

## STUDI BANDING TATA LETAK TIPE-T dan TIPE-I PLTN PWR

Eko Rudi Iswanto, Siti Alimah

Pusat Pengembangan Energi Nuklir (PPEN) - BATAN  
Jl. Kuningan Barat, Mampang Prapatan, Jakarta 12710  
Telp./Faks.: 021-5204243, Email: [ekorudi@batan.go.id](mailto:ekorudi@batan.go.id)

Masuk: 30 Maret 2010

Direvisi: 1 Juni 2010

Diterima: 2 September 2010

### ABSTRAK

**STUDI BANDING TATA LETAK TIPE-T dan TIPE-I PLTN PWR.** Penentuan tata letak merupakan satu dari lima tahap utama dalam umur PLTN. Beberapa faktor penting yang mempengaruhi penentuan tata letak adalah ketersediaan infrastruktur, aspek ekonomi, aspek kemasyarakatan, keamanan terhadap masyarakat dan lingkungan serta kemudahan untuk dikerjakan. Faktor pertimbangan lainnya adalah terpenuhinya persyaratan desain gempa yang terkait dengan prinsip keselamatan baik terhadap pekerja, masyarakat dan lingkungan sekitar dari bahaya radiologi. Ada beberapa tipe tata letak, dua di antaranya adalah tata letak tipe T dan tata letak tipe I. Masing-masing tipe tata letak memiliki keuntungan dan kerugian, oleh karena itu tujuan dari studi ini memahami kekurangan dan kelebihan masing-masing tipe tata letak PLTN. Tata letak yang baik mampu memberikan tingkat keselamatan tinggi terhadap gempa. Dengan desain gempa yang sama, tata letak tipe I mempunyai tingkat keamanan yang lebih tinggi dibanding dengan tata letak tipe T. Oleh karena itu, tata letak tipe I dapat menjadi pilihan yang baik untuk PLTN PWR kelas 1000 MWe yang rencananya akan dibangun di Indonesia.

**Kata Kunci:** tata letak, desain gempa, PLTN, PWR

### ABSTRACT

**COMPARATIVE STUDY T-TYPE and I-TYPE LAYOUT of PWR NUCLEAR POWER PLANTS.** Determining plant layout is one of the five major stages during the life time of a nuclear power plant. Some important factors that affect in the selecting of plant layout are availability of infrastructure, economic aspects, social aspects, public and environment safety, and also easy to do. Another factor to be considered is requirements aseismic design, which refers to the principles of good security workers, communities and the environment of radiological risks. There are many layout types of nuclear power plant, two of them are T-type layout and I-type layout. Each type of the plant layout has advantage and disadvantage, therefore this study is to understand them. Good layout is able to provide a high level of security against earthquakes. In term of earthquake design, I-type layout has a higher security level than T-type layout. Therefore, I-type layout can be a good choice for PWR nuclear power plants 1000 MWe that will be built in Indonesia.

**Key words:** layout, aseismic design, nuclear power plant, PWR

## 1. PENDAHULUAN

Penentuan tata letak, perencanaan, pembangunan, operasi dan *decommissioning* adalah lima tahap utama dalam umur PLTN. Beberapa faktor penting yang mempengaruhi pemilihan lokasi tapak adalah ketersediaan infrastruktur, aspek ekonomi, aspek kemasyarakatan, keamanan terhadap masyarakat dan lingkungan serta kemudahan untuk dikerjakan. Faktor pertimbangan lainnya dalam pemilihan tipe tata letak adalah persyaratan desain gempa terkait tanah lapisan keras. Prinsip keselamatan baik terhadap pekerja, masyarakat dan lingkungan sekitar dari bahaya radiologi menjadi pertimbangan terpenting dalam penentuan tata letak. Beberapa tipe tata letak telah mengakomodir hal tersebut.

