

## **PRA RANCANGAN SUATU INDUSTRI KIMIA**

Oleh :

Endang Dwi Siswani Widyatmiko

Juridik Kimia, FMIPA, UNY

### **Abstrak**

Industri kimia merupakan suatu sistem organisasi usaha yang “*profit oriented*”. Disamping bertujuan mengolah bahan baku menjadi bahan jadi ( produk) yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat, pihak industri kimia juga mengharapkan adanya keuntungan dibidang ekonomi. Oleh karena itu, sebelum suatu industri kimia didirikan, perlu dilakukan prarancangan . Prarancangan ini bertujuan menentukan kelayakan suatu industri kimia. Langkah- langkah prarancangan industri kimia meliputi 1). Menentukan tujuan didirikannya industri kimia; 2) Menentukan jenis dan mekanisme proses yang ada di dalamnya (termasuk proses kimia dan proses fisika); 3) Menentukan kapasitas produksi; 4) Menghitung banyaknya bahan/ zat yang keluar dan masuk dari dan ke dalam suatu alat proses ( dengan menggunakan konsep neraca bahan); 5) Menghitung banyaknya panas yang keluar dan masuk dari dan ke dalam suatu alat (menggunakan konsep neraca panas); 6) Merancang alat- alat produksi ( reaktor, alat pemurnian, alat penukar kalor dll.); 7) Menghitung utilitas yang diperlukan ( meliputi: air, udara, uap air dan listrik ); 8). Melakukan evaluasi ekonomi untuk menentukan kelayakan didirikannya industri kimia.

**Kata Kunci: Industri kimia- kelayakan – prarancangan**

### **I. PENDAHULUAN**

Industri kimia merupakan suatu sistem organisasi usaha yang “*profit oriented*”, artinya, disamping bertujuan menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat, industri kimia juga mengharapkan keuntungan dibidang finansial. Suatu penelitian kimia secara laboratorium yang menghasilkan suatu produk, metoda atau cara yang baru yang lebih baik, dapat diangkat menjadi ide pendirian suatu industri kimia. Namun sebelum pendirian suatu industri kimia tersebut direalisasikan, perlu dilakukan perhitungan awal, atau yang disebut dengan prarancangan industri kimia. Hasil prarancangan ini akan digunakan sebagai pertimbangan apakah ide tersebut menarik untuk direalisasikan dan berprospek baik secara komersial atau disebut dengan layak untuk didirikan. Setelah prarancangan selesai, baru diikuti dengan penyusunan proyek perancangan industri, dan langkah terakhir berupa pembangunan fisik. Prarancangan ini meliputi beberapa tahap, yang berakhir pada evaluasi ekonomi untuk mengetahui kelayakan suatu industri untuk didirikan.

Langkah- langkah prarancangan industri kimia meliputi 1). Tujuan didirikannya industri kimia; 2) Menentukan jenis dan mekanisme proses yang ada di dalamnya (termasuk proses kimia dan proses fisika); 3) Menentukan kapasitas produksi; 4) Menghitung banyaknya bahan/ zat yang keluar dan masuk dari dan ke dalam suatu alat proses ( dengan menggunakan konsep neraca bahan); 5) Menghitung banyaknya panas yang keluar dan masuk dari dan ke dalam suatu alat (menggunakan konsep neraca panas); 6) Merancang alat- alat produksi ( reaktor, alat pemurnian, alat penukar kalor dll.); 7) Menghitung utilitas yang diperlukan ( meliputi: air,

udara, bahan bakar, uap air); 8). Melakukan evaluasi ekonomi untuk menentukan kelayakan didirikannya industri kimia tersebut.

## **II. LANGKAH PRARANCANGAN INDUSTRI KIMIA**

Terdapat delapan langkah perhitungna dalam prarancangan industri kimia, yaitu:

### **1. Menentukan tujuan didirikannya suatu industri kimia**

Tujuan pendirian suatu industri ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa aktor, meliputi:

- a. Terdapatnya bahan baku ( raw material yang melimpah atau belum digunakan secara maksimal, merupakan faktor yang mendorong ide didirikannya suatu industri kimia.
- b. Manfaat produk yang dihasilkan.
- c. Pemenuhan atas kebutuhan suatu produk ( semula produk diperoleh secara import, maka dengna dibangunnya industri di Indonesia, maka mengurangi ketergantungan importa atas suatu barang.
- d. Penampungan tenaga kerja, sesuai dengan tingkatannya.

