

MENYIAPKAN SDM ENGINEERING UNTUK MENYONGSONG PEMBANGUNAN PLTN

TRIHARJANTO, AHMAD CHAMSUDI
Pusat Pengembangan Energi Nuklir-BATAN
Jl. Kuningan Barat, Mampang Prapatan
Jakarta 12710, Telp/Faks. 021.5204243

Abstrak

Mulai bulan juli tahun 2005 pemerintah Indonesia mengeluarkan kebijakan hemat energi dan tahun ini bahkan ada pemadaman bergilir akibat pasokan energi listrik yang berkurang, serta akibat sebagian pembangkit masih menggunakan minyak bumi yang harganya sangat tinggi. Salah satu solusi alternatif untuk menambah pasokan energi listrik ini adalah pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN). Mengingat teknologi tenaga nuklir ini diperlukan tenaga kerja (SDM) dengan keahlian dan kedisiplinan tinggi, serta jumlah tenaga kerja yang cukup banyak maka sejak dini harus sudah dipersiapkan SDM yang sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan, sehingga saat PLTN harus segera dibangun di Indonesia SDM-nya sudah siap. Salah satu kebutuhan SDM yang cukup penting adalah bidang engineering, untukantisipasi kebutuhan SDM tersebut maka perlu dipersiapkan spesifikasi keahlian seperti apa dan bagaimana caranya. Dengan melakukan studi proses rancang bangun mulai dari konsep filosofi disain, basic engineering disain, detail engineering disain, procurement, kontruksi sampai komisioning, operasional dan maintenance maka identifikasi kebutuhan SDM dengan spesifikasinya dapat ditentukan. Selanjutnya bahasan ini dapat memberikan masukan kebijakan untuk diklat-Batan maupun instansi yang terkait dalam persiapan SDM engineering untuk dapat ikut berpartisipasi dalam pembangunan Pusat Listrik Tenaga Nuklir di Indonesia.

Kata kunci: SDM, Engineering, Pembangunan PLTN

Abstract

Since July 2005 Indonesia government has made decision on energy saving. This year the electric supply for public consumption to be rescheduled due to the lack of energy supply and many of the electric generators in use are still using fossil energy in which the oil price is going up. One of solutions to solve is by developing a nuclear power plant. Nuclear technology requires a lot of power having specialty, so that who many man power from many different institution collect and training, specialty in the nuclear engineering. Man power engineering support for develop nuclear power plant are about processes philosophy engineering, concept engineering design, basic engineering design, detail engineering design, procurement, construction until commissioning, operational and maintenance. Therefore man power requirement identification with its specification gets to be determined, hereafter this discussion gets to give policy entry for diklat Batan and also bound up institution for preparation many man power engineering to get following participates in development the nuclear power plant in Indonesia.

Keywords: HRD, Engineering, development PLTN

PENDAHULUAN

Harga minyak dunia pada tahun ini mencapai 130 USD per barel, pada bulan Juli tahun 2005 harga tertinggi 60 USD per barel

jadi telah naik 100 % lebih hanya dalam kurun waktu 3 tahun, dan dibandingkan dengan harga pada tahun 1995 yang hanya sekitar 21 USD per barel, artinya naik hampir 300 % hanya dalam waktu 10 tahun. Hal tersebut tentu

