



BASIC DESIGN SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI PABRIK YELLOW CAKE DARI URANIUM HASIL SAMPING PABRIK ASAM FOSFAT

Djoko Hari Nugroho , Khairul Handono, Demon Handoyo

PRPN BATAN, Kawasan PUSPIPTEK, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

ABSTRAK.

BASIC DESIGN SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI PABRIK YELLOW CAKE DARI URANIUM HASIL SAMPING PABRIK ASAM FOSFAT. Dalam kegiatan ini dilakukan kegiatan Basic Design instrumentasi dan kendali pada pabrik yellow cake dari Uranium hasil samping pabrik asam fosfat. Perencanaan instrumentasi dan kendali diimplementasikan untuk mengendalikan parameter-parameter proses agar mencapai output yang sama dengan demand pada semua tahap proses. Perancangan sistem instrumentasi dan kendali dimulai dari pemahaman akan diagram alir proses dan P&ID (Process Instrumentation and Diagram). Berdasarkan informasi tersebut akan dapat dirancang jumlah dan jenis parameter yang harus diamati dan jumlah serta jenis parameter yang harus dikendalikan. Perencanaan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SmartPlant Instrument, Autocad dan perangkat lunak lain. Dalam kegiatan ini telah dapat diselesaikan dokumen desain dasar dari aspek instrumentasi antara lain Study of the Project Specification on Instrumentation, General Specification, Instrumentation Design Criteria, Standard Drawing, Individual Specification, Instrumentation Datasheet, Instrumentation Index, Instrumentation calculation, Interlock Diagram, Boundary Works. Dokumen-dokumen ini dapat dijadikan dokumen lelang untuk instalasi terkait. Jika akan dibangun pabrik, maka dokumen desain dasar ini harus dikembangkan menjadi desain rinci. Pabrik yellow cake yang akan dilakukan proses desain akan mendukung kemandirian bangsa di masa depan dalam penyediaan bahan bakar Uranium untuk operasi PLTN di Indonesia.

Kata kunci : basic design, sistem instrumentasi dan kendali, pabrik yellow cake, Uranium, pabrik asam fosfat

ABSTRACT.

BASIC DESIGN OF INSTRUMENTATION AND CONTROL SYSTEM FOR YELLOW CAKE FACTORY BASED-ON URANIUM BY PRODUCT OF PHOSPHATE ACID FACTORY. Basic Design of instrumentation and control at the factory yellow cake uranium by product of phosphoric acid plant was conducted in this activity. Engineering instrumentation and control is implemented to control the process parameters in order to achieve the demanded output at all stages of the process Instrumentation and control system design started from an understanding of the process flow diagram and P & ID (Process and Instrumentation Diagram). Based on the information needed, many numbers and types of parameters that must be monitored and controlled would be designed. The Engineering design was performed using SmartPlant Instrument software, AutoCAD and the other software. Basic design documents based-on instrumentation aspect had been completed in this activity such as Study of Project Specification on Instrumentation, General Specification, Instrumentation Design Criteria, Standard Drawing, Individual Specification, Datasheet Instrumentation, Instrumentation Index, Instrumentation calculation, Interlock Diagram, Boundary Works. These documents can become the tender documents for installation. If the plant will be built, these basic design documents should be developed into detailed design. The yellow cake plant which will be designed will support the independence of the nation in the future in the provision of Uranium-based fuel for nuclear power plants operating in Indonesia.