### **2. Menentukan jenis dan mekanisme proses yang ada/ yang dijalankan.**

Macam atau jenis serta mekanisme proses yang akan dilakukan dalm industri, dapat ditentukan berdasar penelitian pendahuluan secara laboratorium. Biasanya penelitian-penelitian dengan topik penentuan kondisi operasi optimal dalam suatu proses, merupakan acuan kondisi operasi yang akan ditetapkan dalam skala industri. Sedangkan mekanisme proses yang dilakukan, pada prinsipnya juga sama dengan mekanisme pada penelitian pendahuluan, hanya perbedaannya terletak pada sistem operasinya. Untuk penelitian skalal laboratorium, operasinya secara batch, analiais terhadap hasil proses dilakukan setelah proses berakhir. Sedangkan pada skala industri, biasanya prosesnya berjalan secara kontinyu. Sehingga perlu ditentukan alat- alat proses yang sesuai. Misalnya untuk proses ditilasi (penyulingan), pada skala laboratorium, proses distilasi dilakukan dalam suatu alat labu leher tiga, dilengkapi dengan alat pendingin (kondensor) satu arah, dan pemanasan dilakukan dengan api langsung atau dengna water bath. Untuk skala industri, proses distilasi dilakukan secara bertingkat, menggunakan suatu kolom tegak (silinder tegak), dengan menggunakan alat pengembun (kondensor) dan pemanasan dilakukan dengan panas yang berasal dari uapa aiar yang dihasilakn oelh suatu alat yang disebut Reboiler..

**3. Menentukan kapasitas produksi (Pettrs M.S; 2003)**

Kapasitas produksi suatu industri biasanya ditentukan berdasarkan jumlah produk yang akan dihasilkan dengan kemurnian tertentu, yang besarnya dapat dilihat dari berbagai sumber, misalnya dari Biro Pusat Statistik, dari biro ini dapat diketahui kebutuhan akan suatu produk untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dari data industri yang telah ada ( tentang bahan pembantu dll. yang diperlukan). Berdasarkan data- data ini, kemudian ditentukan besarnya kapasitas produksi. Setelah kapasitas produksi ditentukan, dapat diprediksi hasil penjualan produk secara total. Dengan mengetahui ongkos pembelian bahan baku, dan harga jual produk, dapat dilihat apakah industri akan meraih keuntungan atau tidak, walaupun keuntungan secara signifikan masih harus dihitung dengan analisis ekonomi (analisis rugi – laba) dengan menggunakan beberapa kriteria.

**4. Menghitung banyaknya bahan/ zat yang keluar atau masuk dari dan ke suatu alat proses. (Geankoplis; 1992)**

Banyaknya zat ( bahan ) yang keluar dan masuk dari dan ke suatu alat proses akan menentukan volume/ kapasitas suatu alat proses yang digunakan, serta mengetahui massa zat/ bahan yang diperlukan dan yang dihasilkan yang selanjutnya akan menentukan biaya **pembelian zat**, serta berperan dalam **perancangan alat proses** yang terkait. Penentuan bahan- bahan yang keluar masuk dalam suatu alat proses dilakukan dengan menggunakan konsep neraca massa. Konsep neraca massa merupakan aplikasi dari konsep kekekalan massa, yang menyatakan bahwa massa bahan yang masuk sama dengan massa bahan yang keluar dari suatu alat proses.

**5. Menghitung banyaknya panas yang keluar atau yang masuk dari dan ke dalam suatu alat proses. ( Himmelblau; 1984)**

Analog dengan konsep neraca massa, konsep neraca panas diturunkan dari konsep kekekalan panas, yang mengatakan: panas yang masuk ke dalam suatu alat proses sama dengan panas yang keluar dari alat tersebut. Banyaknya panas yang masuk dan keluar dalam suatu proses menentukan banyaknya zat pendingin (air) dan zat pemanas (uap air atau fluida panas lainnya). Dengan menghitung panas yang terlibat maka akan berpengaruh dalam **perancangan alat terkait**, disamping itu proses dapat berjalan dengan aman. Jika proses tersebut menghasilkan panas, maka sejumlah panas yang dihasilkan dapat diantisipasi, sehingga tidak mengganggu jalannya proses maupun mengakibatkan terjadinya polusi panas pada lingkungan.