Untuk satu unit PLTN (*single unit*) ada beberapa tipe tata letak, dua di antaranya adalah tata letak tipe T dan tata letak tipe I. Tata letak tipe T adalah tipe tata letak dimana posisi poros gedung reaktor tegak lurus terhadap poros turbin. Sebagai contohnya PLTN Tsuruga 2 menggunakan tipe ini. Sedangkan tata letak tipe I adalah tipe tata letak di mana poros gedung reaktor segaris dengan poros turbin. Contoh PLTN yang menggunakan tipe ini antara lain AP1000, Tomari 3. Untuk dua unit PLTN, tipe T dan tipe I dibedakan lagi menjadi tipe *mirror symmetrical* dan tipe *paralel*. Tipe *mirror symmetrical* adalah tipe tata letak di mana susunan gedung (gedung reaktor, gedung bantu dan gedung turbin) pada unit pertama dicerminkan menjadi unit kedua, tetapi gedung kendali utama unit pertama dan kedua tergabung menjadi satu gedung. Jadi dalam tipe *mirror symmetrical* ini posisi gedung unit pertama yang berada di sebelah kanan akan berubah di sebelah kiri pada unit kedua. Sedangkan tipe *paralel* adalah tipe tata letak dimana susunan gedung (gedung reaktor, gedung bantu, gedung turbin dan gedung kendali utama) pada unit pertama digandakan menjadi unit kedua. Jadi dalam tipe *paralel* ini posisi gedung unit pertama yang berada di sebelah kanan akan tetap berada di sebelah kanan pada unit kedua.

Pada makalah ini akan dikaji tata letak PLTN satu unit dengan metode studi literatur dan studi banding yaitu dengan mendeskripsikan masing-masing gedung beserta fungsinya dan fasilitas-fasilitas pendukung. Tujuan dari studi adalah untuk memahami kekurangan dan kelebihan masing-masing tipe tata letak PLTN. Hasil studi diharapkan dapat memberi masukan untuk pemilihan tipe tata letak PLTN yang akan direncanakan di Indonesia.

## 2. TATA LETAK PLTN

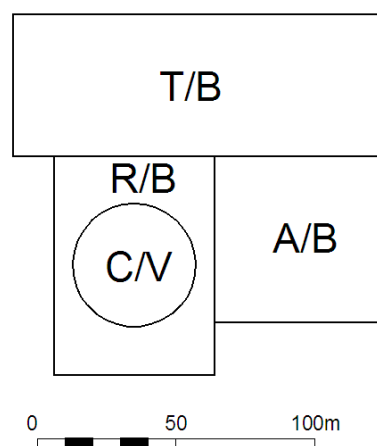
Tata letak PLTN menjelaskan susunan dan fungsi gedung, sampai dengan fasilitas pendukungnya dengan mempertimbangkan aspek keekonomian dan aspek keefektifan tanpa mengabaikan aspek keselamatannya. Aspek keselamatan tidak dapat dipisahkan dengan gempa. Beban gempa yang melewati desain dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan dan fasilitas PLTN. Berdasarkan desain gempa, susunan gedung pada PLTN dibedakan menjadi dua, yaitu *seismic buildings* dan *aseismic buildings*. *Seismic buildings* atau disebut juga *nuclear island* adalah kelompok gedung yang dibuat dengan desain kegempaan kelas 1 (satu). Yang termasuk dalam *seismic buildings* adalah pengungkung (bejana pengungkung dan bangunan pelindung), gedung bahan bakar dan gedung bantu. Sedangkan *aseismic buildings* adalah kelompok gedung yang dibuat dengan desain kegempaan di bawah kelas 1 (satu). Yang termasuk dalam *aseismic buildings* adalah gedung turbin, gedung penghubung, gedung generator diesel dan gedung limbah. Secara umum deskripsi dan fungsi dari masing-masing gedung adalah sebagai berikut :

### 1. Pengungkung

Pengungkung adalah bangunan dengan bentuk silinder dan pada bagian atasnya berbentuk hemisferikal yang keduanya merupakan struktur beton bertulang *post-tensioning* yang terdiri dari *tendon* vertikal dan horisontal. *Slab* pondasi ditekan