Keywords: basic design, instrumentation and control systems, yellow cake plant, uranium, phosphate acid plant

1. PENDAHULUAN

Berbagai PLTN yang ada di dunia baik tipe PWR maupun BWR beroperasinya sangat tergantung pada tersedianya bahan bakar UO_2 dalam bentuk pellet yang diperkaya dengan U_{235} sampai sekitar 5% dan difabrikasi menjadi elemen bakar nuklir. Tersedianya serbuk UO_2 yang diperkaya tersebut dalam jangka panjang juga memerlukan tersedianya uranium alam yang cukup banyak untuk menjamin bahwa PLTN tersebut akan beroperasi berkesinambungan. Saat ini sumber uranium yang dipakai sebagai bahan bakar berasal dari sumber tambang primer (bijih uranium dengan kandungan uranium cukup tinggi). Bila harga uranium semakin mahal dan sumber uranium primer mulai menurun, maka cadangan uranium dari sumber sekunder yang non-konvensional misalnya dari batuan fosfat akan layak dan akan ekonomis untuk ditambang mengingat jumlahnya cukup besar [1]. Oleh karena itu dalam jangka panjang, berdirinya pabrik yellow cake dari uranium sebagai hasil samping pabrik asam fosfat perlu dipikirkan segera untuk direncanakan agar penyediaan Uranium sebagai bahan bakar PLTN tidak terganggu dalam jangka panjang.

Untuk menjamin terwujudnya parameter proses sesuai dengan harga perancangannya perlu diimplementasi system instrumentasi dan kendali. Hal ini akan dapat menghemat biaya operasi serta perbaikan hasil produksi. Berdasarkan ini, maka dalam desain sistem instrumentasi dan kendali dilakukan karakterisasi proses, pengukuran, pemrosesan data otomatis, pengontrolan parameter system dan sistem proteksi. Keempat butir sistem instrumentasi dan kendali tersebut di atas sudah dilakukan sejak awal oleh setiap orang yang ingin memperoleh harga tertentu dari suatu besaran fisika dengan tujuan keselamatan dan optimasi.

Perancangan sistem instrumentasi dan kendali dimulai dari pemahaman akan desain proses dan P&ID (*Process Instrumentation and Diagram*). Berdasarkan informasi tersebut akan dapat dirancang jumlah dan jenis parameter yang harus diamati (*monitoring*) dan jumlah serta jenis parameter yang harus dikendalikan (*control*). Perekrayaan juga akan mengobservasi batasan desain yang tidak boleh dilewati untuk merancang sistem interlock dan sistem proteksi. Agar sistem perangkat keras dapat melaksanakan fungsi seperti yang diharapkan maka perlu dilakukan rekayasa perangkat lunak (*software*) pendukung. Perancangan sistem instrumentasi dan kendali ini akan menjamin terlaksananya proses pada pabrik secara optimal dan selamat. Pabrik yellow



cake yang akan dilakukan proses desain akan mendukung kemandirian bangsa di masa depan dalam penyediaan bahan bakar uranium untuk operasi PLTN di Indonesia.

2. TATAKERJA

2.1. PERALATAN

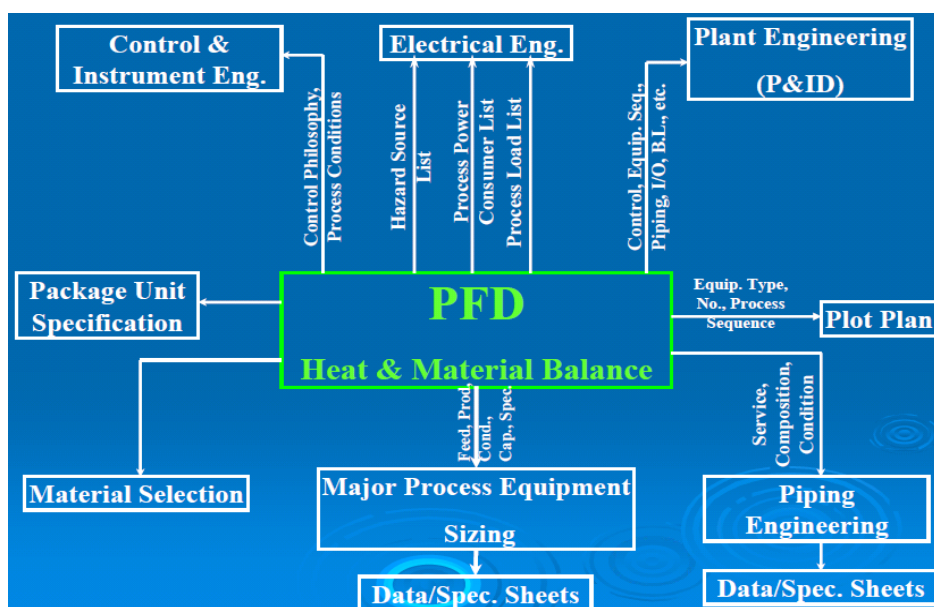
Untuk menyelesaikan kegiatan diperlukan peralatan berupa perangkat komputer yang dilengkapi oleh perangkat lunak pendukung antara lain Autocad, dan Smart Plant Instrument.