## 6. Merancang alat- alat produksi / alat- alat proses

Ditinjau dari proses yang terjadi, dalam industri kimia pada umumnya terdiri dari 2 macam proses; yaitu proses kimia/ reaksi kimia (terbentuk zat baru) dan proses fisik ( terjadi perubahan fisik). Dengan melakukan perancangan semua alat yang diperlukan, dapat diprediksi biaya yang diperlukan untuk pengadaan alat. Alat- alat produksi dalam industri kimia meliputi:

- a. Reaktor merupakan tempat terjadinya reaksi kimia, perancangan atas alat ini sangat spesifik, tergantung pada: jenis reaksi yang terjadi ( homogen, heterogen, eksotermal, endotermal,) Ada beberapa jenis rector yang digunakan dalam industri kimia, antara lain: Reaktor Alir Tangki berpengaduk (RATB), Reaktor Alir Pipa (RAP), *Shell and Tube Reactor*, *Fluidized Bed Reactor* .( Westerterp, Swaij and Beenackers; 1994)
- b. Alat Proses yang bekerja secara fisik. Alat- alat ini pada pronsipnya merupakan alat pemisahrnian produk dan alat pencampur, yang digunakan untuk menyesuaikan keadaan fisik dari zat/ bahan yang diolah, agar kondisinya sesuai dengan kondisi yang dipersyaratkan/ diinginkan. Kondisi tersebut meliputi: **suhu** (digunakan alat penukar kalor/ heat exchanger = HE), **tekanan** (digunakan kompresor atau pompa), **ukuran butiran** (digunakan alat penumbuk, alat pengayak,), **fasa zat** (digunakan alat penguap, atau pengembun, alat pengering), **kemurnian bahan** ( digunakan alat distilasi, alat ekstraksi, alat adsorbsi). (Brown G.G: 1989. dan Geankoplis; 1992 ).

## 7. Menghitung banyaknya utilitas yang diperlukan ( meliputi: air, uap air, udara tekan dan listrik )

Menurut artinya, utilitas adalah bahan yang diperlukan untuk menujung terlaksananya suatu proses. Yang termasuk dalam utilitas adalah: air, uap air, udara dan listrik.

- a. Air dalam industri kimia mempunyai beberapa fungsi, yaitu: sebagai air keperluan rumah tangga industri, air proses, air pencuci dan air pembangkit tenaga uap (air umpan boiler). Masing- masing jenis air mempunyai persyaratan yang berbeda. Kebutuhan total air untuk industri dihitung dengan cara menghitung kebutuhan air pada tiap- tiap alat. Alat produksi yang memerlukan air adalah: alat pencuci, alat pendingin (cooler) dan ketel pembangkit uap air. Dengan menggunakan konsep neraca massa dan neraca panas dan pada tiap alat, maka kebutuhan air dapat diketahui. ( Powell S.T: 1992)

- b. Uap air dalam industri kimia berfungsi sebagai sumber panas. Alat- alat proses industri yang memerlukan uap air sebagai pemanas misalnya adalah: alat penguap (*evaporator*), alat pendidih kembali (*reboiler*), alat pemanas (*heater*). Seperti halnya pada penentuan kebutuhan air, kebutuhan akan uap air ditentukan dengan bantuan neraca massa dan neraca panas. (Geankoplis C.J; 1992)
- c. Udara tekan dan udara panas banyak digunakan dalam industri kimia pada proses pengeringan dan proses pembakaran bahan bakar yang berlangsung dalam suatu dapur pembakaran. Banyaknya udara tekan dapat diketahui dengan cara merancang alat- alat yang membutuhkan udara tekan
- d. Dalam industri kimia, listrik digunakan untuk keperluan penerangan, pemompaan dan alat- alat angkut lainnya seperti conveyor dan elevator. Prediksi kebutuhan listrik dihitung berdasarkan perancangan terhadap alat- alat yang memerlukan listrik.

#### 8. Melakukan evaluasi ekonomi.

Evaluasi ekonomi dilakukan untuk menentukan kelayakan didirikannya suatu industri kimia. Yang dimaksud dengan industri kimia yang layak didirikan adalah industri kimia yang apabila beroperasi akan mendapatkan keuntungan secara financial. Dengan mengetahui besarnya modal, baik modal tetap maupun modal kerja, besarnya biaya produksi, pendapatan dari penjualan produk, memperhitungkan besarnya pengeluaran tak terhingga serta besarnya pajak yang harus dibayarkan, menurut Aries R.S and Newton R.D (1988), dengan alur perhitungan tertentu akan diperoleh beberapa kriteria yang digunakan sebagai tolok ukur penentuan kelayakan didirikannya suatu industri. Tolok ukur tersebut meliputi *Break event Point (BEP)*; *Pay Out Time Period (POT)*, *Discounted Cash Flow (DCF)*, *Shut Down Point (SDP)* dan *Return On Investment (ROI)*.