menguntungkan bagi Indonesia kalau Indonesia masih menjadi exportir, akantetapi saat ini Indonesia justru mulai jadi importir bahkan mulai terjadi kelangkaan BBM dimana-mana. Salah satu konsumen terbesar minyak ini adalah pembangkit energi listrik. Kalau kita menengok kebelakang ketika menteri Riset dan Teknologi dijabat Prof. BJ. Habibi, pemerintah telah mengantisipasi akan hal tersebut dengan merencanakan pembangunan PLTN yang pertama di Indonesia dan diharapkan sudah dapat beroperasi pada tahun 2004⁽¹⁾. Gagasan pembangunan PLTN ini sudah dipersiapkan sejak lama bahkan skenario yang pernah dibuat telah direncanakan bahwa tahun 2004 yang lalu PLTN pertama di Indonesia sudah beroperasi, karena diperkirakan pada tahun tersebut Indonesia telah menjadi importer minyak⁽¹⁾. Namun sampai terjadi kekurangan pasokan listrik seperti sekarang ini PLTN belum dibangun. Nah yang jadi masalah adalah perlunya konsistensi Batan yang mempunyai kompetensi terhadap teknologi nuklir ini terhadap pemeliharaan, pelatihan, dan pembinaan keahlian sumber daya manusia (SDM) dalam bidang engineering khususnya yang kearah PLTN tetap harus dipersiapkan. Bahkan sejak tahun 1998 SDM ini seharusnya sudah dipersiapkan sesuai saran pakar dari Pusat Pengkajian Energi Nuklir-Batan yang disampaikan pada tahun 1998 berikut: “Oleh karena itu sumber daya manusia sebagai unsur pelaksana program energi nuklir (sebagai perencana, pembangun, pengoperasi dan perawat PLTN di Indonesia) perlu dibina dan dikembangkan sedini mungkin. Mengingat teknologi PLTN termasuk teknologi maju yang canggih dan dalam energi nuklir selalu mengutamakan keselamatan, maka diperlukan tenaga kerja pelaksana berkualitas tinggi, organisasi yang mantap, dan pedoman pelaksanaan kerja yang baku dan memadai untuk setiap jenis kegiatan dengan mengacu kepada standar internasional yang berlaku”⁽³⁾.

Karena pada pekerjaan engineering ini merupakan jembatan alih teknologi dan pada pekerjaan ini diperlukan berbagai bidang disiplin ilmu berkerja sama. Titik berat pembahasan dalam makalah ini adalah apa dan bagaimana SDM khususnya bidang engineering yang harus dipersiapkan untuk mendukung pembangunan PLTN.

PEKERJAAN ENGINEERING

Secara umum pekerjaan yang dilakukan untuk membangun PLTN adalah hampir sama seperti pekerjaan yang dilakukan untuk membangun suatu pembangkit listrik yang besar lainnya, atau membangun suatu instalasi pabrik yang besar, namun sesuai dengan persyaratan keselamatan yang tinggi maka pekerjaan untuk pembangunan PLTN ini biasanya diperlukan syarat-syarat tertentu yang sudah diatur oleh lembaga Nuklir Internasional misalnya IAEA. Demikian juga spesifikasi SDM yang diperlukan, harus sesuai dengan pekerjaan apa yang dilakukan dalam program pembangunan dan pengoperasian PLTN tersebut.

Tahapan pekerjaan engineering dari suatu proyek biasanya dibagi menjadi tiga tahapan penting yaitu:

1. Penugasan penanggung jawab, kemudian *preliminary basic engineering design* (persiapan rancangan awal) dan estimasi awal, kemudian *basic engineering design* (rancangan dasar) yang selanjutnya untuk informasi ke vendor.
2. Tahap kedua *detail engineering design* (rancangan rinci), pengadaan dan estimasi biaya yang definitive.
3. Tahap ketiga terdiri dari penyelesaian permasalahan keteknikan, produksi peralatan, pembangunan, *start up*, dan operasi komersial dari sistem serta pemeliharaan.

Data-Data Inputan Engineering

Data-data inputan engineering berasal dari Basic Engineering, yang meliputi kegiatan yang cukup banyak yaitu:

1. **Teknologi proses**, di sini dilakukan perhitungan dan ditentukan besaran-besaran volume, suhu, tekanan, proses reaksi, jenis valve, *equipment*, radiasi, dan sebagainya.
2. **Piping**, merancang tata letak *equipment*, menentukan sistem perpipaan, menentukan ketebalan pipa, perhitungan *strees analisys*, menentukan standar, *material spesifikation*, letak suport, tipe suport dan sebagainya.
3. **Mekanik**, menentukan sistem konstruksi mekanik dan struktur dan perhitungannya.

4. **Instrumentasi**, menentukan parameter-parameter kendali, filosofi pengendali, membuat prosedur, spesifikasi alat kontrol dan sejenisnya.
5. **Electrical**, menentukan supply daya, komponen dan pengamanannya.
6. **Civil**, menentukan perhitungan kekuatan konstruksi bangunan, plan dan arsitektur.
7. **Precurement**, menentukan spesifikasi persyaratan, standard masing-masing komponen dan pengadaan barang yang kualitasnya dijamin, spesifikasi manufacture dan sertifikat produk.

