¹⁵² Eu	10 µ Ci	1 Juli 2006
6.	⁶⁰ Co	20 m Ci	1 Januari 1994
7.	¹³⁷ Cs	20 m Ci	1 Januari 1994

Untuk sumber tertutup yang digunakan sebagai sumber standar dalam kegiatan Praktikum Proteksi Radiasi, ADPR dan Instrumentasi Nuklir mempunyai beberapa jenis sumber seperti Tabel 3 di atas.

Identifikasi Limbah Radioaktif.

Limbah radioaktif yang ditimbulkan dari kegiatan praktikum dan penelitian di STTN-BATAN ada limbah padat dan limbah cair. Untuk limbah padat dari Praktikum Proteksi Radiasi (Praktikum Dekontaminasi) menggunakan radioisotop ³²P dan ¹³¹I

Limbah padat yang dihasilkan akibat terkontaminasi ³²P dan ¹³¹I dikelompokkan menjadi :

- limbah radioaktif padat yang mudah terbakar, yaitu tissue, kapas, kertas merang
- limbah yang tidak terbakar : triplek, linoleum, porselen, plastik.
- Lalu limbah tersebut dimasukkan dalam kantong plastik, disegel, diinventaris, diukur tingkat radiasi pada permukaan kemudian diberi label kategori sesuai dengan tingkat radiasinya.

- Isi label identifikasi limbah radioaktif antara lain ; radioisotope, bentuk kimia, bentuk fisik, aktivitas, tingkat radiasi pada permukaan bungkusan dan tanggal pengukuran

Limbah radioaktif padat tersebut dimasukkan ke dalam drum ukuran 100 liter. Penyimpanan sementara dilakukan di laboratorium Proteksi Radiasi/ADPR, kemudian diserahkan ke PTAPB Setiap 3 bulan sekali dilakukan pemantauan tingkat radiasi di sekitar penyimpanan limbah. Dalam hal ini harus diperhatikan bagaimana cara penanganan limbah tersebut, yaitu : petugas harus menggunakan personal dosimeter, menggunakan sarung tangan karet untuk mencegah terjadinya kontaminasi.

Sedangkan limbah radioaktif cair dari kegiatan praktikum atau penelitian yang menggunakan bahan-bahan radioaktif, yaitu larutan Uranyl Nitrat dalam fasa air ataupun dalam fasa organik. Limbah-limbah tersebut ditampung dalam botol-botol bekas bahan kimia atau jerigen plastik volume 30 liter. Untuk penyimpanan limbah-limbah tersebut di dalam laboratorium, hanya diberi batas dan tanda radiasi.yang ditampung sementara di dalam laboratorium Proteksi Radiasi/ADPR-STTN BATAN, kemudian dikirim ke PTAPB – BATAN.

Laboratorium Proteksi Radiasi/ ADPR STTN-BATAN

Laboratorium yang sudah ada di STTN-BATAN untuk pekerjaan dengan bahan radioaktif selama ini berada di Laboratorium Proteksi Radiasi/ ADPR menjadi satu ruangan dengan Laboratorium Kimia Dasar. Untuk pemisahnya hanya menggunakan penyekat almari bahan kimia yang bersifat sementara.

Lantai

Lantai laboratorium terbuat dari tegel teraso yang bersifat porous sehingga bahan kontaminan dapat masuk kedalam pori-pori lantai, mengingat persyaratan lantai untuk laboratorium aktif, lantai harus licin dan kuat,tahan serap dan mudah diganti, untuk itu lantai perlu dilapisi polivinil khlorida. Di

laboratorium STTN-BATAN menggunakan karpet plastik.

Lemari Asam/Lemari asap

Di laboratorium Proteksi radiasi/ADPR tidak ada lemari asam, sementara ini untuk pekerjaan yang menggunakan lemari asam dilakukan di laboratorium PTAPB-BATAN, sedangkan lemari asam yang berada di Laboratorium Kimia Dasar tidak digunakan untuk pekerjaan yang menggunakan bahan-bahan radioaktif.

Bak Pencuci

Bak pencuci menggunakan fasilitas laboratorium Kimia Dasar yang sudah ada, Adapun syarat-syaratnya sebagai berikut :

- Permukaan halus, licin, tahan asam dan basa, tahan serap dan tidak berpori, dan tidak mudah pecah.
- Konstruksi kran dapat dibuka dan ditutup dengan kaki, lutut dan siku.

