

## KAJIAN KUALIFIKASI PADA DESAIN, MANUFAKTUR DAN KONSTRUKSI PERANGKAT SUATU PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR (PLTN)

Mairing M. Pongtuluran

Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - BATAN

### **Abstrak**

*Kajian kualifikasi pada desain, manufaktur dan konstruksi perangkat dan sistem suatu pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) bertujuan untuk memberikan pembagian zona dalam suatu instalasi agar industri domestik dapat terlibat langsung dalam pembangunan. Dalam persiapan pembangunan suatu PLTN semua kegiatan harus mengikuti Code dan Standard serta Regulasi yang erat kaitannya dengan keselamatan. Instalasi PLTN terbagi atas 4-zona standard perangkat dan sistem nuklir. Zona 1 terdiri dari teras reaktor dan sistem kendali serta hal-hal yang berhubungan dengan sistem transportasi panas utama. Zona 2 terdiri dari sistem pendingin moderator teras reaktor, sistem kontainmen dan peralatan dalam kontainmen. Zona 3 terdiri atas sistem uap turbin, gedung turbin dan semua sistem dalam gedung turbin terkecuali pemipaan dan pompa sistem pendingin teras reaktor. Sedangkan zona 4 meliputi peralatan dan sistem non nuklir. Hasil kajian memperlihatkan bahwa perkembangan teknologi PLTN telah memasuki tahapan generasi 3 dan 4, sehingga para desainer, pemanufaktur atau kontraktor domestik harus menyesuaikan proses kualifikasi tiap generasi PLTN dan menempatkan perusahaannya kedepan untuk mampu berkompetisi sesuai perkembangan dalam industri. Dengan memahami pembagian zona-zona tersebut, industri domestik diharapkan mampu menyediakan perangkat PLTN dengan tingkat kualitas dan kehandalan yang dipersyaratkan. Dengan demikian ketersediaan pelayanan jasa konstruksi maupun perawatan suatu PLTN terjamin setiap saat secara berkelanjutan.*

*Kata Kunci: Kualifikasi, zona, perangkat, manufaktur, PLTN*

### **Abstract**

*The qualification assesment on design, manufacture, and constructions for equipments and system of nuclear power plants (NPP) has an objective to provide zone divisions in order that domestic industries are able to participate in nuclear plant construction. In all construction steps of NPP, all activities have to follow the codes, standards and regulations related to safety. The NPP is divided into four zones of equipments and nuclear system standars. The zone 1 consists of reactor systems, control system, and main heat transport. Zone 2 consists of reactor moderator coolant system, containment system, and devices in the containment. Zone 3 consists of main steam, turbine, turbine building, in exception of piping and pumps coolants system. Meanwhile, the zone 4 covers all non nuclear equipments and systems. The assessment shows that the NPP technology has progressed into generation 3 and 4. The designers, manufacturers, and constructors have to consider the qualification process, and they have to prepare in the future the competitiveness following industry development. By understanding the zones division, the domestic industries are hoped to be able to provide the NPP equipments with the quality and reliability as required. The availability of the construction and maintenance services of NPP is continually assured all time.*

*Keywords : Qulification, zona, equipments, manufacturing, NPP*

1. Pendahuluan

Sebagai latar belakang pada tulisan ini adalah memuat adanya keterbatasan industri manufaktur atau kontraktor domestik dalam memahami tingkat kualifikasi desain, manufaktur dan konstruksi dalam suatu PLTN. Dewasa ini pemerintah Indonesia lagi giat-giatnya melakukan studi tapak lokasi untuk membangun suatu Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN).

Perkembangan teknologi PLTN didunia saat ini mengalami perubahan (inovasi) yang cukup signifikan yakni dari generasi I, II dan III sampai generasi IV <sup>1)</sup> saat ini yang tentu saja akan diikuti persyaratan fungsi dan operasi serta aplikasi code dan standard. Untuk itu agar menjadikan suatu kewajiban bagi industri domestik dalam mengembangkan batasan atau kualifikasi dalam menjamin menyiapkan aras (Level) keselamatan dan mutu dari sistem nuklir atau non nuklir dalam mendesain, konstruksi dan manufaktur perangkat PLTN.

Perusahaan jasa konsultan, konstruksi dan atau industri manufaktur berpikir untuk memasuki bisnis baru ini dan mempertanyakan "Apakah industri instalasi nuklir ini memerlukan produk lokal dalam mensuplai jasa dan barang?" serta "Apakah jenis batasan atau kualifikasi dan aproval yang diperlukan dalam pembangunan instalasi tersebut?"