Dari data-data tersebut selanjutnya digunakan sebagai penentuan layout serta parameter-parameter lain, yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk gambar yang teridentifikasi yaitu:

- a. *Process Fluid Diagram* (PFD) (proses diagram alir), yaitu data proses perubahan fase atau keadaan suhu, tekanan, dan volume fluida.
- b. *Piping and Instrumentation Diagram* (PID), yaitu perpipaan, *fiting* dan *equipment* (perlengkapan proses seperti turbin, compressor, tanki, dan pompa).
- c. *Lay out* (tata letak), yaitu menentukan alur dan posisi perpipaan sesuai posisi komponen dan konstruksi bangunan.
- d. *Plot plan*, atau penempatan posisi komponen
- e. Gambar isometric, yaitu gambar perpipaan tiga dimensi secara utuh dengan lengkap dengan dimensinya.
- f. *Loading data*, adalah data beban yang diterima oleh sistem perpipaan yang diperoleh dari hasil perhitungan piping analysis dengan perangkat lunak untuk diinformasikan kepada bagian sipil dan mekanik dan selanjutnya digunakan untuk perhitungan kekuatan pondasi, ukuran beam dan menentukan ketebalan dinding *equipment*, *reinforcement* pada *nozzle* dan lain-lain.
- g. *Material Specification*, menentukan spesifikasi ukuran, bentuk konstruksi, dan spesifikasi material setiap komponen
- h. *Data sheet*, yaitu data yang memberikan kejelasan dan spesifikasi komponen seperti volume, temperature, dimensi, tekanan, material, *class*, *rating* dan *tipe koneksi*. Untuk data vendor ataupun manufacture.

Hasil basic Engineering diverifikasi oleh tenaga ahli atau konsultan dan oleh user, selanjutnya dari hasil verifikasi dilakukan langkah detail engineering yaitu meliputi pekerjaan seperti basic engineering tetapi setiap komponen mulai dari baut, packing, seal sampai reaktor, turbin dan generator dituangkan dalam gambar detail dan data detail termasuk material, standar pengujian dan sebagainya.

Detail Engineering

Pekerjaan detail engineering ini merinci item yang sama pada basic engineering yang meliputi *plot plan*, *Piping and Instrumentation Design*, *Lay out* (tata letak), isometri, loading data, material, requirement, MTO (type, jumlah, merk, material), Data sheet, TBE (Technical Beed evaluation) serta harus dilengkapi dengan data analisis perhitungan. Selanjutnya dari rincian detail engineering volume pekerjaan dan jumlah tenaga kerja yang diperlukan serta spesifikasi dapat diestimasi. Dari uraian tersebut di atas tampak jelas bahwa di dalam proyek pembangunan industri yang besar khususnya untuk PLTN diperlukan banyak sekali SDM yang mempunyai keahlian bidang engineering dengan berbagai spesifikasi yang berbeda. Untuk itu kata kunci di dalam tim engineering adalah kerja-sama dan saling komunikasi antar bagian. Karena adanya perubahan oleh satu bagian saja akan berpengaruh kepada seluruh sistem yang sudah dibuat. Sebagai alat bantu utama atau tool bagi pekerja di engineering adalah computer dengan perangkat lunak yang sesuai dengan spesifikasinya. Kemajuan perangkat lunak dan kemajuan engineering yang mengacu pada standar-standar internasional, dan kemajuan equipment serta material selalu berkembang dengan cepat, sehingga diperlukan SDM yang konsisten di bidangnya dan mengerti serta mengikuti perkembangan yang terjadi pada dunia engineering. SDM yang tersedia umumnya dari perguruan tinggi yang baru lulus, sehingga pengalaman masih terbatas pada kurikulum baku, termasuk dalam pengenalan perangkat lunak engineering yang memang masih termasuk barang langka dan mahal. Untukantisipasi hal tersebut SDM engineering perlu pelatihan-pelatihan baik melalui kursus, training ataupun work shop dengan

bekerjasama dengan perusahaan-perusahaan swasta yang berpengalaman dalam industri *engineering* dan konstruksi.

