



## PERSYARATAN KONSTRUKSI IRADIATOR MULTI-GUNA 2X250 KCI

Reinhard Pardede<sup>1</sup>, Sutomo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

### ABSTRAK

*PERSYARATAN KONSTRUKSI IRADIATOR MULTI-GUNA 2x250 kCi. Saat ini sedang dilakukan penyelesaian akhir disain iradiator gamma 2 x 250 kCi (Co-60) untuk kemudian memasuki persiapan konstruksi. Namun sebelum memasuki tahap konstruksi, perlu dilakukan kajian agar pelaksanaan konstruksi tidak menyimpang dari rencana awal pendirian instalasi iradiator akan digunakan pengawetan produk pertanian, dan sterilisasi kesehatan. Membangun suatu instalasi nuklir dibutuhkan kehati-hatian yang tinggi bahkan sejak perencanaan awal. Oleh karena iradiator adalah instalasi nuklir maka harus mengacu pada Pedoman Keselamatan- Safety Guide yang dikeluarkan oleh IAEA- Badan Atom Internasional dalam hal ini adalah tapak, pedoman IAEA 50- C-S (Rev.1) Code on the safety of nuclear installation: Siting, Selanjutnya, dalam dokumen Quality Plan (Rencana Mutu) konstruksi dinyatakan berupa persyaratan sumber daya manusia yang akan mengerjakan aktifitas konstruksi, identifikasi prosedur-prosedur kerja konstruksi. Kajian-kajian tersebut adalah berhubungan dengan dokumen wajib untuk memenuhi perizinan Badan Pengawasan Tenaga Nuklir -Bapeten yang harus dibuat yaitu dokumen PSAR (Preliminary Safety Analysis Report). Laporan Analisa Keselamatan Awal merupakan dokumen yang dibuat sebelum konstruksi iradiator dilakukan. Secara kontraktual kegiatan pra-konstruksi ini adalah termasuk paket kegiatan EPCC (Engineering Procurement Construction Commissioning) yang dituangkan dalam dokumen tender BIS (Bidder Invitation Specification), untuk kemudian dirinci lagi dalam dokumen specification, bill of quantity dan drawing. Dengan dibuatnya persyaratan konstruksi dalam perencanaan, maka diharapkan penyimpangan dapat diminimalisir.*

*Kata kunci: Konstruksi, iradiator 2x250 kci, PSAR, EPCC, BIS*

### ABSTRACT

*REQUIREMENT OF MULTI-PURPOSE 2X250 kCi IRRADIATOR CONSTRUCTIONS. Currently finishing the design of gamma irradiators 2 x 250 kCi (Co-60) is being carried out and then entering the preparing of construction. However before entering the construction phase, a review needs to be done so that the construction does not deviate from the original plan: the establishment of the installation of irradiators that will be used for preservation of agricultural products, and medical sterilization. To construct a nuclear installation is required prudential higher even since the early planning. Because irradiators are nuclear installations, it should refer to the Guidelines for Safety-Safety Guide issued by the IAEA, International Atomic Agency : IAEA guidelines 50 - CS (Rev.1). Code on the safety of nuclear installation: Siting, And then, in the document Quality Plan of those constructs expressed in such as of human resource development should that will be executed on construction activity, the identification working procedures. Those views are related to the documents required to meet licensing from Nuclear Regulatory Commission of Indonesia: Bapeten, this document is: PSAR document (Preliminary Safety Analysis Report), as requirement before construction irradiators begin. Contractually pre-construction activities are included as an activity EPCC (Engineering Procurement Construction Commissioning) as outlined in the tender documents. BIS (Bidders Invitation Specification), for further detailed again in the document specification, bill of quantity and drawing. With the construction requirements made in the planning, it is expected that deviations can be minimized*

*Keywords : Construction, irradiators 2x250 kCi, PSAR, EPCC, BIS*



## 1. PENDAHULUAN

Pada saat sekarang ini, pengawetan produk pertanian dan juga sterilisasi kesehatan di Indonesia dilakukan dengan cara-cara konvensional sehingga membutuhkan energi yang lebih banyak namun juga masa keawetannya dengan daya tahan yang lebih singkat. Untuk itu perlu kiranya dilakukan pengawetan produk pertanian dan juga sterilisasi kesehatan dengan iradiasi melalui instalasi nuklir iradiator dengan menggunakan Co-60. Namun karena iradiator adalah instalasi nuklir maka diperlukan persyaratan-persyaratan keselamatan yang tinggi tapi juga harus memiliki manfaat ekonomi yang lebih tinggi dibanding dengan konvensional. Sehingga investor tertarik untuk menanamkan modalnya untuk membangun iradiator di pelbagai tempat di Indonesia.