- dengan baja bertekanan tinggi yang berfungsi mencegah pelepasan zat radioaktif yang tidak terkendali ke lingkungan.
2. Gedung bantu  
Pada gedung bantu terdapat sistem dan peralatan yang dibutuhkan pada saat operasi normal dan keadaan darurat. Di dalam gedung bantu juga terdapat pompa spray pengungkung dan pemindah panas sisa bila terjadi LOCA.
  3. Gedung bahan bakar  
Gedung ini terhubung ke pengungkung melalui kanal pemindah bahan bakar. Di dalam gedung ini terdapat pit bahan bakar bekas, area bahan bakar baru, peralatan penanganan bahan bakar dan fasilitas dekontaminasi.
  4. Gedung turbin  
Di dalam gedung turbin terdapat turbin, generator dan peralatan siklus termal.
  5. Gedung penghubung  
Gedung penghubung merupakan jalan masuk utama bagi pekerja ke kompleks pembangkit listrik.
  6. Gedung generator diesel  
Di dalam gedung generator diesel terdapat diesel dan generator untuk persediaan daya listrik darurat jika terjadi hilangnya daya off-site.
  7. Gedung limbah  
Gedung limbah merupakan tempat pengelolaan limbah radioaktif. Di dalam gedung ini terdapat fasilitas pengolahan limbah seperti memilah-milah ke dalam tempat penyimpanan berdasarkan tipe limbahnya untuk diproses lebih lanjut. Di dalam gedung limbah tidak terdapat peralatan yg berhubungan dengan safety [1]. Gedung limbah juga menyediakan tempat penyimpanan sementara berbagai macam limbah PLTN.

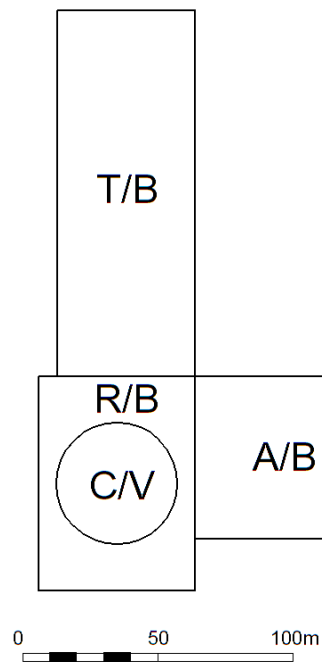
Gambar 1 sampai dengan Gambar 4 memperlihatkan perbedaan posisi dari masing-masing tipe tata letak. Gambar 1 menunjukkan tata letak PLTN tipe T untuk satu unit PLTN, sedangkan tata letak PLTN tipe I dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan :

R/B = Gedung reaktor; T/B = Gedung turbin; C/V = Bejana pengungkung; A/B = Gedung bantu

**Gambar 1. Tata Letak Tipe T untuk Satu Unit PLTN<sup>[2]</sup>**

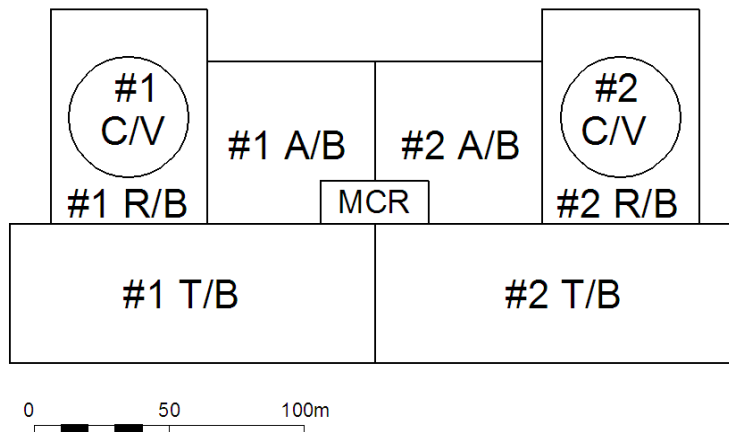


Keterangan :

R/B = Gedung reaktor; T/B = Gedung turbin; C/V = Bejana pengungkung; A/B = Gedung bantu