Sebagai pertimbangan dalam investasi, pada tahap pembangunan suatu PLTN diperlukan biaya investasi sekitar ~ 80 %, sedang setelah beroperasi hanya sekitar 20% <sup>2)</sup> hingga dapat dibayangkan jika suatu PLTN tidak beroperasi dalam sehari saja, maka kerugian dapat diperkirakan mencapai kurang lebih USD 4 juta (PLTN berdaya 1000 MW) yang merupakan kehilangan revenue dan bunga bank atas biaya kapital tersebut.

Maka dengan itu perlunya memacu industri domestik untuk ikut berpartisipasi dalam pembangunan baik saat dimulai dari studi tapak, desain rekayasa sampai pada saat manufaktur dan konstruksi. Suatu pertimbangan RAM (Reliability, Availability dan Maintainability) merupakan 3-faktor utama yang sangat penting dalam pembangunan suatu PLTN. Oleh karena konsekuensi ketiga hal tersebut terhadap

operator reaktor PLTN memerlukan infrastruktur / industri disekitar instalasi nuklir yang memiliki kemampuan dan secara cepat membantu mengatasi jika terjadi masalah pada pembangkit daya yang harus bisa cepat diatasi oleh industri lokal dalam pembuatan atau manufaktur peralatan atau perangkat suatu PLTN.

Industri domestik atau perusahaan kerekeyasaan yang berkemampuan dapat melakukan perekayasaan baik dalam desain/manufaktur instrumentasi dan kendali, sistem elektrik dan mekanikal atau struktur atau perangkat lainnya semestinya dipersiapkan dengan matang untuk ikut berpartisipasi dalam pembangunan PLTN. Agar mudah mengatasi bilamana suatu perangkat mengalami kegagalan yang dapat menyebabkan PLTN shutdown dengan biaya yang serius dan bahkan dapat berimplikasi terhadap keselamatan.

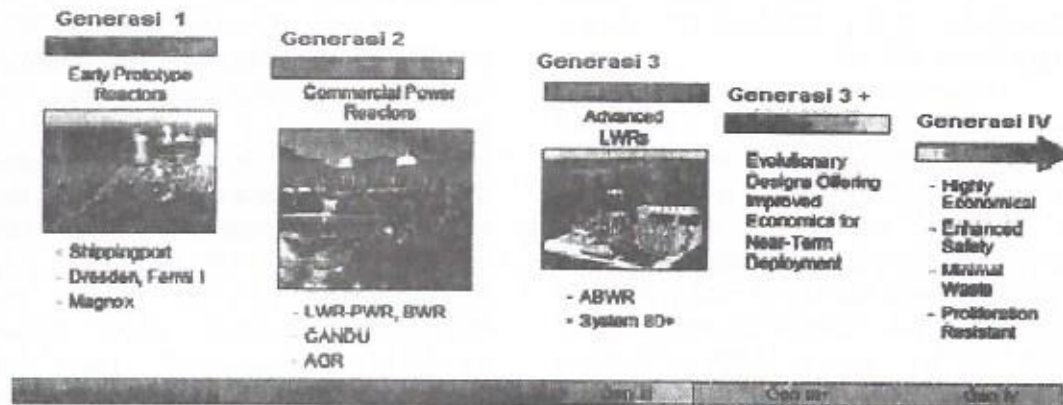
Berikut ini ada beberapa teknologi instalasi PLTN yang stakeholder tertarik dalam sistem aproval regulatori antara lain: Kepemilikan proyek, Investor & Penjaminan, Perancang seperti Insinyur & Arsitektur, dan Spesialis Konstruksi serta Kewenangan yang memiliki kekuatan Hukum. Kebanyakan perizinan keselamatan nuklir diperoleh dari kepemilikan proyek atau Arsitektur/Engineer, dan memformulasikan persyaratan untuk manufaktur dan konstruksi berdasarkan persyaratan perizinan.

Perusahaan konstruksi, manufaktur dan suplyer tertarik membutuhkan pertama-tama prequalifikasi bagi pekerjaan yang hendak dilakukan, yang kemudian memiliki Arsitektur/Engineer dapat menjelaskan kemampuannya menyetujui khususnya daftar tender. Konsekuensinya suatu perusahaan harus memulai proses prakualifikasi sebelum menyatakan ketertarikannya pada Arsitektur / Engineer bersama-sama mereka dapat mengevaluasi saat proses kualifikasi.