Saat ini sedang dilakukan penyelesaian akhir disain iradiator gamma 2 x 250 kCi (Co-60) untuk kemudian memasuki persiapan konstruksi. Namun sebelum memasuki tahap konstruksi, perlu dilakukan kajian-kajian agar pelaksanaan konstruksi tidak menyimpang dari rencana awal konstruksi iradiator. Kajian-kajian tersebut adalah berhubungan dengan dokumen perizinan yang diwajibkan oleh pemerintah c.q Badan Pengawasan Tenaga Nuklir – Bapeten. Bapeten melalui Peraturan Pemerintah No. 43/2006 mewajibkan pemilik iradiator untuk membuat Program Jaminan Mutu yang merupakan bagian dari dokumen PSAR (*Preliminary Safety Analysis Report*). PSAR adalah merupakan Laporan Analisa Keselamatan Awal sebelum konstruksi iradiator dilakukan. Analisa tersebut meliputi laporan studi tapak lokasi konstruksi iradiator. Sesuai pedoman IAEA 50- C-S (Rev.1) *Code on the safety of nuclear installation: Siting*, studi tapak meliputi 12 topik yaitu:

- Topografi,
- Oceanografi,
- Geofisik,
- Hidrologi,
- Seismologi,
- Vulkanologi,
- *Man-Induced Man Event*,
- Demografi,
- Meteorologi,
- Tanah dan air,
- Sejarah,
- Ekologi

Data dikembangkan ke arah karakteristik tapak. Laporan lapangan mencakup; semua data dan catatan yang terkait; observasi dalam bentuk table/kurva/narasi dan pembahasan kondisi menyolok yang ditemukan maupun kesalahan yang muncul dan akurasi hasil.

Selanjutnya dibuat dokumen *Quality Plan* (Rencana Mutu) berupa persyaratan sumber daya manusia yang akan mengerjakan aktifitas konstruksi, identifikasi prosedur-prosedur kerja yang merupakan pedoman kerja yang akan diterapkan sehingga diharapkan akan terwujud operasi instalasi iradiator yang aman dan menghasilkan manfaat ekonomi yang tinggi. Prosedur-prosedur yang diterapkan dalam survey tapak ini adalah :

1. Prosedur penetapan persyaratan laporan survei tapak
2. Prosedur pengembangan dan pengesahan rencana survei tapak;
3. Prosedur pemilihan jasa spesialis;
4. Prosedur pemantauan jasa spesialis;
5. Prosedur penetapan persyaratan laporan akhir tapak;
6. Prosedur perencanaan, penugasan dan pengendalian pekerjaan;
7. Prosedur, perlindungan dan pemeliharaan ketertelusuran data;
8. Prosedur penetapan format data;
9. Prosedur laboratorium;
10. Prosedur analisis data dan dokumentasi kesimpulannya;
11. Prosedur persyaratan untuk sampel uji ;
12. Prosedur pengembangan dan validasi model;
13. Prosedur perubahan data dan perubahan kesimpulan.