**Gambar 2. Tata Letak Tipe I untuk Satu Unit PLTN<sup>[2]</sup>**

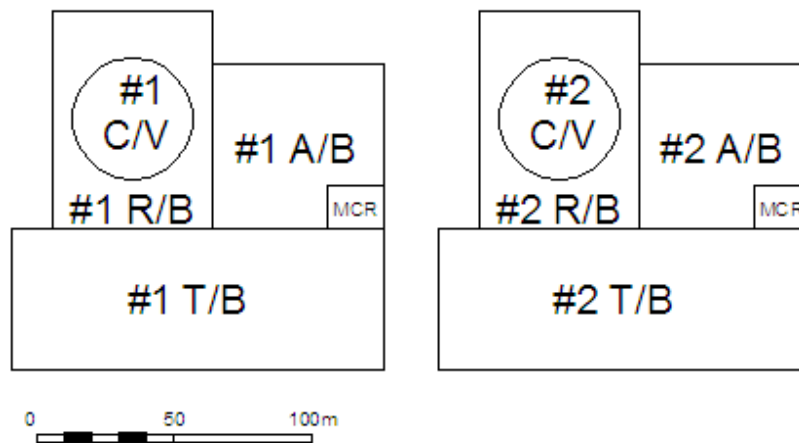
Gambar 3 dan Gambar 4 berikut memperlihatkan dua unit PLTN dengan tata letak tipe T- *mirror symmetrical* dan tata letak tipe T- *paralel*.



Keterangan :

R/B = Gedung reaktor; T/B = Gedung turbin; C/V = Bejana pengungkung; A/B = Gedung bantu; MCR = Ruang kendali utama

**Gambar 3. Tata Letak Tipe T- *Mirror Symmetrical* untuk Dua Unit PLTN<sup>[2]</sup>**



Keterangan :

R/B = Gedung reaktor; T/B = Gedung turbin; C/V = Bejana pengungking; A/B = Gedung bantu; MCR = Ruang kendali utama

**Gambar 4. Tata Letak Tipe T- paralel untuk Dua Unit PLTN<sup>[2]</sup>**

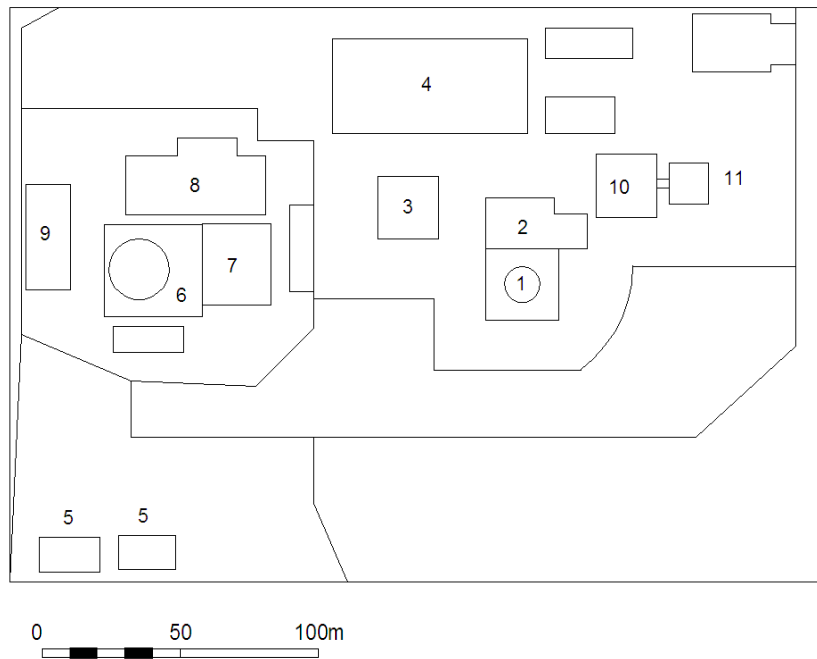
### 2.1. Tata Letak Tipe T (TSURUGA 2-satu unit)

Tata letak PLTN tipe T, sebagai contoh PLTN Tsuruga 2 di Teluk Wakasa Jepang merupakan PLTN satu unit. PLTN Tsuruga 2 terdiri dari gedung reaktor, gedung servis/bantu, gedung turbin, tegangan *switchyard* ekstra tinggi, gedung kantor utama, *gate house*, gedung limbah, dan sistem penyimpanan limbah padat. Struktur pondasi gedung reaktor dan gedung turbin menjadi satu kesatuan. Hal ini dapat meningkatkan stabilitas bangunan terhadap gempa. Akan tetapi susunan gedung yang berdekatan seperti ini akan berpotensi terkena *turbin missile* jika terjadi kecelakaan turbin.