Tulisan ini menguraikan instalasi PLTN kedalam zona-zona yang mendekati persyaratan untuk menyesuaikan persyaratan yang sejenis. Jika perusahaan industri manufaktur bejana

tekan pada industri minyak dan gas, mereka harus dapat mengetahui apakah mereka memerlukan kualifikasi ekstra sesuai kebutuhan fabrikasi bejana tekan tertentu pada suatu PLTN. Code dan Standard serta persyaratan lainnya seringkali berubah seperti adanya

pengembangan yang terjadi. Tulisan ini bermaksud memberikan hanya berupa suatu ide secara umum pada sesuatu hal yang diharapkan, seharusnya perusahaan domestik berkeinginan berpartisipasi dalam proyek pembangunan PLTN.



Gambar 1. Peta Perjalanan Perkembangan Teknologi PLTN <sup>1)</sup>

## 2. Metodologi

Suatu kajian yang dilakukan pada beberapa instalasi PLTN yang sudah beroperasi didunia, dilakukan pembagian zona dari berbagai perangkat nuklir dan non nuklir suatu instalasi yang didasarkan menurut fungsi dan operasional dari sistem nuklir & non nuklir yang bermuara pada standard keselamatan.

Pada daerah teras reaktor terdapat sejumlah Bahan Bakar Nuklir dimasukkan kategori kelas 1 termasuk sistem kendali reaktor dan sistem pemindah panas dari dalam teras reaktor, pada daerah tersebut dapat dikualifikasi sebagai zona kesatu.

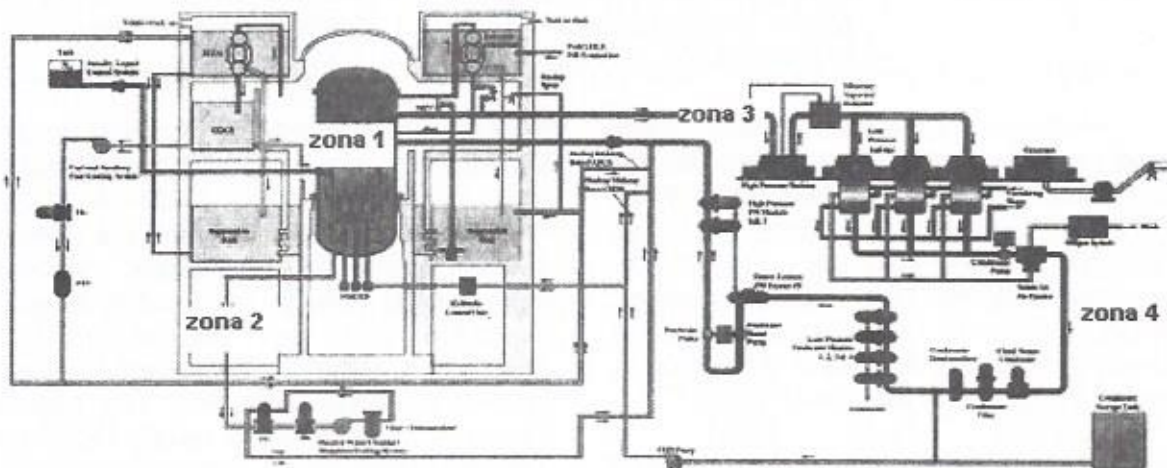
Setelah dilakukan kajian pada beberapa studi literatur pembangunan instalasi PLTN seperti ABWR dan PWR IPR 1000 dan beberapa instalasi reaktor

sedang pada daerah yang terdapat perangkat dari sistem pendingin moderator teras reaktor, sistem pengungkung, dan umumnya sistem dan perangkat yang ada didaerah pengungkung dikualifikasi sebagai zona kedua.