Prosedur konstruksi yang harus disediakan pada saat konstruksi adalah:

1. Prosedur Pembersihan;
2. Prosedur Kualifikasi Pembengkokan & Pembentukan;
3. Prosedur Perlakuan Panas;
4. Prosedur Inspeksi, Prosedur Penyimpanan & Penerimaan;
5. Prosedur Uji Tekan;
6. Prosedur Kontrol Material las;
7. Prosedur radiografi;
8. Prosedur Magetik Partikel;
9. Prosedur Ultrasonik;
10. Prosedur Kalibrasi alat;
11. Prosedur Pemasangan komponen mekanikal;
12. Prosedur Lubrikasi;
13. Prosedur Kabel listrik;
14. Prosedur Sambungan Kabel;
15. Prosedur Terminasi Kabel;
16. Prosedur Uji Rele;
17. Prosedur Sistem Mutu ISO 9000

Prosedur-prosedur dapat ditambah atau dikurangi sesuai keadaan lapangan atau kontrak, juga dapat diperjelas dengan instruksi kerja atau petunjuk teknis. Makalah ini hanya dibatasi pada masalah persiapan konstruksi iradiator saja.

## 2. METODOLOGI DAN TATA CARA

Metode yang diterapkan untuk memperoleh bahan-bahan tulisan ini adalah dengan penelusuran kepustakaan dan juga melakukan wawancara dengan surveyor yang melakukan survey tapak instalasi nuklir dan juga pengawas konstruksi nuklir yang pernah dilakukan di BATAN. Metode tapak yang digunakan adalah pengumpulan data dan analisis data, baik data primer maupun skunder, serta metode prakiraan dan evaluasi dampak.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pra-konstruksi dimulai dengan penelusuran kepustakaan untuk mencari bahan-bahan dokumen kemudian menentukan tapak instalasi yang memenuhi syarat, selanjutnya menyiapkan rencana (quality plan) penyiapan sumber daya untuk pengerjaan konstruksi iradiator.

Kegiatan tapak dimulai dengan kegiatan perencanaan, evaluasi tapak, dan analisis survei tapak, dan konfirmasi tapak. Survei tapak dilakukan untuk mengidentifikasi satu atau lebih tapak yang cocok untuk konstruksi iradiator. Kegiatan survei tapak terbatas pada pengumpulan, kompilasi dan analisis data yang tersedia pada daerah yang diamati.

Dari hasil penelusuran kepustakaan, diperoleh hasil bahwa acuan penentuan tapak ditentukan dengan berdasarkan pedoman Badan Tenaga Atom Internasional, Penentuan tapak didasarkan pada dokumen IAEA<sup>[1]</sup> yang mencakup 50-C-S (Rev.1) *Code on the safety of nuclear installation: Siting*



Tabel 1: Pedoman penentuan Tapak Instalasi Iradiator

No.	Pedoman IAEA	Judul
1	50-SG-S1 (rev.1)	<i>Earthquake and associated topics in relation to nuclear installation siting</i> (Gempa dan berhubungan dgn tapak instalasi nuklir)
2	50-SG-S3	<i>Atmospheric dispersion in nuclear nuclear installation siting</i> (Dispersi atmosferik instalasi nuklir )
3	50-SG-S4	<i>Site selection and evaluation for nuclear installation with respect to population distribution</i> (Pemilihan tapak dan evaluasi instalasi nuklir berhubungan dgn distribusi populasi)
4	50-SG-S5	<i>External man-induced events in relation to nuclear installation siting</i> (Kejadian eksternal <i>man-machine</i> sehubungan dengan tapak instalasi nuklir)
5	50-SG-S6:	<i>Hydrological dispersion of radioactive material in relation to nuclear installation siting</i> (Dispersi hidrologikal dari bahan radioaktif sehubungan dengan tapak);
6	50-SG-S7	<i>Nuclear installation siting: Hydrological aspects</i> Tapak instalasi nuklir : (Aspek Hidologi)
7	50-SG-S8	<i>Safety aspects of the foundations of nuclear installation</i> (Aspek keselamatan dari fondasi instalasi nuklir )
8	50-SG-S9	<i>Site survei for nuclear installation</i> Survei tapak instalasi nuklir
9	50-SG-S10A	<i>Design basis flood for nuclear installation Non river sites</i> Disain Basis banjir instalasi nuklir pada tapak sungai;
10	50-SG-S10B	<i>Design basis flood for nuclear installation Non coastal sites</i> (Disain Basis banjir instalasi nuklir pada tapak koastal)
11	50-SG-S11 A	<i>Extreme meteorological events in nuclear installation siting, excluding tropical cyclones</i> (Kejadian ekstrim meteorogikal pada tapak instalasi nuklir);
12	50-SG-S11 B	<i>Design basis tropical cyclone for nuclear installation.</i> (Disain basis badai tropis pada tapak).

