

BAB XI

PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI OLEOKIMIA

Perkembangan industri oleokimia dewasa ini salah satunya ditandai dengan terjadinya perubahan-perubahan yang sangat cepat. Implikasi dari kecenderungan ini adalah di satu pihak masyarakat sebagai konsumen mempunyai tuntutan yang semakin tinggi dan di lain pihak perusahaan industri oleokimia sebagai produsen didorong untuk secara terus-menerus mengikuti arah kebutuhan masyarakat dengan memanfaatkan peluang yang tersedia.

Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa untuk menjamin kelangsungan hidup perusahaan (pabrik) diperlukan kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan usaha yang tinggi. Untuk dapat beradaptasi secara tepat dan cepat, perusahaan harus mampu melakukan penyesuaian-penyesuaian strategi usahanya. Dalam lingkungan usaha yang sangat cepat berubah, perusahaan tidak dapat hanya melakukan reaksi tetapi lebih dari itu perusahaan harus dapat mengantisipasi kecenderungan yang akan terjadi di masa depan.

Dalam merumuskan strategi usahanya, perusahaan perlu mempertimbangkan bukan saja aspek internal perusahaan yang menunjukkan kemampuan dan kelebihan yang dimilikinya (strength) serta kelemahannya (weakness), tetapi juga aspek eksternal yang memperlihatkan peluang (opportunities) yang dapat dimanfaatkan dan ancaman dari perusahaan pesaing (threats) yang mungkin timbul.

Perubahan yang terjadi pada lingkungan eksternal akan menimbulkan perubahan pada karakteristik usaha seperti persaingan dan perilaku konsumen. Pada gilirannya, perubahan-perubahan tersebut dapat menciptakan peluang usaha yang dapat digunakan oleh perusahaan untuk lebih memperkuat keunggulannya. Namun sebaliknya keunggulan-keunggulan tersebut juga dapat menjadi hambatan dan ancaman bagi kelangsungan hidup perusahaan jika tidak ditanggulangi secara tepat dan cepat.

Penelitian dan pengembangan (research & development) merupakan salah satu kunci keberhasilan perusahaan. Banyak contoh yang menunjukkan bahwa penelitian dan pengembangan merupakan faktor yang paling penting yang dapat menganalisa penyebab kegagalan sehingga dihasilkan suatu produk yang lebih baik. Selain itu, penelitian dan pengembangan dapat mengembangkan suatu proses sehingga suatu proses yang tidak mudah/efisien dapat menjadi lebih mudah/efisien. Jadi penelitian dan pengembangan merupakan “kunci emas” suatu perusahaan untuk dapat bertahan dan berkembang sehingga perusahaan dapat masuk ke dalam suatu usaha yang tepat pada saat yang tepat.

Fokus penelitian dan pengembangan tidak hanya dalam pengembangan produk yang keseluruhannya baru tetapi juga dalam hal penggantian pemakaian komponen-komponen kimia yang berbahaya serta pengembangan proses yang hemat energi dan ramah lingkungan. Produk berkualitas tinggi dengan kinerja baik dapat membuka peluang pasar baru pada produk tersebut.

Pada tahun belakangan ini, pemerintah dan industri memberikan perhatian ekstra untuk mengurangi efek-efek berbahaya terhadap lingkungan dari berbagai jenis pelarut dan dari bahan-bahan pembantu dalam berbagai industri. Oleh karena itu dalam usaha menciptakan lingkungan yang bersih, dapat diduga peraturan di masa mendatang akan mencantumkan persyaratan yang makin ketat terhadap bahan-bahan dan produk yang harus dipatuhi.

Disamping perhatian yang tertuju untuk mendapatkan produk yang dapat terdegradasi secara alami, perhatian penting juga tertuju pada usaha menghasilkan produk dan bahan baku yang dapat didaur ulang. Daur ulang bahan yang memungkinkan umur pakai bahan lebih lama merupakan proses yang sangat cocok dengan konteks berkesinambungan yang berwawasan lingkungan. Untuk skala yang lebih luas, dengan konsep daur ulang akan memudahkan penanganan masalah-masalah yang berhubungan dengan limbah di mana pada hakekatnya merupakan tanggung jawab produsen untuk mengawasinya selama periode siklus hidup bahan tersebut.