Pada tata letak tipe T, susunan dan perkiraan dimensi gedung ditentukan terlebih dahulu. Penempatannya mempertimbangkan kondisi topografi dan geologi. Sebagai contoh, fasilitas-fasilitas yang berhubungan dengan keselamatan seperti gedung reaktor harus terletak di batuan keras, karena gedung reaktor mempunyai desain gempa klas A, maka pondasinya otomatis diletakkan di batuan keras. Gedung turbin pada umumnya diletakkan di sisi yang berdekatan dengan laut, hal ini dimaksudkan agar turbin dapat sedekat mungkin dengan sistem *intake and discharge*. Ketinggian pondasi dari gedung turbin ditentukan dengan memperhatikan jalur pipa uap utama reaktor. Tata letak PLTN Tsuruga 2 ditunjukkan pada Gambar 5.

Ruang kendali mempunyai desain gempa klas 1 (satu). Pada pembangunan dua unit PLTN dimungkinkan adanya penyederhanaan desain, yaitu satu ruang kendali dapat melayani dua unit sekaligus dengan penempatannya sedekat mungkin dengan gedung reaktor.

Gedung limbah dibangun berdekatan dengan gedung reaktor dan gedung turbin, dengan tujuan supaya lebih ekonomis. Pada umumnya, untuk dua unit PLTN disediakan dua unit gedung limbah. Untuk pengembangan kedepan gedung limbah dapat didesain untuk melayani dua unit PLTN.



Keterangan :

Tsuruga 1

1. Gedung reaktor
2. Gedung turbin
3. *Electrical switchyard*
4. Gedung limbah
5. Penyimpan limbah padat

Tsuruga 2

6. Gedung reaktor
7. Gedung servis/bantu
8. Gedung turbin
9. *Electrical switchyard*
10. Gedung kantor utama
11. *Gate house*

**Gambar 5. Tata Letak PLTN Tsuruga 2<sup>[3]</sup>**

## 2.2. Tata Letak Tipe I (AP1000-satu unit)

PLTN dengan tata letak tipe I adalah AP1000 seperti terlihat pada Gambar 6. Kompleks blok daya terdiri atas lima struktur bangunan utama; *nuclear island* (reaktor), gedung turbin, gedung penghubung, gedung generator diesel dan gedung limbah radioaktif. Setiap struktur bangunan ini dibangun pada masing-masing dasar (*basemat*). *Nuclear island* terdiri atas pengungkung, bangunan pelindung, dan gedung bantu, yang semuanya dibangun di atas basemat yang sama. AP1000 yang menerapkan tata letak tipe I mempunyai keuntungan terhindar terhadap kemungkinan melesatnya mesin turbin kearah gedung reaktor. Hal ini dikarenakan posisi gedung turbin yang segaris dengan gedung reaktor sehingga apabila terjadi kecelakaan, *turbin missile* akan terlempar dan tidak mengenai gedung reaktor.

Bejana pengungkung merupakan bagian integral dari sistem pendingin pengungkung pasif. Bejana pengungkung dan sistem pendingin pasif dirancang untuk mengambil cukup energi dari pengungkung guna mencegah tekanan pengungkung dari melebihi tekanan disain pada saat kecelakaan berbasis desain. Sistem-sistem utama yang terdapat di dalam bangunan pengungkung adalah sistem pendingin reaktor, sistem pendinginan teras pasif, dan bagian pemurnian pendingin reaktor (sistem kimia dan kendali volume). Pengungkung dibedakan menjadi dua yaitu *containment vessel* dan *shield building*. Bagian dalam disebut *containment vessel*, berupa struktur baja. *Containment vessel* merupakan satu bagian yang terintegrasi dengan sistem pendingin pasif. *Containment vessel* dan sistem pendingin pasif