Indonesia, dalam membangun instalasi nuklir selama ini jarang sekali melakukan kegiatan tapak berdasarkan metode yang diuraikan di atas sehingga tidak dapat disajikan data-data studi tapak yang akan dijadikan sebagai acuan. Dengan penerapan pedoman di atas ditambah dengan penggunaan prosedur-prosedur diharapkan dapat dihasilkan data dengan tingkat ketelitian tinggi; karena menggunakan fasilitas dan peralatan pengujian yang digunakan; metode analisis dan proses analisis data. Persyaratan yang menentukan pengambilan sampel, juga frekuensi pengambilan sampel, validitas sampel, identifikasi sample dan penyimpanan data sample. Dokumentasi sample yang berhubungan dengan sumber data meteorologi, seismologi, survei, eksplorasi langsung/hasil pengamatan, eksplorasi tidak langsung/*mock-up*, pengujian laboratorium, harus tersimpan agar mampu telusur pada saat yang diperlukan. Personal lapangan yang mengolah data sample adalah memiliki sertifikasi personal. Laboratorium yang digunakan untuk menguji proses hidrodinamis dan aerodinamis adalah terakreditasi. Laporan laboratorium harus jelas dan semua pihak yang memiliki otoritas pembuat laporan sample harus membubuhkan approval. Laporan sampel harus jelas, mengenai pengujian yang dilakukan, peralatan yang digunakan, sampel yang diuji, tanggal pengujian dan prosedur yang dipakai. Data dikumpulkan menurut metode yang mudah ditelusuri. Laporan akhir kegiatan menguraikan hubungan hasil dengan informasi, pengujian atau teori; uraian mengenai kegiatan pengumpulan data; uraian mengenai masalah yang terjadi selama kegiatan pengumpulan data tapak, studi analisis dan pengujian serta ringkasan pekerjaan, pertimbangan, kesimpulan dan rekomendasi. Terhadap laporan akhir dilakukan validasi pihak yang berkepentingan, yang meliputi semua kegiatan tapak, hasil verifikasi, kaji-ulang, analisis alternatif, uji-lapangan, *surveilens* dan *monitoring* lapangan. Semua kegiatan tapak dikendalikan sehingga dipastikan bahwa peta, gambar, foto, kalkulasi, catatan lapangan dan informasi memiliki mampu telusur. Sebagai contoh disajikan hasil yang pernah dilakukan oleh Batan dan oleh konsultan NEWJEC <sup>[2]</sup>, pada tahun 1996



Tabel 2: Hasil studi penentuan tapak instalasi nuklir oleh New-Jeck Batan 1996.

No.	Entitas	Hasil penentuan tapak
1	Topografi	Telah dihasilkan peta topografi wilayah calon tapak di sekitar Gunung Muria dengan skala 1 : 5000
2	Oceanografi	Geografis utk <i>Offshore</i> : Studi menunjukkan bahwa wilayah ini tidak pernah/ bakal tak mungkin terjadi kejadian Tsunami.
3	Geofisik,	Geoteknikal: Di wilayah 3 calon tapak instalasi nuklir tidak pernah terjadi gempa.
4	Hidrologi	Studi menunjukkan bahwa air yang dibutuhkan oleh instalasi nuklir ini nantinya tidak akan mengalami kekurangan air
5	Seismologi	Studi menunjukkan bahwa maksimum getaran adalah 311 gal (galileo, unit dari getaran <i>acceleration</i> pada Ujung Watu, 238 gal pada Ujung Genggangan, 231 gal pada Ujung Lemah abang
6	Vulkanologi	Studi menunjukkan cara antisipasi bahaya vulkanik, yang dipelajari sifat-sifat lava. Daerah ini bebas dari bahaya vulkanik.
7	<i>Man-Induced Man Event:</i>	Sasaran studi ini menetapkan tentang kemungkinan ancaman keamanan terhadap ke tiga calon tapak.
8	Demografi:	Sasaran studi ini menunjukkan tentang distribusi populasi kepadatan penduduk di sekitar wilayah sekitar 50 kilometer persegi.
9	Meteorologi:	Studi ini menunjukkan bahwa di wilayah ini tidak akan pernah terjadi <i>tropical cyclone</i> . Kecepatan angin rata-rata 3 meter per-detik, temperatur rata-rata 27 ° C dan maksimum 35 ° C, curah hujan bulanan 33 sampai 789 milimeter.
10	Tanah dan air	Studi ini menunjukkan bahwa sifat pertanian untuk ketiga wilayah ini tidak berbeda jauh.
11	Sejarah monumental pada spesies	Studi ini menunjukkan bahwa tidak ditemukan perbedaan sifat spesies di ketiga daerah ini.
12	Ekologi	Studi ini menunjukkan bahwa sensitifitas ekologi di ketiga daerah ini tidak menunjukkan perbedaan.