Air buangan dari bak pencuci di laboratorium, yaitu limbah bahan-bahan kimia sisa penelitian dan praktikum dibuang dengan cara diencerkan, kemudian dibuang ke bak pencuci yang salurannya dihubungkan ke saluran limbah terpadu PTAPB-BATAN.

Untuk bak pencuci dan tempat preparasi dapat dilihat dalam Gambar.1.



Gambar. 1. Bak Pencuci dan Tempat Preparasi

Daerah Kerja

Pembagian daerah kerja di laboratorium Proteksi Radiasi/ADPR.STTN-BATAN belum dilakukan, sehingga belum memenuhi persyaratan sebagai laboratorium aktif. Untuk memudahkan penanganan zat radioaktif diadakan pembagian daerah kerja. Dengan adanya pembagian daerah kerja, diharapkan antara kegiatan satu sama lain tidak saling

terganggu dan dapat berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

Ukuran laboratorium adalah :

- panjang : 3,30 m
- lebar : 3,60 m
- Luas : $(3,30 \times 3,60) \text{ m}^2 = 11,88 \text{ m}^2$
- Luas Tempat penyimpanan limbah : $(2,00 \times 0,50) \text{ m}^2 = 1,00 \text{ m}^2$
- Luas bak pencuci dan tempat preparasi : $(0,60 \times 3,30) \text{ m}^2 = 1,98 \text{ m}^2$
- Luas tempat kerja sebenarnya : $11,88 \text{ m}^2 - 1,00 \text{ m}^2 - 1,98 \text{ m}^2 = 8,90 \text{ m}^2$
- Untuk satu orang pekerja diperlukan minimal ruang sebesar 2 m^2 ⁽¹²⁾

Dari ukuran luas tempat kerja sebesar : $8,90 \text{ m}^2$. dapat digunakan untuk pekerja :

$$(8,90 \text{ m}^2 / 2 \text{ m}^2) = 4,45$$

sehingga untuk laboratorium Proteksi Radiasi/ ADPR hanya dapat digunakan 4 orang.

- Dinding Laboratorium.

Dinding terbuat dari tembok bata dan sekat almari bahan kimia, dari keadaan ini tidak berada pada laboratorium sendiri, maka dari itu diperlukan Laboratorium yang memenuhi persyaratan dan ketentuan yang berlaku.

Tebal dinding (batu bata + plester) : 15 cm

Laboratorium Proteksi Rasiasi/ ADPR dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2 .Sekat Lemari Bahan Kimia



Gambar 3. Tempat Limbah, Lantai, Bak Pencuci dan Tempat Preparasi.

Dari Gambar 2 dan Gambar 3 di atas dapat diketahui bahwa Laboratorium Proteksi Radiasi /ADPR belum ada pembagian daerah kerja sehingga belum memenuhi ketentuan keselamatan dan keamanan baik untuk pekerja itu sendiri atau lingkungan. Untuk itu perlu adanya laboratorium yang memenuhi ketentuan yang berlaku, sesuai SK Ka.BAPETEN no.01/Ka-BAPETEN/V-99 tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi.

PERANCANGAN LABORATORIUM AKTIF DI STTN

Pemilihan Tipe Laboratorium Aktif.

Dalam merancang suatu laboratorium aktif diperlukan tipe laboratorium yang sesuai dengan kegunaannya.

Adapun tipe laboratorium aktif ada 3 tipe antara lain:

1. Tipe A (Laboratorium Radioisotop yang dirancang untuk aktivitas tinggi)
2. Tipe B (Laboratorium khusus yang dirancang untuk Radioisotop)
3. Tipe C (Laboratorium Kimia yang baik mutunya)

Secara umum prosedur pemilihan tipe laboratorium aktif dapat dilakukan dengan beberapa tahapan, seperti, batasan aktifitas sumber radiasi yang digunakan dalam kegiatan, karena batasan-batasan dan bahan-bahan aktif sebesar 13,40 mCi, maka digunakan Laboratorium Aktif Tipe C⁽¹⁴⁾

Disamping itu bahan-bahan radioaktif sesuai perizinan yang dimiliki STTN cukup laboratorium kimia dengan persyaratan yang berlaku pada laboratorium yaitu meliputi : pembagian daerah kerja, sehingga tingkat aktivitas dan jenis radiasi yang berbeda dapat dipisahkan.

lantai, dinding dan permukaan tempat kerja untuk lab tipe C, lantai harus licin dan kuat, tahan serap dan mudah diganti (dilapisi) dengan polivinil khlorida atau linoleum.