2.2. LOKASI KEGIATAN

Kegiatan ini dilakukan di ruang engineering PRPN lantai 2 dengan menggunakan dedicated PC maupun PC pendukung yang lain.

2.3. METODE

Kegiatan ini merupakan bagian pekerjaan secara integral untuk dapat mewujudkan desain dasar Pabrik Yellow Cake dari Uranium Hasil Samping dari Pabrik Asam Fosfat dengan hubungan keterkaitan seperti tampak pada Gambar 1 di bawah. Metodologi pelaksanaan secara umum melakukan pengumpulan data dan informasi dilakukan melalui penelaahan pustaka, jurnal dan publikasi lainnya, surfing internet, dsb. Pelaksanaan analisa data dan perhitungannya, pembahasan dan perumusan, kemudian direpresentasikan dalam bentuk dokumen sesuai dengan format yang berlaku.

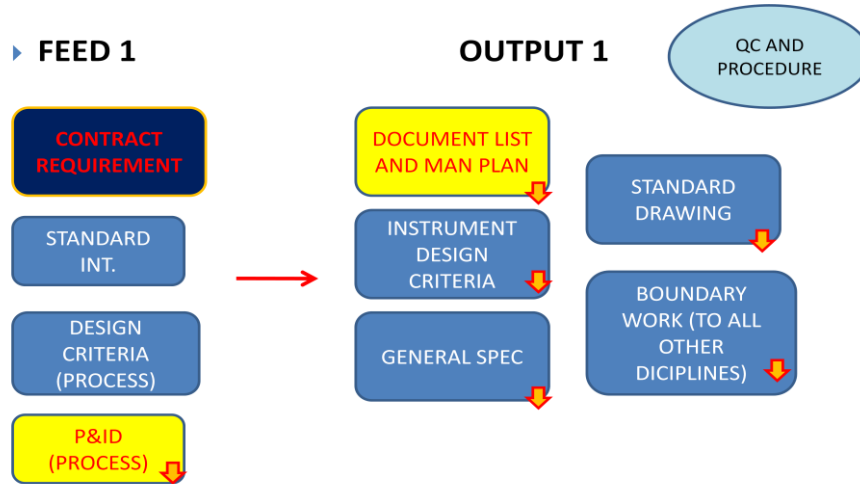


Gambar 1. Kegiatan Terintegrasi dalam Desain Dasar Instalasi [2]