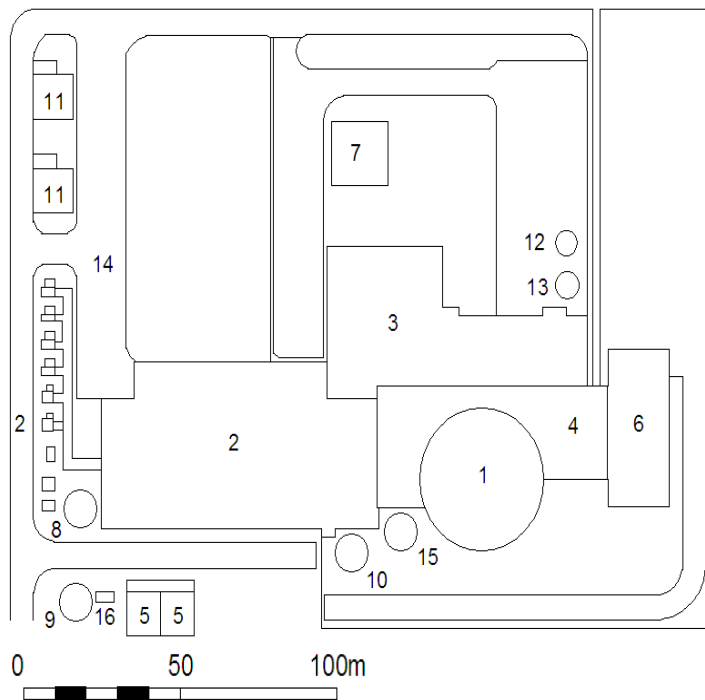
dirancang untuk memindahkan energi dari pengungkung guna mencegah terlampunya tekanan dalam pengungkung, sesuai dengan *design basis accidents*. Fungsi utama *vessel* adalah mencegah pelepasan zat radioaktif ke lingkungan.

Bagian luar berupa struktur beton bertulang yang mengelilingi *vessel* dengan diameter dalam 43 m, tinggi 22 m dan tebal 0,9 m disebut *shield building*. Selama operasi normal, *shield building* terhubung dengan struktur bagian dalam pengungkung yang menyediakan perlindungan bagi sistem pendingin reaktor dan semua sistem yang berhubungan dengan zat radioaktif serta komponen-komponen yang ada di dalamnya. Ketika terjadi kecelakaan, *shield building* akan menjadi pelindung dari material lepasan radioaktif yang mungkin tersebar di dalam pengungkung dengan kualitas perlindungan sama baiknya ketika partikel radioaktif tersebar di dalam air yang melewati pengungkung. *Shield building* juga merupakan satu kesatuan dengan sistem pendingin pasif. *The passive containment cooling system air baffle* terletak di bagian atas, fungsinya untuk sirkulasi udara jika terjadi kecelakaan. Pada kondisi ini, permukaan luar *vessel* akan memindahkan panas ke udara. Panas dengan kerapatan rendah akan mengalir melewati *air baffle* menuju difuser sedangkan panas dengan kerapatan tinggi dan bahkan lebih dingin akan masuk ke dalam *shield building* melewati celah udara yang berada di atas *shield building*. *Shield building* berfungsi sebagai pelindung akan bahaya dari dalam (*internal events*), dan juga berfungsi sebagai pelindung *containment vessel* dan sistem pendingin reaktor dari bahaya yang berasal dari luar (*external events*) seperti tornado dan senjata rudal. Peralatan yang ada di dalam pengungkung antara lain; generator uap, *loop* pendingin reaktor, *pressurizer* sebagian sistem keselamatan teknik dan bantu, sistem ventilasi, dan beberapa fasilitas transfer bahan bakar.

Di dalam gedung turbin terdapat turbin utama, generator, fluida terkait dan sistem kelistrikan. Gedung ini memberikan perlindungan udara bagi *laydown* dan pemeliharaan komponen-komponen turbin/generator utama. Selain itu juga memuat sistem pemurnian air pemulihan (*makeup*). Tidak ada peralatan terkait keselamatan yang terletak di dalam bangunan turbin ini.

Fungsi utama gedung bantu adalah untuk memberikan proteksi dan pemisahan peralatan mekanik dan elektrik kegunaan kategori 1 yang terkait keselamatan yang terletak di luar bangunan pengungkung. Gedung bantu memberikan proteksi bagi peralatan terkait keselamatan terhadap konsekuensi dari kejadian internal atau pun eksternal. Gedung bantu juga memberikan pelindung bagi peralatan radioaktif dan pemipaan yang ditempatkan di dalam bangunan ini. Peralatan-peralatan, sistem, dan fungsi yang paling signifikan dalam gedung bantu ini adalah sebagai berikut:

- Ruang kendali utama
- Sistem instrumentasi dan kendali *Class 1E*
- Sistem kelistrikan *Class 1E*
- Daerah penanganan bahan bakar
- Daerah peralatan mekanik
- Daerah penetrasi peralatan
- Kompartemen katup isolasi air umpan dan uap utama.