Hasil yang diperoleh untuk ke dua belas item di atas dibahas oleh para ahli yang menguasai bidangnya yang berhubungan dengan ke dua belas item, lalu hasilnya dipresentasikan di hadapan pemilih dan otoritas pemerintah dan juga badan regulator nuklir dan juga lingkungan hidup, sehingga diputuskan untuk memilih lokasi yang paling sesuai.

Setelah lokasi tapak ditentukan dan diterima lalu dibuat dokumen yang berhubungan konstruksi. Selanjutnya ialah pembikinan dokumen *Quality Plan* (Rencana Mutu) <sup>[3]</sup> yang didasarkan pada peraturan Perka Bapeten No 4/2010 yaitu: persyaratan-persyaratan mutu, keselamatan, lingkungan, kesehatan, keamanan, dan ekonomi <sup>[4]</sup> yang berhubungan dengan konstruksi iradiator. Rencana mutu mengacu pada manual mutu konstruksi atau dokumen prosedur. Rencana mutu menguraikan hal-hal berupa:

- a) pemantauan dan pengukuran proses dan ekuipmen yang dipasang;
- b) prosedur dan kriteria keberterimaan yang digunakan;
- c) inspeksi atau uji diwajibkan untuk disaksikan atau dilaksanakan oleh pihak berwenang yang diarahkan untuk pengesahan dokumen keberterimaannya, verifikasi dan validasi dokumen
- d) deskripsi bagaimana permintaan perubahan desain dikendalikan;
- e) siapa yang berwenang untuk memulai permintaan perubahan; siapa berwenang untuk menyetujui atau menolak perubahan;
- f) bagaimana implementasi perubahan akan diverifikasi
- g) bagaimana produk yang tidak sesuai diidentifikasi dan dikendalikan untuk mencegah penyalahgunaan, sampai pembuangan



Pada tahap konstruksi iradiator semua dokumen disain sudah memasuki tahap disain rinci yang paling akhir yaitu *ready for construction* sehingga siap untuk dilakukan konstruksi.

Pada tahap konstruksi iradiator semua dokumen disain sudah memasuki tahap disain rinci yang paling akhir yaitu *ready for construction* sehingga siap untuk dilakukan konstruksi.

Tabel 3: Pra-kiraan kebutuhan pekerja konstruksi iradiator

	Profesional	Teknisi	Tukang Ahli	Jumlah
Pre Project	2	1-2	-	4
Project Management			-	
- Utility	5	2	-	7
- Main Contractor	3	2	-	5
Project Engineering	2	2	-	4
Procurement	2	2	-	4
QA/QC Activity	4	3	-	7
Manufacturing of equipment & component	4	10	20	34
Plant Construction	2	2	-	4
Commisioning	4	6	30	40
O & M	4	4	4	12
Lisensing& Regulator	6	-	-	6

Secara kontraktual kegiatan pra-konstruksi ini dimasukkan sebagai kegiatan EPCC (*Engineering Procurement Construction Comissioning*) yang dituangkan dalam dokumen tender BIS (*Bidder Invitation Specification*). BIS terdiri dari *Information provided by the User*/ Pemilik (informasi yang disampaikan oleh Pemilik) dan *Information requested from the bidder* (informasi yang dibutuhkan oleh pemasok).