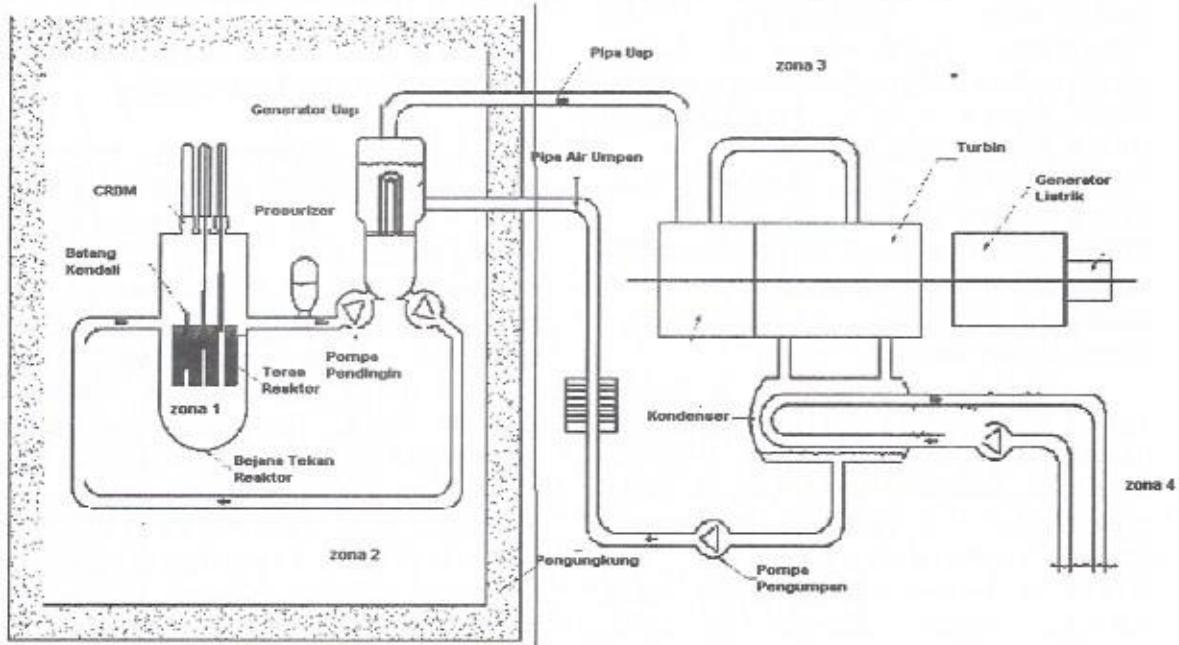
Daerah zona ketiga yang terdiri dari dari sistem turbin uap, bangunan turbin dan seluruh sistem terkecuali pemipaan dan pompa sistem pendingin teras emergensi. Pada daerah zona keempat yaitu termasuk semua sistem non nuklir yang terdapat dalam suatu instalasi PLTN.

## 3. Pembahasan

generasi kedua terdapat 4-zona yang dapat di kualifikasikan seperti pada tabel 1, berikut dibawah:



Gambar 2: Perangkat dari Sistem Instalasi PLTN tipe ABWR <sup>4)</sup>



Gambar 3 : Perangkat dari Sistem Instalasi PLTN tipe PWR IPR1000 <sup>3)</sup>

Tabel 1. Pembagian Zona dalam Suatu Instalasi PLTN

NO	PEMBAGIAN	DESKRIPSI	KETERANGAN
1	Zona 1	Bahan bakar nuklir (fuel), sistem kendali reaktor (CRD), sistem pemindah panas (moderator)	ASME seksi III kelas 1, ASME NF
2	Zona 2	Sistem pendingin teras reaktor, sistem pengungkung (containment), dan atau perangkat yang terdapat dalam kontainmen	ASME seksi III kelas 2 ASME seksi V / XI
3	Zona 3	Sistem turbin uap, bangunan turbin dan perangkat lainnya terkecuali pemipaan dan pompa pendingin teras emergensi.	ASME III kelas 3 ASME seksi VIII dan ASME seksi V dan XI

4	Zona 4	Perangkat yang terdapat pada sistem yang bukan nuklir (Non Nuclear) suatu instalasi PLTN	ASME seksi III kelas IV ASME seksi VIII dan V / XI
---	--------	--	---

Aplikasi code dan standard pada suatu instalasi PLTN yakni: ASME Section III Classes 1,2, and 3, sistem nuklir, ANSI B31 Pemipaan, IEEE code terkecualiapakah merupakan anti nuklir, Nasional Building Code (USA, Indonesia), ASME Section IX Kualifikasi Welding and Brazing, dan ASME Seksi NF Support serta ISO QA 9000 atau seri 10.000

ASME Code seksi III mendefenisikan sistem nuklir, dalam istilah yang Code

sistem nuklir. ASME seksi III<sup>5,6)</sup> adalah mendefinikan kepentingan dan persyaratan. ASME Seksi III sebagai acuan Code dan Standard yang aplikabel : ASME Seksi III Kelas 1 - digunakan untuk semua perangkat pada zone 1