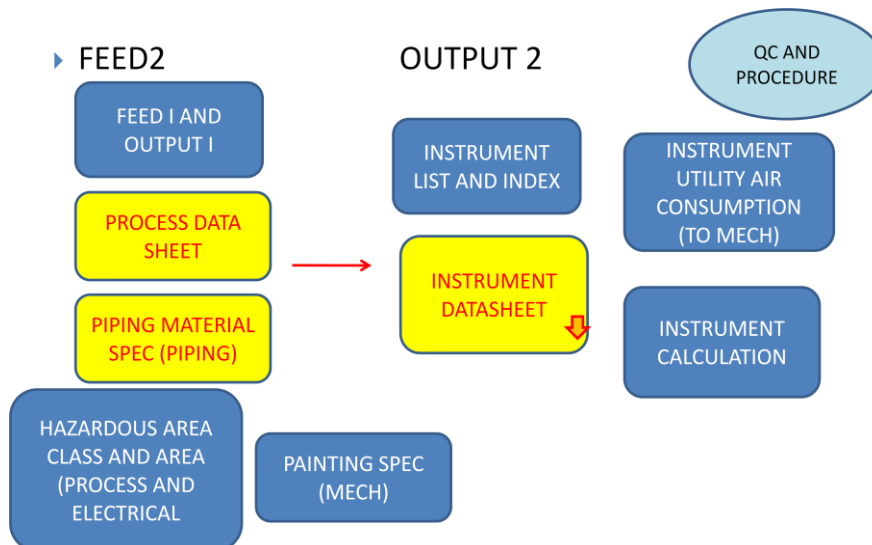
Untuk mencapai tujuan, maka dalam kegiatan perekayasa ini akan dilakukan beberapa langkah pendekatan metodologi antara lain [2]:

Tahap 1 : berdasarkan P&ID dari bagian proses akan dapat diperoleh daftar dokumen dan manajemen personil, juga criteria desain instrument serta spesifikasi umum, standard drawing, dan batasan pekerjaan terkait dengan bagian disiplin pekerjaan lain



Gambar 2. Tahap 1 Metodologi

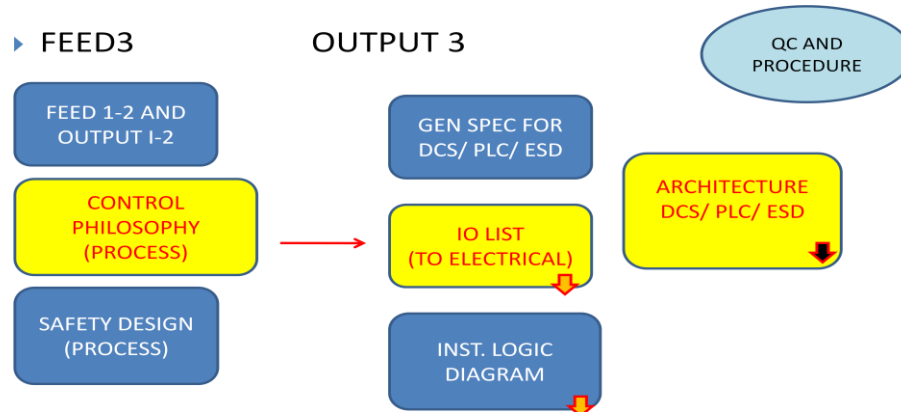
Tahap 2 : berdasarkan data sheet proses, spesifikasi material pemipaan dan klasifikasi daerah berbahaya akan dapat dihasilkan datasheet instrument beserta perhitungan instrument