Dengan adanya komunikasi dua arah antara pemasok dan pemilik yang tertuang dalam BIS maka semua keinginan pemilik dapat dipahami secara jelas, karena tertuang jelas dalam dokumen QAP BIS yang terdiri dari:

- *Instruction to the Bids;*
- *General Terms and Conditions;*
- *Scope of Supply and Services;*
- *Technical Specifications;*
- *Specification for the Co-60;*
- *Site Data and Information dan Site Drawing.*

Untuk mempersiapkan rencana konstruksi tersebut penting dilakukan langkah-langkah sistematis yang berbasis jaminan mutu. Jaminan mutu terhadap seluruh perencanaan dan kegiatan sistematis yang diperlukan untuk memberikan suatu keyakinan yang memadai bahwa paket EPCC memenuhi persyaratan mutu. Jaminan Mutu diterapkan antara lain juga karena seringkali ditemukan penyimpangan disain pada saat konstruksi dilakukan yang dapat mempengaruhi *cost*, skedul dan mutu yang secara keseluruhan dapat merugikan pemilik. Dengan diterapkannya manajemen jaminan mutu sejak awal maka diharapkan akan diperoleh konstruksi iradiator yang beroperasi berbasis keselamatan.

BIS terdiri dari <sup>[6]</sup> *Information provided by the user*/Pemilik (informasi yang disampaikan oleh Pemilik) dan *Information requested from the bidder* (informasi yang dibutuhkan oleh pemasok). Pembikinan dokumen perancangan Jaminan Mutu BIS meliputi:

- I. *General;*
- II. *Quality Grade Classification;*
- III. *Extent of Quality Assurance and Control;*
- IV. *Quality Assurance Organization;*
- V. *Documentation Retention and Retrieval;*
- VI. *Quality Assurance Program;*
- VII. *Coordination between Contractor and Owner*



Pada item QAP BIS poin I di atas, secara umum pemasok melakukan aktifitas untuk menjamin mutu struktur, sistem dan komponen yang sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dalam kontrak dalam bentuk kode, standard, spesifikasi, gambar, dan program uji.

Pada item QAP BIS poin II: *Quality Grade Classification*, di mana semua perangkat diperingkat oleh pemasok EPCC berdasarkan keselamatan dan keandalan. Aktifitas konstruksi yang diperingkat meliputi: kelas keselamatan yang diperingkat, kualifikasi personal yang melaksanakannya; rincian dan kebutuhan untuk perencanaan inspeksi; tingkat telusur; tingkat kontrol in-proses dan hold-point; rekaman. Sampel yang diperingkat harus mendapat persetujuan dari Pemilik.

Pada poin III. QAP BIS: *Extent of Quality Assurance and Control*, Eksten dari QA dan QC ditetapkan oleh pemasok EPCC terhadap perangkat yang berhubungan dengan klasifikasi pemeringkatan di atas.

Selanjutnya pada poin IV. *Quality Assurance Organization*, pemasok EPCC menetapkan organisasi yang akan melaksanakan QAP. Pemasok EPCC memberikan rincian informasi mengenai organisasi sub-kontraktornya. Departemen QA pada organisasi pemasok adalah independen terhadap departemen EPCC yang lain yaitu enjineering, disain, manufaktur dan konstruksi. Otoritas dan tugas pada personal yang diberikan pemasok EPCC harus jelas.

Poin V: *Documentation Retention and Retrieval*, pemasok EPCC memiliki tanggung-jawab penanganan semua rekaman dokumen, termasuk dokumen inspeksi, dokumen laporan uji dan sertifikat uji material dari semua sub-kontraktor EPCC. Semua dokumen dan spesifikasi perangkat yang berhubungan dengan keselamatan nuklir harus disampaikan ke pemilik untuk mendapatkan komen dan persetujuan. Pemasok EPCC akan menyediakan sistem fail semua dokumen.