ASME Seksi III Kelas 2 - digunakan untuk semua perangkat pada zone 2

ASME Seksi III Kelas 3 - digunakan untuk semua perangkat pada zone 3

ASME Seksi III Kelas 4 - digunakan untuk semua perangkat pada zone 4

Seperti pada gambar 2 dan 3, dijelaskan contoh pembangian zona pada instalasi PLTN ABWR dan PWR IPR1000, industri manufaktur yang terlibat dalam persyaratan Code dan standard mungkin dapat menyesuaikan perubahan dari proyek ke proyek lainnya. Akan tetapi, Petunjuk berikut dibawah ini dapat membentuk suatu dasar bagi perusahaan atau industri untuk memutuskan level umum apakah telah sesuai kualifikasi yang ingin dicapai.

#### 4.1 Desain, Konstruksi & Manufaktur Perangkat, Peralatan & Sistem, Zona 4

Zona 4 ini termasuk umumnya adalah sistem bantu dan perlengkapan. Pada umumnya mereka tidak berpengaruh langsung pada operasi PLTN. Lagi pula suatu kegagalan dapat diperbaiki sementara instalasi tetap berlangsung beroperasi.

Code dan standar yang digunakan industri Oil & Gas bagi sistem tekanan kecil dan rendah sedikit berkaitan dengan zona 4, misalnya sistem non nuklir, peralatan dan

sistem yang non proses. Pembuatan dan konstruksi yang akan diharapkan diatur oleh ASME seksi III kelas 4 (NC). Persyaratan suatu sistem kelas 4 adalah sama dengan "Best Pactice" dimana industri lokal yang sudah familiar dengan pekerjaan code dan standar tersebut. (misalnya code bangunan, code kebakaran, code kelistrikan dll) seperti biasanya memenuhi suatu Standar Jaminan Mutu, ISO yang dikehendaki. Bejana tekan kecil dan tekanan rendah, sistem pemipaan dan sistem lainnya (kurang dari 103.4 kPa) biasanya dikehendaki oleh balai Bejana dan Tangki Tekan yang memiliki wewenang.

#### 4.2 Desain, Konstruksi & Manufaktur Perangkat, Peralatan & Sistem, Zona 3<sup>6,7)</sup>

Zona ini termasuk bagian konvensional (Non Nuklir) suatu sistem proses instalasi PLTN, bagian ini terdiri dari bangunan turbin, rumah turbin dan generator, sistem yang berhubungan dengan pemanas air umpan, kondenser, pompa, tangki penyimpan dan sistem pendingin kondenser dan juga generator.

Pengendalian code sistem dan peralatan zona 3 ini adalah ASME Code seksi III Klas 3. Code dan standar yang aplikabel sistem tekanan tinggi (lebih besar dari 103.4 kPa), bagi industri Oil & Gas, hubungannya dekat dengan sistem nuklir ASME Seksi III Kelas 3. Kelas 3 termasuk semua Code dan Standard dimasukkan dalam zona 4. Seperti halnya dalam industri perminyakan, ASME Code Seksi VIII untuk Ketel dan Bejana Tekan sebagai kendali dalam desain, dan registrasi bejana tekan dan sistem perpipaan.

Hal lain yang belum diatur di bagian-bagian lain di Indonesia perlu dipersiapkan khususnya bagi bejana tekan (B4T Bandung), sistem pemipaan dan sambungan untuk desain, manufaktur dan konstruksi agar memenuhi Jaminan Kualitas (QA), ISO dan sebagainya. bilamana pemanufaktur atau kontraktor lokal sudah sering mengerjakan perangkat

industri perminyakan dan gas dan memutuskan melakukan pekerjaan nuklir. Mereka berkemampuan dalam 3 s/d 4 bulan bekerja pada Zona 3 dan 4 pada suatu PLTN

#### 4.3 Desain, Manufaktur & Konstruksi Perangkat, Peralatan & Sistem, Zone 2

Zona ini meliputi semua sistem dalam kontainmen bangunan reaktor, dan didalam kontainmen Area Penyimpanan Bahan Bakar. Tidak termasuk teras reaktor, sistem kendali seperti Sistem Pindah Panas Primer. Pada Zona ini kebanyakan sistem reaktor nuklir non proses diatur dalam ASME Seksi III kelas 2. Persyaratan ASME III kelas 3 termasuk dalam hal ini tergantung sistemnya, berikut ini dapat diperlukan:

- a. Kebertelusuran material dan pengendalian pada ingot bagi material yang digunakan disemua produk.
- b. Sistem Jaminan Kualitas ISO 9001
- c. Desain dan Submisi Prosedur Manufaktur
- d. Desain dan Submisi Prosedur Pengujian
- e. Pengembangan Pengujian
- f. Penyaksian Pengujian perangkat dan sistem dan kondisi operasi
- g. Pengembangan dan Perawatan perangkat PLTN
- h. Peraturan lainnya yang diperlukan dalam setiap sistem batas tekanan yang mungkin berpengaruh terhadap pengungkung bahkan jika tekanan menjadi lebih rendah. Bila mana akan melakukan pekerjaan pada Zona 2 maka mereka akan berkualifikasi dalam 6 s/d 12 bulan

#### 5. KESIMPULAN

- Desain, Manufaktur dan Konstruksi PLTN diperlukan ekstensi persyaratan yang area pemurnian minyak atau perbaikan fasilitas-fasilitas lainnya.
- Persyaratan Zona 3 dan Zona 4 hampir sama dengan yang diperlukan pada industri perminyakan
- Persyaratan Zona 2 termasuk industri perminyakan bagi komponen yang sejenis ditambah kebertelusuran material dan pengembangan dan eksekusi penyaksian pengujian.

#### 4.4 Desain, Konstruksi & Manufaktur Perangkat, Peralatan & Sistem, Zona 1<sup>5)7)</sup>

Pada zona ini termasuk diantaranya Teras Reaktor, Sistem Penyanggah, Kontainmen Primer, Sistem Kendali dan Pendingin yang biasa disebut Sistem Pindah Panas Primer. Di Indonesia pengendalian code adalah dapat menggunakan ASME seksi III Kelas 1 atau ikuivalennya. Code didefinisikan persyaratan bagi material, desain, fabrikasi, eksaminasi, pengujian, inspeksi, instalasi, sertifikasi, stempel dan proteksi tekanan berlebih PLTN perangkat dan penyanggahnya. Pompa, Katup, Logam Bejana Tekan, Sistem Perpipaan, Struktur Penyanggah Teras adalah dimaksudkan berfungsi dalam persyaratan keselamatan sistem nuklir.

ASME Seksi III memberikan persyaratan bagi desain dan konstruksi termasuk pertimbangan tegangan mekanik dan termal yang disebabkan oleh siklus operasi. Juga memberikan persyaratan untuk bejana reaktor konkret dan pengungkung. Selain itu dapat memberikan persyaratan pengangkutan dan pengungkungan limbah radioaktif aras tinggi. ASME Seksi III dapat juga untuk persiapan prototipe perangkat yang ditujukan pertama untuk NDT dan akhirnya pada pengujian destruktif. Hal ini diperlukan sebelum persetujuan yang diberikan bagi prosedur manufaktur, prosedur pengujian, pembuatan perkakas, pelatihan personal dan kendali kualitas. sedang jika ingin melakukan pekerjaan Zona kelas 1 maka berkualifikasi pada tidak lebih 18 bulan.

- Persyaratan Zona 1 termasuk semua persyaratan Zona 2 ditambah manufaktur dan pengujian prototipe dan sampel perangkat.
- Memperhatikan pertimbangan Waktu, bilamana pamanufaktur atau kontraktor lokal sudah sering mengerjakan perangkat industri perminyakan dan gas dan memutuskan melakukan pekerjaan nuklir. Mereka berkemampuan dalam 3 s/d 4 bulan bekerja pada Zona 3 dan

4 pada suatu PLTN. Bila mana akan melakukan pekerjaan pada Zona 2 maka mereka akan berkualifikasi dalam 6 s/d 12 bulan, sedang jika ingin melakukan pekerjaan Zona kelas 1

maka ia berkualifikasi tidak lebih 18 bulan waktu yang diperlukan, hingga berkualifikasi.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- 1) US DOE Nuclear Advisory Committee, A Technology Roadmap, 2002
- 2) Cosmos M, 1638 Scenic Heights South, Alberta, Canada, 2005
- 3) Mairing MP dkk, Design Konseptual PLTN Tipe PWR IPR1000, PPEN, 2009
- 4) ABWR, General Electric Nuclear Energy, USA 1996
- 5) ASME Code Seksi III, Sistem Nuklir Klas 1,2 dan 3, 2004
- 6) ASME Code Seksi IX, Kualifikasi Pengelasan dan Brazing, 2004
- 7) ASME Seksi NF, Tumpuan (Support), 2004