Analisa Spesifikasi SDM yang Diperlukan

- a. Bidang proses engineering, bidang inilah yang merancang proses alir dari suatu sistem ke sistem lainya dengan perubahan dan karakteristik fluida atau material tertentu. Karakteristik menyangkut volume, suhu, berat jenis, tekanan, termodinamika, thermohidroulic dan sebagainya. Perangkat lunak yang digunakan pada bidang ini adalah Flow Master, Hi-Sys dan SDM yang berperan berlatar belakang minimal S1 teknik kimia, teknik industri dan teknik fisika.
- b. Bidang Mechanical engineering, bidang ini yang merancang semua konstruksi mekanikal seperti bejana tekan, tanki, mesin kompressor, mesin turbin, reaktor, mesin pompa dan nozzle. Perangkat lunak yang digunakan ME-101 (Mechanical Engineering -101), dan SDM yang berperan pada bidang ini berlatar belakang minimal S1 teknik mesin, teknik listrik, teknik fisika.
- c. Bidang disain perpipaan, bidang ini merancang perpipaan yang menghubungkan equipment dengan equipment yang lain dengan perlengkapan segala macam fittingnya dan instrument yang menyertainya. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Plant Design Sistem* (PDS), Microstation, Autocad dan SDM yang berperan pada bidang ini berlatar belakang minimal S1 teknik mesin, teknik kimia, teknik nuklir dan bidang yang sejenis.
- d. Bidang analisis tegangan pipa (piping stress analysis), bidang ini yang menganalisa aman atau tidaknya suatu sistem perpipaan baik saat operasi maupun saat *ereksi* dan memberikan masukan data beban (loading data) baik ke bagian civil engineering maupun bagian mekanikal engineering sebagai data rancangan. Perangkat lunak yang digunakan ada beberapa diantaranya Caesar, Nisa, dan Auto pipe, dan SDM yang berperan pada bidang ini berlatar-belakang minimal S1 teknik mesin, fisika teknik, teknik kimia, teknik nuklir dan bidang yang sejenis.
- e. Bidang Civil engineering, bidang ini yang merancang struktur bangunan civil dengan persyaratan beban-beban dan tata letak yang disesuaikan dengan bidang lain. Perangkat lunak yang digunakan adalah Gt. Strudel, dengan SDM yang berperan pada bidang ini berlatar belakang minimal S1 teknik sipil, arsitektur.
- f. Bidang kelistrikan, bidang ini yang merancang konsumsi dan distribusi daya listrik dan merancang jalur pengkabelan. Perangkat lunak yang digunakan adalah Etap-400, dan SDM yang berperan pada bidang ini berlatar belakang pendidikan teknis listrik baik arus kuat maupun arus lemah.
- g. Ahli gambar (drawter), bagian ini mengerjakan pekerjaan gambar baik gambar 2 dimensi, 3 dimensi, gambar plot plan, gambar isometric, dan tata letak. Perangkat lunak yang populer digunakan adalah Autocad, dan SDM yang dibutuhkan terutama yang berlatar pendidikan teknik mesin, teknik sipil dan juga teknik listrik, baik yang berasal dari teknisi STM, D3, D4 ataupun S1.
- h. Arsitektur, bagian ini membuat rancangan arsitektur gedung dan merupakan rancangan bentuk secara keseluruhan juga mengimplementasikan gagasan filosofi bangunan. Yang tak kalah penting adalah dari segi keindahan dan tata ruang yang menyangkut lingkungan. Disinilah diperlukan arsitektur yang paham akan teknologi nuklir dan teknologi lingkungan. Adapun perangkat lunak yang biasa digunakan untuk rancangan arsitektur ini biasanya dengan perangkat lunak autocad yang di lengkapi dengan arsitektur library. SDM yang dibutuhkan berlatar pendidikan arsitek dibantu teknisi STM maupun D3 arsitektur.
- i. Instrumentasi dan control, bagian ini membuat rancangan sistem pengendalian proses dan control yang berkaitan dengan operasional sistem. SDM yang dibutuhkan pada bidang ini dari beberapa latar belakang diantaranya elektronika, instrumentasi, teknik kimia, dan teknik listrik. Pekerjaan rancangan instrumentasi dan kontrol dibantu dengan perangkat lunak khusus untuk instrumentasi.