Poin VI: *Quality Assurance Program*. Di dalam BIS diisyaratkan bahwa pemasok EPCC menyampaikan program QA/QC pada pemilik, dan pemilik mensurvei semua implementasi QA yang telah dinyatakan dalam kontrak. Rincian skedul di *workshop* yang penting harus disaksikan oleh pemilik.

Pada poin VII: Agar hasil konstruksi sesuai dengan perencanaan maka dilakukan koordinasi manajemen pengendalian disain EPCC. Pengendalian disain yang dijelaskan dalam BIS meliputi pengendalian terhadap proses disain EPCC, yaitu dari mulai pemilihan input disain sampai dihasilkannya spesifikasi *item (output disain)* EPCC yang diinginkan oleh pihak pemilik. Pemasok EPCC harus membuktikan bahwa setiap tahap proses konstruksi dilakukan tindakan QAP BIS yang meliputi persiapan, evaluasi pemasok, seleksi awal pemasok, evaluasi, penetapan kontrak, persetujuan saling-pengertian (MoU), kaji-ulang dan pengesahan, eksekusi kontrak, pengendalian ketidak-sesuaian, inspeksi penerimaan, kendali rekaman sampai pemberitahuan barang untuk dikonstruksikan sebagai langkah terakhir paket EPCC (Lihat Lampiran 1). Sedangkan dokumen level-2 berdasarkan IAEA mengenai konstruksi adalah:

- *Receipt and registration of contract document;*
- *Site contract review meeting;*
- *Site contract startup meeting;*
- *Confirmation of inspection levels;*
- *Suppliers site safety and security;*
- *Review of supplier control arrangements;*
- *Review of supplier /subsupplier; Instruction to supplier;*
- *Progress meeting;*
- *Supplier monitoring;*
- *Soil and concrete sampling;*
- *Queries and changes to design;*
- *Handover/transfer of responsibilitie;*
- *Emergency preparedness (for sites in close proximity to operational plant);*
- *Housekeeping during construction*
- analisa persyaratan disain;
- model disain;
- cek-ulang disain;
- verifikasi disain;
- kalkulasi alternatif;



- kualifikasi pengetesan;
- validasi disain;
- kontrol perubahan disain;
- output disain

Pada ereksi ekuipmen prokurmen saat konstruksi, sering terjadi perbenturan *interface* antara satu bagian dengan bagian lainnya sehingga progres harus dipantau personal Jaminan Mutu untuk menghindarkan adanya kerugian. Akibat ketidak-mampuan pemasok dapat pula ditemukan fakta adanya penyimpangan terhadap disain terdahulu. Namun ada juga penyimpangan yang tidak terhindarkan (bukan karena kesalahan perencana) yaitu akibat situasi dan kondisi lapangan maupun akibat interfes antar divisi, yang merupakan jenis penyimpangan yang dibenarkan, sepanjang tidak mengubah substansi dan perubahan inipun harus mengisi form *field change request* (FCR) dan *non conformance report* (NCR) sehingga semua pihak yang setuju dapat membubuhkan persetujuannya sebagai pertanggungjawaban. Namun apabila penyimpangan terjadi juga, maka harus dilakukan analisa disain karena terjadinya perubahan yang mendasar dalam persyaratan disain. Analisa disain dilakukan untuk menjamin bahwa disain tersebut telah memenuhi persyaratan seperti yang dicantumkan dalam code dan standard yang digunakan. Lalu dilakukan verifikasi dan validasi yang meliputi disain keseluruhan untuk mengetahui dan memperbaiki segala akibat penyimpangan disain yang terjadi, untuk menjawab apakah terjadi keterpengaruh dalam fungsi penggunaannya, dan dievaluasi untuk membuktikan unjuk kerja keselamatannya. Berdasarkan Prosedur Sistem Mutu ISO 9000 di atas dapat dilakukan audit mutu. Sasaran audit yang digunakan di sini adalah bertujuan "*continual improvement*" dengan proses manajemen perubahan berdasarkan hasil (*Result-Based Management*).