Prosedur Pemilihan Dinding dan Lantai Laboratorium Aktif

Ditinjau dari segi biaya, tenaga maupun waktu yang digunakan, mencegah terjadinya kontaminasi radioaktif permukaan jauh lebih menguntungkan dibandingkan melakukan tindakan dekontaminasi. Meskipun kontaminasi

radioaktif permukaan di daerah-daerah tertentu sangat sulit dihindari, tetapi dapat dilakukan upaya pencegahan kenaikan tingkat kontaminasinya. Pencegahan dapat dilakukan sejak perancangan suatu fasilitas nuklir, yaitu dengan merancang bentuk daerah kerja serta pemilihan bahan permukaan yang tepat. Permukaan yang baik untuk digunakan pada daerah kerja yang menggunakan bahan radioaktif adalah :

1. Bukan absorber, bahan yang porous akan menyulitkan pada proses dekontaminasi
2. Mengandung sedikit mungkin grup asam
3. Tidak menguraikan metal berat
4. Tahan terhadap bahan dekontaminasi
5. Tahan terhadap aksi mekanis
6. Permukaan rata, sehingga memberikan luasan minimum untuk terjadinya kontaminasi
7. Tidak mempunyai cacat, seperti retakan, goresan yang dapat ditempati partikulat kontaminan
8. Tahan panas dan radiasi

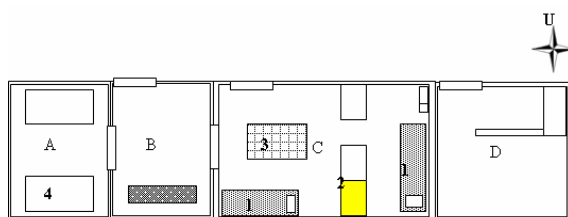
Penentuan Tata Letak Laboratorium.

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan dan dengan berpedoman pada data-data yang telah terkumpul. Lokasi penempatan Laboratorium Aktif ini direncanakan di sebelah Selatan Laboratorium Bengkel mekanik/Laboratorium OTK dan sebelah Barat Laboratorium Radiografi STTN-BATAN. (Lampiran 2)

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam menentukan tataletak Laboratorium Aktif ini adalah :

- a. Bangunan didirikan di tempat yang bebas banjir dengan konstruksi tahan api dan tidak longsor
- b. Tidak mengganggu kegiatan-kegiatan lain yang sudah ada
- c. Tidak membahayakan bagi pekerja maupun peralatan yang ada di sekitarnya
- d. Memenuhi estetika teknik konstruksi dan ergonomi
- e. Ruangan dibuat lebar dengan sirkulasi udara yang cukup
- f. Ada sistem saluran pembuangan dari wastafel ke saluran terpadu air limbah.

Dengan berpedoman pada ketentuan di atas maka tata letak Laboratorium Aktif ditunjukkan pada Gambar. 4.



Gambar.4. Denah Laboratorium Aktif
STTN-BATAN

Keterangan gambar :

- A. Ruang Cacah
- B. Ruang Peralatan
- C. Ruang
 - 1. Bak pencuci
 - 2. Lemari Asam
 - 3. Meja Kerja
 - 4. Meja Instrumen
- D. Ruang Penyimpanan sementara limbah Radioaktif

Perhitungan Tebal Dinding

Dalam melakukan perhitungan untuk menentukan tebal dinding/bahan penahan radiasi gamma, perlu memperhatikan :

1. Identifikasi sumber⁽¹⁶⁾ yang meliputi :
 - a. Radioisotop yang digunakan
 - b. Bentuk fisis sumber radiasi, dalam penggunaan laboratorium biasanya digunakan sumber terbungkus bentuk padat ataupun sumber terbuka bentuk cair dan padat.
 - c. Data energi (E) dan fraksi peluruhan (f) atau skema peluruhan atau faktor gamma radioisotop yang digunakan dalam kegiatan radiografi.
 - d. Aktivitas Sumber radiasi (A). Dalam radiografi dengan sumber radioisotop digunakan kamera gamma yang oleh pabriknya biasanya disertakan data kapasitas maksimum sumber yang digunakan. Nilai aktivitas sumber yang lebih besar dari nilai rancangan tidak direkomendasikan untuk kegiatan radiografi diruangan ini.
2. Koefisien serap linier (μ) penahan radiasi gamma. Koefisien serap linier merupakan nilai dari penyerapan/pengurangan intensitas radiasi per satuan tebal bahan pada nilai energi tertentu. Koefisien serap linier dilakukan pendekatan dengan membuat kurva antara Energi (MeV) terhadap μ (cm^{-1}).