Gambar 3. Tahap 2 Metodologi

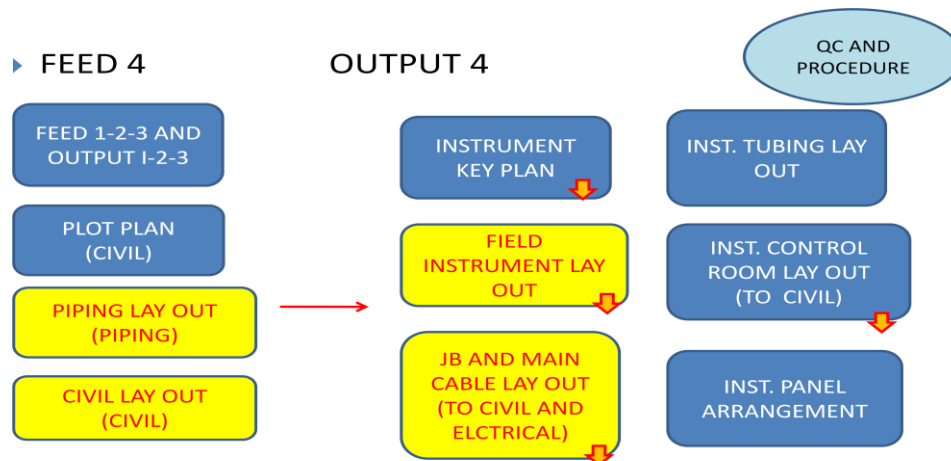


Tahap 3 : berdasarkan \filosofi control dari proses sitem akan dapat dihasilkan daftar input-output yang akan dapat dipergunakan untuk melakukan perancangan arsitektural DCS/ESD



Gambar 4 Tahap 3 Metodologi

Tahap 4 :berdasarkan tata letak pemipaan dan bangunan sipil, serta plot plan, masukan / keluaran dari tahap 1,2,3 akan dapat dihasilkan tata letak instrument dan tata letak pengkabelan ke bangunan sipil dan elektrik,



Gambar 5. Tahap 4 Metodologi

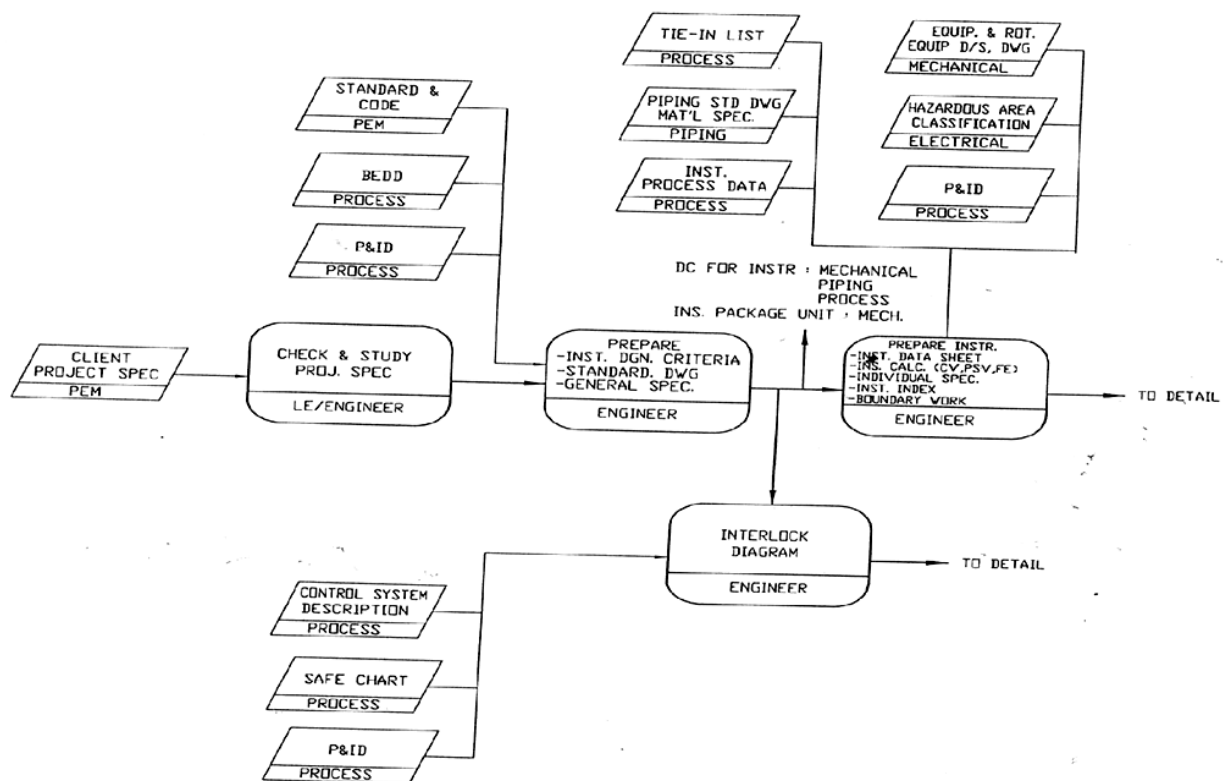
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dokumen-dokumen yang menjadi sasaran untuk diselesaikan dalam desain dasar sistem instrumentasi mengikuti bagan alir seperti tampak pada Gambar 6 antara lain :