j. Procurement atau pengadaan komponen, bagian ini diperlukan ketelitian dan kecermatan dalam mengidentifikasi komponen dan syarat yang harus dipenuhi serta dokumen pendukungnya untuk setiap komponen. Perangkat lunak yang biasa digunakan untuk pekerjaan ini biasanya Microsoft Excel, ISO Plant (*material take off*), dengan perangkat lunak ini pekerjaan pengecekan pengadaan komponen dapat dilakukan secara teliti dan cermat, adapun SDM yang diperlukan berlatar belakang macam-macam dari kalangan teknik dan dari kalangan administrasi.

ANTISIPASI PENYEDIAAN SDM YANG DIPERLUKAN

Jika diamati secara umum maka diperlukan identifikasi SDM yang sudah ada dengan keahlian yang dipunyai. Namun, dari analisis jabatan baik secara individu, secara bidang atau kelompok maupun tingkat pusat di Badan Tenaga Nuklir Nasional, maka sangatlah sedikit SDM yang telah dapat memenuhi kebutuhan dari apa yang telah dibahas di atas. Ada beberapa pusat yang mempunyai SDM dengan keahlian engineering yang cukup, yaitu SDM yang pernah mengikuti pekerjaan engineering di Westing House Amerika, ataupun Proyek AP-600 di PPTA Serpong. Dari beberapa SDM tersebut dapat di manfaatkan untuk menyebarkan ilmunya, tentu dapat ditambah SDM dari institusi lain untuk bersama-sama melakukan rekrutmen tenaga engineering ini. Untuk hal tersebut yang tak kalah penting adalah pengadaan perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan jenis pekerjaannya. Untuk jangka panjang perlu dipikirkan mengenai pengenalan mata pelajaran engineering dan perangkat lunak yang diperlukan pada perguruan tinggi teknik pada umumnya, khususnya untuk Sekolah Tinggi Teknik Nuklir-Batan.

KESIMPULAN

Terdapat kesenjangan yang cukup mencolok antara SDM hasil pendidikan perguruan tinggi yang baru lulus dengan kebutuhan SDM bidang engineering khususnya yang kemajuannya sangat cepat dengan dukungan perangkat lunak yang semakin canggih. Untuk itu perlu ada terobosan training

atau kursus tentang engineering dan perangkat lunak pendukung yang sesuai dengan bidangnya dan perlunya pengenalan awal tentang engineering pada perguruan tinggi khususnya STTN-Batan.

DAFTAR PUSTAKA

1. N. HAIDY A. PASAY, 1993, "Peranan PLTN dalam Pembangunan Ekonomi" . *Seminar Teknologi dan Keselamatan PLTN seerta Fasilitas Nuklir*", PPTA Serpong, 9-10 Pebruari.
2. F.P. SAGALA, 1997, "Kebijaksanaan Batan Dalam Pembangunan PLTN", Diklat Pemandu Pameran Tingkat II, 11 Desember.
3. ADIWARDYOYO, 1998, "*Pembinaan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Nasional Bidang Perencanaan dalam Menyongsong Pembangunan PLTN di Indonesia*", Prosiding Batan-JEPIC Seminar on Pre-service and In-service Inspection for Nuclear Power Components, ISBN: 979-8500-23-7, Jakarta, 3 Desember.
4. Wakil Ketua Badan Pengelola Industri Strategis, 1993, "*Kesiapan BPIS-BUMN Indutri Strategis Didalam Mendukung Industri Nuklir Untuk Energi Masa Depan*", *Seminar Teknologi dan Keselamatan PLTN seerta Fasilitas Nuklir*", PPTA Serpong, 9-10 Pebruari.
5. BAMBANG GALUNG SUSANTO, 2005, "Tahapan Engineering dalam rancangan sistem pipa untuk industri" Kursus Analisis Tegangan Pipa, Pusklat-Batan, Jakarta, 12 Agustus.