3. Build-up factor (B)⁽¹³⁾. Build-up faktor adalah perbandingan antara intensitas radiasi primer dan radiasi hambur terhadap intensitas radiasi primer. Radiasi akan memancar ke segala arah, sehingga berkas radiasi akan menyebar (*broad beam*). Berkas yang menyebar ini menimbulkan hamburan radiasi oleh benda di sekeliling sumber, akibatnya detektor alat ukur akan menangkap radiasi primer dan radiasi hamburan, build up faktor diperoleh dengan membuat kurva antara energi (MeV) terhadap jarak relaksasi ($\mu.x$). Jenis bahan dan kesetaraan terhadap bahan lain.
4. Ketentuan Nilai Batas Dosis (NBD) turunan. Ketentuan nilai batas dosis turunan diperoleh dari NBD berdasarkan peraturan yang berlaku NBD turunan diambil ketentuan yang berlaku di Indonesia yang dikeluarkan oleh instansi yang berwenang.
 - a. Dosis maksimum yang diizinkan diterima oleh pekerja radiasi di daerah pengendalian adalah 0.1 R/Minggu atau 2,5 mR/jam
 - b. Dosis maksimum yang diizinkan diterima oleh masyarakat umum di daerah pengawasan adalah 0,01 R/Minggu atau 0,25 mR/jam

ASUMSI

Bentuk Instalasi Tertutup.

Geometri ruang berbentuk segi empat dengan ukuran 2m x 2m, dengan sumber berada pada jarak 0,5 m dari dinding ruangan, radiasi ke segala arah.

Sumber Radiasi

Sumber radiasi yang digunakan adalah beberapa sumber radiasi dengan waktu paro pendek dan aktivitas total sebesar 1 Ci, tidak terjadi kontaminasi serta pemancar radiasi Gamma. Sumber sebagai sumber titik.

Hasil perhitungan seperti di bawah ini :

Radionuklida	: I-131
Aktivitas	: 1 Ci
Waktu Paro	: 8,05 hari
laju paparan diizinkan	: 0,25 mR/jam
Dinding	: beton
Densitas	: 2,35 gr/cm^3
μ (koef.atenuasi)	: 0,4 cm^{-1}
HVL	: 4,6 cm

Tabel.4. Hasil PerhitunganTebal Dinding dan Paparan

Tebal Dinding	Paparan yang ditransmisikan		
.+0HVL	16.098	cm	1.725 mR/Jam
.+1HVL	20.698		0.017

Untuk keselamatan radiasi, diperlukan dinding beton setebal : 20 cm

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil perancangan, data pustaka dan perhitungan, pembahasan atas Disain Laboratorium Aktif yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini, dapat diambil kesimpulan:

1. Luasan Laboratorium Aktif STTN-BATAN seluas 72,53 m² dengan ukuran ruang aktif : 8 m x 4 m , penyimpanan sementara limbah radioaktif : 3 m x 4 m , ruang penyimpanan peralatan 3 m x 4 m dan ruang cacah yang berukuran 4 m x 4 m. Memenuhi ketentuan Ergonomi yang penting untuk kenyamanan kerja, dilengkapi dengan sirkulasi udara.
2. Tebal dinding beton (kerapatan 2,35 g/cm³) yang diperlukan untuk pekerjaan dengan menggunakan ¹³¹I aktivitas 1 Ci adalah 20 cm dengan laju dosis diluar dinding instalasi adalah 0,017 mR/jam, masih berada dalam batas aman di bawah Nilai Batas Dosis yang diizinkan untuk pekerja dan masyarakat umum.
3. Tipe Laboratorium yang dipilih adalah Laboratorium Tipe C, dan dilengkapi Lemari Asam, dan konstruksi lantai dari bahan beton semen, yang dilapisi vinyl atau karpet plastik.
4. Disain ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk Laboratorium Aktif STTN-BATAN.
5. Sistem pembuangan air laboratorium disalurkan menjadi satu dengan saluran pembuangan terpadu PTAPB-BATAN, yang sudah ada pemipaan saluran buangan air dari laboratorium di STTN-BATAN.