Keterangan :

- |   |  |  |
|---|--|--|
| 1. Pengungkung                              | 9. Tangki penyimpanan air pemadam            | 13. Tangki penyimpanan asam borat                                    |
| 2. Gedung turbin                            | 10. Tangki penyimpanan kondensasi            | 14. Area turbin  |
| 3. Gedung penghubung                        | 11. Tangki penyimpanan oli diesel pembangkit | 15. Tangki penyimpanan ancillary water pendinginan pasif pengungkung |
| 4. Gedung bantu                             | 12. Tangki penyimpanan air demineralisasi    | 16. Diesel fire pump   |
| 5. Menara pendingin                         |  |  |
| 6. Gedung limbah                            |  |  |
| 7. Gedung genset                            |  |  |
| 8. Tangki penyimpanan air pemadam/clearwell |  |  |

**Gambar 6. Tata Letak PLTN Jenis AP 1000 MWe<sup>[1]</sup>**

Gedung penghubung merupakan jalan masuk personel ke kompleks pembangkit listrik. Bangunan ini mencakup jalan akses bagi personel dan peralatan ke daerah di luar reaktor nuklir (*nuclear islands*) dalam bangunan tambahan dan ke daerah kendali radiologis. Bangunan ini meliputi fasilitas fisika kesehatan untuk pengontrolan masuk ke dan keluar dari daerah kendali radiologis serta fasilitas pendukung personel seperti ruang *locker*. Bangunan ini juga mengandung sistem daya listrik AC dan DC non-Class 1E, generator diesel bantu dan pasokan bahan bakarnya, peralatan listrik lainnya, pusat pendukung teknis, dan berbagai sistem pemanasan, ventilasi, dan pengkondisi udara. Peralatan yang terkait keselamatan tidak terdapat dalam bangunan tambahan ini. Bangunan ini juga merupakan akses yang besar ke *hatch*/palka peralatan bagian atas dan bawah dari bangunan pengungkung untuk akses personel selama *outage* dan masuk/keluarnya peralatan besar. Bangunan ini mencakup sebuah *hot machine shop* (bengkel) untuk layanan peralatan daerah kendali radiologis. *Hot machine shop* meliputi fasilitas dekontaminasi termasuk sebuah sistem dekontaminasi yang portable yang bisa digunakan untuk operasi dekontaminasi di seluruh *nuclear island*.

Gedung generator diesel memuat dua *slide* identik di sepanjang generator diesel yang dipisahkan oleh sebuah *fire wall* tiga jam. Generator ini memberikan daya cadangan untuk



operasi instalasi jika terjadi gangguan sumber daya normal. Tidak ada peralatan terkait keselamatan yang terdapat dalam bangunan generator ini.

Gedung limbah radioaktif meliputi fasilitas untuk pengelolaan limbah radioaktif, juga termasuk penyimpanan limbah sebelum pemrosesan dan setelah diproses. Tidak ada peralatan terkait keselamatan yang ada dalam bangunan limbah radioaktif ini. Daerah lantai dan ruang parkir trailer untuk sistem pengolahan limbah yang *mobile* adalah sebagai berikut ini:

- Pengiriman laundry terkontaminasi untuk pemrosesan off-site
- Pemrosesan dan pengepakan limbah kering
- Pengiriman limbah berbahaya/campuran untuk pemrosesan off-site
- Pengolahan limbah kimia
- Penerimaan dan penyimpanan container limbah kosong
- Penyimpanan dan pemuatan limbah yang telah dipak untuk pengiriman.

Bangunan limbah radioaktif juga merupakan penyimpanan sementara limbah radioaktif.