- a) *Study of the Project Specification on Instrumentation*
- b) *General Specification*



- c) Instrumentation Design Criteria
- d) Standard Drawing
- e) Individual Specification
- f) Instrumentation Datasheet
- g) Instrumentation Index
- h) Instrumentation calculation
- i) Interlock Diagram
- j) Boundary Works



Gambar 6. Bagan Alir Pembuatan Dokumen Desain Dasar Instrumentasi [2]

3.1. Study of the Project Specification on Instrumentation

Dokumen yang dihasilkan pada bagian ini antara lain berisikan penterjemahan spesifikasi proyek terkait dengan instrumentasi

3.2. General Specification

Spesifikasi ini mencakup filosofi desain umum untuk pekerjaan instrumentasi rekayasa untuk pabrik yellow cake dari uranium hasil samping pabrik asam fosfat. Jika



ada pengecualian, variasi, penambahan atau modifikasi yang diperlukan dalam kasus individual, maka akan ditampilkan pada setiap Spesifikasi Proyek dan / atau diterbitkan sebagai Teknik Dasar Desain Detil Tambahan untuk setiap unit atau Fasilitas.

3.3. Instrumentation Design Criteria

Dokumen ini mendefinisikan kriteria desain untuk sistem instrumentasi dan kontrol yang dipertimbangkan pada Desain Dasar dari sistem instrumentasi dan kontrol untuk pabrik yellow cake dari uranium hasil samping pabrik asam fosfat

3.4. Standard Drawing

Standard Drawing menetapkan konvensi yang akan ditaati oleh personel teknis dan penyusun dalam penyusunan, revisi, dan penyelesaian gambar teknik. Manual ini menetapkan persyaratan minimum yang dapat diterima untuk persiapan gambar teknik. Persyaratan yang ditentukan di sini sangat penting untuk standardisasi praktik dan penafsiran gambar yang seragam.

3.5. Individual Specification

Tujuan dari lembar instrumen spesifikasi individu menjelaskan daftar rincian informasi dari suatu instrumen tertentu untuk digunakan oleh para insinyur dan vendor serta oleh personil instalasi dan pemeliharaan. Lembaran spesifikasi individu memberikan keseragaman dalam isi, bentuk, dan terminologi, yang, pada gilirannya, menghemat waktu dan meminimalkan kesalahan untuk perancang dan pengguna data tersebut.

3.6. Instrumentation Datasheet

Datasheet instrumentasi merupakan lembaran spesifikasi yang memuat semua informasi yang berkaitan dengan instrument. Isi datasheet instrumen antara lain produsen, model, rincian teknis, rincian kelistrikan, bahan, data proses (bila diperlukan), rentang, klasifikasi daerah berbahaya, rincian sertifikat (jenis perlindungan, otoritas sertifikat), Nomor jalur dan vessel. Instrumen yang identik dari segi persyaratan dapat direpresentasikan oleh sebuah spesifikasi tunggal, asalkan semua nomor tag jelas tercantum.