- a. *Break Event Poin (BEP)* adalah kapasitas produksi ( dinyatakan dengan k% kapasitas penuh) dimana dengan produksi sebesar ini, maka industri tidak mengalami rugi maupun laba. Misalnya suatu industri mempunyai kapasitas produksi 100 000 ton tiap tahun. Jika dari perhitungan diperoleh harga *BEP* sebesar 40%, ini berarti bahwa jika industri sudah beroperasi sebanyak 40.000 ton per tahun, maka industri tidak rugi dan tidak laba. Namun jika berproduksi lebih kecil dari 40.000 ton per tahun industri akan mengalami kerugian. Demikian pula sebaliknya.

- b. **Pay Out Time Period (POT)** adalah kurun waktu dimana modal tetap yang dikeluarkan oleh industri akan kembali.
- c. **Discounted Cash Flow (DCF)** adalah besarnya bunga per tahun yang bias doperoleh pihak penanam modal. Misalnya seseorang menanam modal sebesar Rp. 100.000.000. Jika harga *DCF* sebesar 20% berarti tiap tahun akan menerima keuntungan sebesar  $20\% \times \text{Rp. } 100.000.000 = \text{Rp. } 20.000.000$ . Ini berarti bahwa ditinjau dari *DCF*, industri ini menarik untuk didirikan. (karena bunga Bank sebesar 12% per tahun).
- d. **Shut Down Point (SDP)** adalah besarnya kapasitas produksi yang mengakibatkan industri tutup. Semakin kecil harga *SDP* industri semakin layak atau menarik untuk dibangun.
- e. **Return On Investment (ROI)** adalah besarnya keuntungan (dinyatakan dalam %) yang diperoleh setiap tahun. Return On Investment dihitung berdasarkan besarnya modal tetap.

Setelah harga- harga *BEP*, *POT*, *DCE*, *SDP* dan *ROI* dapat diketahui, dan dengan memperhatikan tingkat risiko dari industri, dapat ditarik suatu kesimpulan tentang kelayakan industri tersebut didirikan.

### III. Penutup

Berdasarkan uraian di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa industri kimia adalah merupakan suatu organisasi usaha yang “profit oriented”, disamping menghasilkan produk yang bermanfaat bagi kesejahteraan umat, pihak industri juga berharap mendapatkan keuntungan dibidang ekonomi/ finansial. Untuk merealisasikan tujuan tersebut, maka sebelum dilaksanakan proyek pembangunan fisik suatu industri kimia perlu dilakukan prarancangan terlebih dahulu, dengan tujuan mengetahui kelayakan didirikannya suatu industri kimia tersebut.

Langkah- langkah prarancangan industri kimia meliputi 1). Menentukan tujuan didirikannya industri kimia; 2) Menentukan jenis dan mekanisme proses yang ada di dalamnya (termasuk proses kimia dan proses fisika); 3) Menentukan kapasitas produksi; 4) Menghitung banyaknya bahan/ zat yang keluar dan masuk dari dan ke dalam suatu alat proses ( dengan menggunakan konsep neraca bahan); 5) Menghitung banyaknya panas yang keluar dan masuk dari dan ke dalam suatu alat (menggunakan konsep neraca panas); 6) Merancang alat- alat produksi ( reaktor, alat pemurnian, alat penukar kalor dll.); 7) Menghitung utilitas yang diperlukan ( meliputi: air, udara,, uap air dan listrik); 8). Melakukan evaluasi ekonomi untuk menentukan kelayakan didirikannya industri kimia tersebut.

Kelayakan dididirkannya suatu industri kimia dapat ditentukan oleh besarnya harga-harga **BEP (Break Event Point)**, **POT period (Pay Out Time Period)**, **DCF Discounted Cash Flow**), **SDP ( Shut Down Point)** dan **ROI (Return On Investment)**

#### **IV. Daftar Pustaka**

Aries R.S., and Newton R.D., (1988), "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw Hill Book Co, London

Brown G.G, (1989), "*Unit Operations*", Modern Asia Edition, Japan

Geankoplis C.J., (1992), "*Transport Processes and Unit Operation*", Allyn and Bacon Co, Toronto

Himmelblau D.M, (1984), "*Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*", Prentice Hall Inc. New jersey.

Petters M.S, Timmerhaus K.D, and West R.E (2003), "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*", Mc Graw Hill Book, New York

Powell S.T (1992), "*Water Conditioning for Industry*", Mc Graw Hill Book Co. Inc. Tokyo

Westerterp K.R, Swajj W.P.M.V and Beenackers A.A.C.M ( 1994) "*Chemical Reactor Design and Operations*", John Wiley and Sons, New York.