### 3. PEMBAHASAN

PLTN dengan tata letak tipe T maupun tata letak tipe I terdiri dari bangunan utama yang sama yaitu *seismic buildings* (pengungkung, gedung bahan bakar dan gedung bantu) dan *aseismic buildings* (gedung turbin, gedung penghubung, gedung generator diesel dan gedung limbah). Secara umum fungsi dari masing-masing gedung ke dua tipe tata letak tersebut adalah sama. Pada PLTN Tsuruga 2 yang menerapkan tata letak tipe T mempunyai kekurangan yaitu gedung reaktor beresiko tinggi terhantam oleh *turbin missile* jika suatu ketika terjadi kecelakaan pada turbin, hal ini disebabkan poros gedung reaktor (pengungkung) tegak lurus dengan poros turbin. Namun, susunan tata letak semacam ini akan lebih meningkatkan kekuatan daya dukung pondasinya karena pondasi dari gedung reaktor menyatu/mengumpul dengan pondasi dari gedung turbin sehingga dengan kondisi ini akan lebih tahan terhadap gangguan gaya gempa bumi. Selain itu ditinjau dari kebutuhan ruang untuk alokasi gedung reaktor dan gedung turbin, tata letak tipe ini mempunyai kelebihan yaitu membutuhkan lahan yang lebih tidak luas.

Pada PLTN AP1000 yang menerapkan tata letak tipe I, gedung reaktor terhindar dari hantaman *turbin missile* jika suatu ketika terjadi kecelakaan pada turbin, hal ini disebabkan poros gedung reaktor (pengungkung) satu garis dengan poros turbin. Namun tata letak dengan susunan semacam ini menurunkan kekuatan daya dukung pondasi karena pondasi dari gedung reaktor tidak menyatu/mengumpul dengan pondasi dari gedung turbin sehingga kondisi ini akan lebih mudah terganggu oleh gaya gempa bumi. Kebutuhan ruang untuk alokasi gedung reaktor dan gedung turbin pada tata letak tipe I ini membutuhkan lahan yang lebih luas. Tabel 1 memperlihatkan perbandingan tata letak antara PLTN tipe T dengan tipe I.

**Tabel 1. Perbandingan Tata Letak PLTN tipe T dengan Tipe I**

No.	Uraian	Tata letak Tipe – T	Tata letak Tipe – I
1.	Poros gedung reaktor terhadap poros turbin	tegak lurus	segaris
2.	Posisi pondasi	rapat, menyatu, tahan terhadap gempa	tidak mengumpul, menyatu, mudah terganggu gempa
3.	Kebutuhan lahan untuk gedung reaktor dan gedung turbin dengan ukuran yang sama	lebih sempit karena rapat	lebih luas karena tidak mengumpul

#### 4. KESIMPULAN

Ada beberapa tipe tata letak untuk satu unit PLTN, dua di antaranya adalah tata letak tipe T dan tata letak tipe I yang masing-masing tipe tata letak mempunyai kekurangan dan kelebihan. Posisi poros gedung reaktor PLTN dengan tata letak tipe T tegak lurus terhadap poros turbin, sedangkan pada PLTN dengan tata letak tipe I posisi poros gedung reaktor segaris dengan poros turbin, sehingga jika terjadi kecelakaan turbin, gedung reaktor dengan tata letak tipe T dapat terkena *turbin missile*. Dalam perencanaan pembangunan menggunakan desain gempa yang sama, tata letak tipe I mempunyai tingkat keamanan yang lebih tinggi dibanding dengan tata letak tipe T. Tata letak tipe I dapat menjadi pilihan yang baik untuk PLTN PWR kelas 1000 MWe yang rencananya akan dibangun di Indonesia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. \_\_\_\_\_, "Plant Description The Westinghouse AP1000 Advanced Nuclear Plant Description", Westinghouse Electric Co., LLC, 2003.
- [2]. \_\_\_\_\_, "Nuclear Power Generation Basic Course : Planning and Construction Work Tsuruga 2", 2004.
- [3]. Council For Security Cooperation in the Asia Pasific, "Nuclear Reaktor Map : Tsuruga", [http://www.cscap.nuctrans.org/Nuc\\_Trans/locations/tsuruga.htm//Diakses](http://www.cscap.nuctrans.org/Nuc_Trans/locations/tsuruga.htm//Diakses) 1 Februari 2010
- [4]. STUK, "Safety Criteria For Siting A Nuclear Power Plant", Radiation And Nuclear Safety Authority of Finlandia, 2000.
- [5]. U.S NRC, "General Suitability Criteria For Nuclear Power Stations", Regulatory Guide 4.7 Revision 2, U. S. Nuclear Regulatory Commission, April 1998.
- [6]. U.S NRC, "Seismic Design Classification", Regulatory Guide 1.29 Revision 4, U.S. Nuclear Regulatory Commission, March 2007.