Pada lampiran-1 dapat dilihat evaluasi pemasok EPCC <sup>[7]</sup>, dengan 5 langkah-langkah yaitu:

1. Persiapan persyaratan pengadaan EPCC;
2. Evaluasi calon Pemasok;
3. Penyerahan kontrak;
4. Evaluasi kinerja pemasok;
5. Penerimaan barang EPCC

Di mana pemasok EPCC yang terpilih akan bekerja di bawah pengawasan wakil pemilik di lapangan konstruksi (Konsultan Manajemen Konstruksi). Dalam evaluasi pemasok, pihak pemilik akan diyakinkan bahwa pemasok telah menjalankan Jaminan Mutu dengan baik yang dapat dibuktikan melalui QAPnya. Evaluasi dapat dilakukan terhadap rekaman cek-lis hasil audit, *surveillance*, dan *monitoring*, sehingga dapat diambil keputusan untuk mengevaluasi pemasok. Dari evaluasi tender yang kompetitif akan diperoleh pemasok yang paling handal. Pengendalian EPCC meliputi *item-item* yang berhubungan dengan kelas keselamatan (*safety-class*). Pengendalian EPCC untuk menjamin agar disain benar-benar diverifikasi oleh personal yang memiliki persyaratan. Dari gambar *flowchart* pada lampiran-1 dapat dilihat aliran kerja mulai dari persiapan pengadaan, seleksi kontraktor EPCC, evaluasi kontraktor EPCC, penetapan kontrak, sampai pemberitahuan barang untuk dikonstruksikan oleh wakil pemilik. Apabila konsultan manajemen menolaknya dapat diverifikasi kembali, kalau sudah disetujui diteruskan ke PM (*Project Management*), untuk kemudian diteruskan ke pemilik untuk mendapat persetujuan sebelum dikonstruksikan, namun kalau tidak disetujui di kembalikan lagi ke konsultan manajemen. Semua aktifitas mutu EPCC dikendalikan melalui rekaman mutu. Rekaman Mutu meliputi : pengumpulan, penyimpanan dan pemeliharaan dokumen disain. Sehingga dokumen dapat dikontrol dan mudah dikaji-ulang oleh yang berwenang untuk memenuhi persyaratan-persyaratan iradiator yang meliputi persyaratan fungsi, persyaratan kinerja, kondisi lingkungan, persyaratan keselamatan, persyaratan struktur dan material, persyaratan perundang-undangan, standar dan kode yang berlaku

#### 4. KESIMPULAN

Persyaratan pra-konstruksi iradiator ditetapkan melalui pengujian yang sebaik-baiknya sebab kesalahan pada tahap ini dapat mengakibatkan kerugian pada tahap konstruksi, komisioning bahkan pada tahap operasi





---

## 5. DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA, Code on the safety of nuclear installation: Siting, 50- C-S (Rev.1), Vienna, (1988)
2. NEWJEC, BIS (Bid Invitation Specification), Jakarta, (1996)
3. International Standard Organization, Quality Plan ISO: 1005- 2005 , Geneva, (2005)
4. Perka Bapeten No.4/ 2010, Sistem Manajemen Fasilitas dan Kegiatan Pemanfaatan Tenaga Nuklir, Jakarta, (2010)
5. IAEA, Manual on Training, Qualification and Certification Quality Assurance Personnel, Technical Reports Series No.262, Vienna, (1986)
6. IAEA, Bid Invitation Specification for Nuclear Power Plants, Technical Report Series No. 275, Vienna (1987)
7. IAEA, Quality Assurance for Design Nuclear Installations, Vienna, (1996)

### PERTANYAAN :

1. Apakah semua prosedur yang disyaratkan dalam pembangunan PLTN juga harus dipenuhi dalam pembangunan irradiator? (HARNO GARNITO)
2. Sejauh mana kesiapan kita dalam menyiapkan prosedur2 tersebut? (HARNO GARNITO)

### JAWABAN :

1. Semua prosedur2 tsbdibuat sebelum konstruksi dilakukan dalam bentuk draft kemudian dipresentasikan disosialisasikan utk memenuhi kelengkapannya (Ref. IAEA S0 56-Q9-1996 mengenai tapak dan 50-S6-Q11 Mengenai konstruksi)
2. Seharusnya dpt dimulai pembuatan draft ketika keputusan utk konstruksi telah diambil



6.LAMPIRAN