3.7. Instrumentation Index (Indeks Instrumen)

Dokumen Indeks instrumen adalah indeks dari semua item instrumentasi pada proyek tertentu atau untuk instalasi tertentu. Tujuan utamanya adalah untuk bertindak sebagai referensi antara semua item instrumentasi dan dokumen yang terkait. Indeks instrumen dapat dibuat menggunakan *database manager*, *spreadsheet*, atau file *word processor*. Indeks instrumen membentuk dasar untuk mendokumentasikan semua instrumen dan mencantumkan urutan nomor penandaan instrumen dalam alfanumerik dan harus memuat semua informasi yang relevan untuk setiap instrumen. Indeks instrumen berisi informasi sebagai berikut :

- Nomor Instrumen
- Deskripsi Layanan
- Rincian Jalur
- Cairan proses
- Parameter suhu, aliran dan tekanan operasi
- Produsen / Model
- Rentang kalibrasi
- Referensi dan nomor gambar pada P&ID
- Jumlah lembar data, dengan revisi terbaru
- Lokasi dari Instrumen (di lapangan, panel kontrol atau ruang kendali)
- Kolom Keterangan

3.8. Instrument Calculation (Kalkulasi Instrumen)

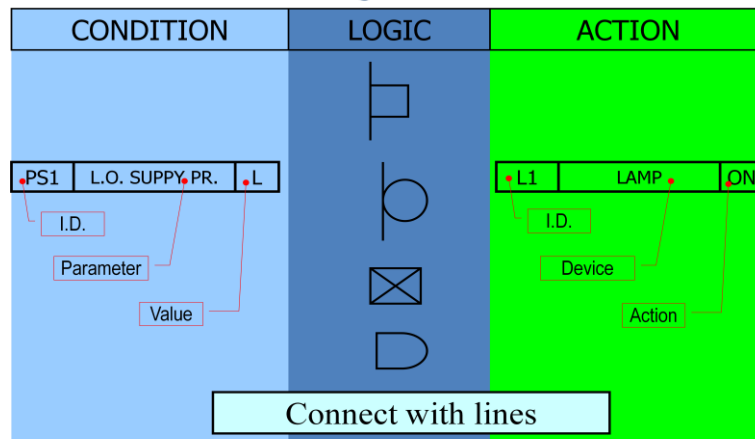
Kalkulasi untuk instrumen antara lain meliputi Ukuran katup Kontrol, Ukuran Regulator, Ukuran Katup dan disc break, Waktu Shutdown katup, ukuran arus elemen, ukuran batas lubang dan analisis tegangan, pemilihan segel diafragma

3.9. Interlock Diagram

Diagram *interlock* menunjukkan susunan kabel rinci untuk kontrol diskrit (on-off). Umumnya, rangkaian kontrol yang tidak memerlukan diagram *interlock* adalah loop analog, yang ditampilkan pada diagram untai (loop diagram). Elemen-elemen diagram *interlock* dapat dilihat pada gambar 7 di bawah



Interlock diagram - Elements

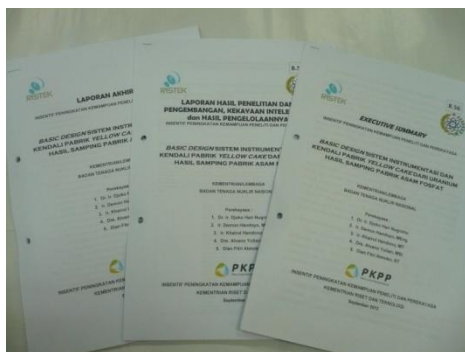


Gambar 7. Elemen-elemen diagram *interlock* [2]

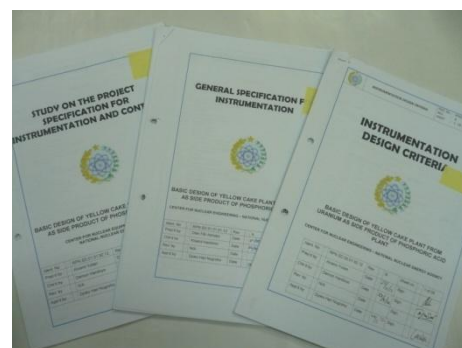
3.10. Boundary Works

Boundary works terkait dengan gambar bagaimana sebuah instrumen dipasang di sistem mekanik/pemipaan atau juga antar muka antara instrumen dengan sistem elektrik instalasi yang digambar dalam kaitan dengan desain dasar.