SARAN

1. Disain Laboratorium Aktif perlu dilanjutkan dengan memperhatikan sistim Ventilasi dan air buangan dari laboratorium yang ada di lingkungan STTN-BATAN

2. Perlu kiranya dilanjutkan dengan nilai-nilai dari biaya konstruksi bangunan dan prasarana untuk pengadaan Laboratorium Aktif STTN-BATAN

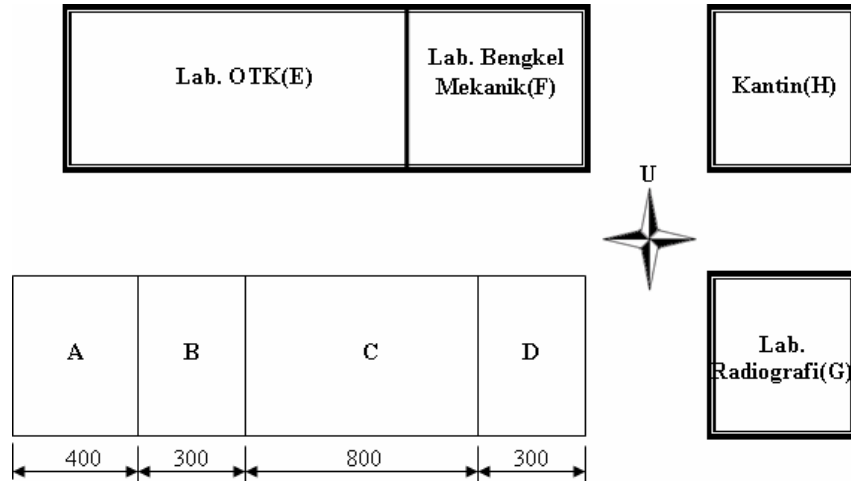
DAFTAR PUSTAKA

1. BATAN, 2001, "Keputusan Kepala Batan no.360/KA/VII/2001 tentang Organisasi dan Tata Kerja STTN BATAN", Jakarta,
2. BAPETEN, 2005, "Materi Rekrualifikasi I Petugas Proteksi Radiasi Bidang Instalasi Nuklir", Jakarta,
3. BATAN, 2004, "Himpunan Peraturan di bidang Tenaga Nuklir (Buku II)", Jakarta.
4. CEMBER,HERMAN, 1983, *Pengantar Fisika Kesehatan (Terjemahan)*, Edisi kedua, IKIP Semarang Press, Semarang.
5. STEWART,DONALD C, 1981, *Handling Radioactivity*, John Wiley & Sons Inc, New York.
6. STTN-BATAN, 2005, "Petunjuk Praktikum Proteksi Radiasi dan Keselamatan Kerja", Yogyakarta.
7. SURATMAN, 2001, "Pemantauan Kontaminasi Radioaktif Permukaan", P3TM BATAN, Yogyakarta.
8. WIGNJOSOE BROTO, SEITOMO, 1995, *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, PT Guna Widya, Jakarta.
9. WISNU ARYA WARDHANA, 2001, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta.
10. HALL, STEPHAN K, 1994, *Chemical Safety in the Laboratory*, Lewia Publisher, Florida.
11. ZULMIAR YANRI, 2005, "Himpunan Peraturan Perundangan Keselamatan Kerja", Loshnet, Jakarta,
12. ANTHONY FODERARO, 1978, *The Photon Shielding Manual*, The Pennsylvania State Universty.
13. "Surat Keputusan Kepala BAPETEN No.01/Ka-BAPETEN/V-1999 tentang Ketentuan Keselamatan Kerja dengan Radiasi", Jakarta, 1999
14. "Surat Keputusan Kepala BAPETEN No.03/Ka-BAPETEN/V-1999 tentang Keselamatan Pengelolaan Limbah Radioaktif" Jakarta,1999

15. JOHN J, MUNRO & FRANCES E ROY, JR,
1986, *Gamma Radiography Radiation Safety*

Handbook, Amersham Purchased Division
and Radiation Product Division of Tech/Ops

LAMPIRAN



Gambar 5. Denah Lokasi Laboratorium Aktif STTN-BATAN

Keterangan :

- A. Ruang Cacah
- B. Ruang Peralatan
- C. Ruang Kerja Laboratorium Aktif
- D. Ruang Penyimpanan Sementara Limbah Radioaktif
- E. Laboratorium OTK
- F. Laboratorium Bengkel Mekanik
- G. Laboratorium Radiografi
- H. Kantin