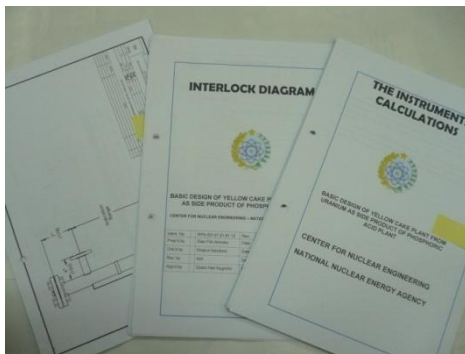
Dokumen laporan akhir yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 8. Sedangkan pada Gambar 9 dapat dilihat dokumen *Study of the Project Specification on Instrumentatio, General Specification dan Instrumentation Design Criteria*. Pada Gambar 10 dapat dilihat dokumen *standard drawing, interlock diagram dan instrumentation calculation*. Sedangkan pada Gambar 11 dapat dilihat dokumen-dokumen yang lain.



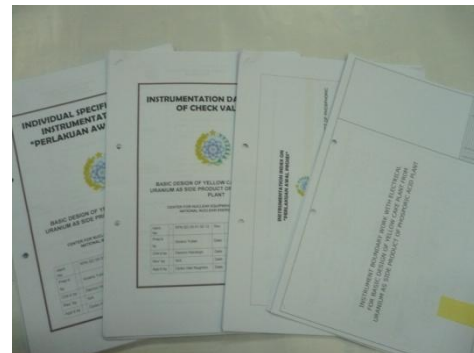
Gambar 8. Dokumen laporan akhir [2]



Gambar 9. Study of Projec, General Spec dan Instrumentation Design Criteria [2]



Gambar 10. Dokumen *Standar Drawing*, *Interlock Diagram*, dan *Instrument Calculation* [2]



Gambar 11. Dokumen *Individual Spec*, *Instrumentation Index*, *instrumentation Datasheet* dan *Boundary Works* [2]

4. KESIMPULAN

Dalam kegiatan ini telah dapat diselesaikan dokumen desain dasar Pabrik Yellow Cake dari Uranium Hasil Sampung dari Pabrik Asam Fosfat dari aspek instrumentasi dalam bentuk dokumen *Study of the Project Specification on Instrumentation*, *General Specification*, *Instrumentation Design Criteria*, *Standard Drawing*, *Individual Specification*, *Instrumentation Datasheet*, *Instrumentation Index*, *Instrumentation calculation*, *Interlock Diagram*, *Boundary Works*. Dokumen-dokumen ini dapat dijadikan dokumen lelang untuk instalasi terkait. Jika akan dibangun pabrik, maka dokumen desain dasar ini harus dikembangkan menjadi desain rinci.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini dapat diselesaikan dengan pendanaan dari PI PKPP dari Menristek. Oleh karena itu diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam kegiatan ini terutama kepada seluruh anggota tim.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. SUSANTO, B.G., PRAYITNO, LISSANURI, H, JAMMI, A., PANCOKO, M. Preliminary Design Pabrik Yellow Cake dari Uranium Hasil Sampung Pabrik Asam Fosfat Kapasitas 60 ton U3O8/tahun. Laporan PI PKPP 2011. PRPN. Jakarta. 2011
2. NUGROHO, D.H., HANDOYO, D., HANDONO, D., YULIAN, A., ATMOKO, D.F. "Basic Design Sistem instrumentasi dan Kendali Pabrik Yellow Cake dari Uranium Hasil Sampung dari Pabrik Asam Fosfat". Laporan PI PKPP 2012.