Sebagai negara yang berlimpah '*agro raw-material*', sebuah pendekatan yang bersifat multidisiplin sudah saatnya untuk dikaji secara serius dalam usaha menciptakan sebuah terobosan dalam membangun industri kimia berbasis agro di Indonesia. Peran Teknik Kimia dalam Pengembangan Proses Kimia (Chemical Process Development) merupakan landasan penting (*essential*) dalam usaha menciptakan industri kimia agro di Indonesia. Kebersamaan dalam mengaitkan pengetahuan dan pengalaman dalam pengembangan proses kimia memungkinkan diciptakannya suatu proses yang dapat dijalankan dengan lebih efisien dan dengan investasi yang relatif lebih murah.

Selama bertahun-tahun, di negara maju ilmu pengetahuan tentang teknik kimia telah dipadukan dengan berbagai disiplin ilmu untuk menghasilkan berbagai produk kimia dari bahan agro. Secara umum bahan baku agro yang dikaji dibagi menjadi 4 kategori utama ; karbohidrat, *agrofiber*, protein dan minyak. Dengan posisi produk *agro raw-material* yang unik untuk dipasarkan, dengan pengembangan proses kimia (chemical process development) sangat memungkinkan untuk membangun metoda dan proses baru sebagai landasan merancang industri kimia yang layak secara ekonomi dan teknik..

11.1 Pengembangan Proses Kimia (Chemical Process Development)

Pengembangan Proses Kimia (Chemical Process Development) adalah suatu aktivitas untuk mendapatkan data dan pengalaman dari perangkat dalam skala laboratorium dan *prototype*, yang dibutuhkan dalam merancang, membangun dan mengoperasikan pabrik-pabrik kimia. Pengalaman dan data yang diperlukan bukan hanya agar mampu memproduksi bahan-bahan kimia, tetapi terlebih penting adalah agar produk yang dihasilkan layak dijual dengan mendapatkan keuntungan.

Bagi industri kimia yang telah ada maupun yang akan dibangun, kegiatan dalam pengembangan proses kimia merupakan kebutuhan yang penting (*essential*) agar keberlangsungan dapat dipertahankan dan pertumbuhan berkelanjutan dapat diciptakan.

Kegiatan dalam bidang pengembangan proses kimia diharapkan dapat menjawab beberapa pertanyaan berikut :

1. Dalam suatu organisasi dengan sumber daya : pengalaman, tenaga kerja, dan dana yang tersedia, masalah apakah yang baik untuk dikaji, dikerjakan ?
2. Jika masalah tersebut perlu dan berguna untuk diselesaikan, jalan terbaik apakah yang perlu ditempuh untuk menyelesaikannya ?
3. Jika masalah telah terpecahkan pada skala kecil, bagaimana jalan terbaik untuk menerapkan jawaban-jawaban yang telah diperoleh tersebut pada perancangan, konstruksi dan operasi unit pengolahan skala besar (pabrik kimia) ?

Kegiatan produksi untuk menghasilkan komponen murni dari berbagai sumber bahan baku merupakan bagian terbesar dari industri kimia. Untuk sintesis bahan kimia murni pada skala besar, penelitian dan pengembangan untuk mencari metode-metode baru yang dapat menciptakan cara produksi yang lebih murah tidak pernah berakhir. Karena produksi dalam skala besar, pengurangan biaya produksi yang sangat kecil sekalipun, keuntungan yang diberikan akan sangat berarti. Secara umum pengembangan proses kimia selalu mengikuti salah satu atau kombinasi ketiga kegiatan berikut :

A. Pengembangan proses atau produk baru dari bahan baku yang murah

Dalam pabrik kimia modern operasi sistem produksi biasanya telah berlangsung secara kontinyu dengan pengendalian secara otomatis. Hal yang mendasar dalam menentukan biaya produksi adalah harga bahan baku. Hampir 60-85% harga produk dipengaruhi oleh harga bahan baku. Jika suatu proses telah tersedia, bahan baku yang murah selalu dicari untuk dikombinasikan dengan bahan yang umum dipakai pada perbandingan tertentu, sehingga produk yang dihasilkan relatif lebih murah. Oleh karena itu salah satu bidang

penelitian di industri kimia saat ini adalah mencari kondisi proses (suhu, tekanan, katalis) yang optimum dan memanfaatkan bahan baku yang murah untuk menghasilkan produk dengan biaya produksi yang minimum.

B. Pengembangan proses baru untuk produk lama

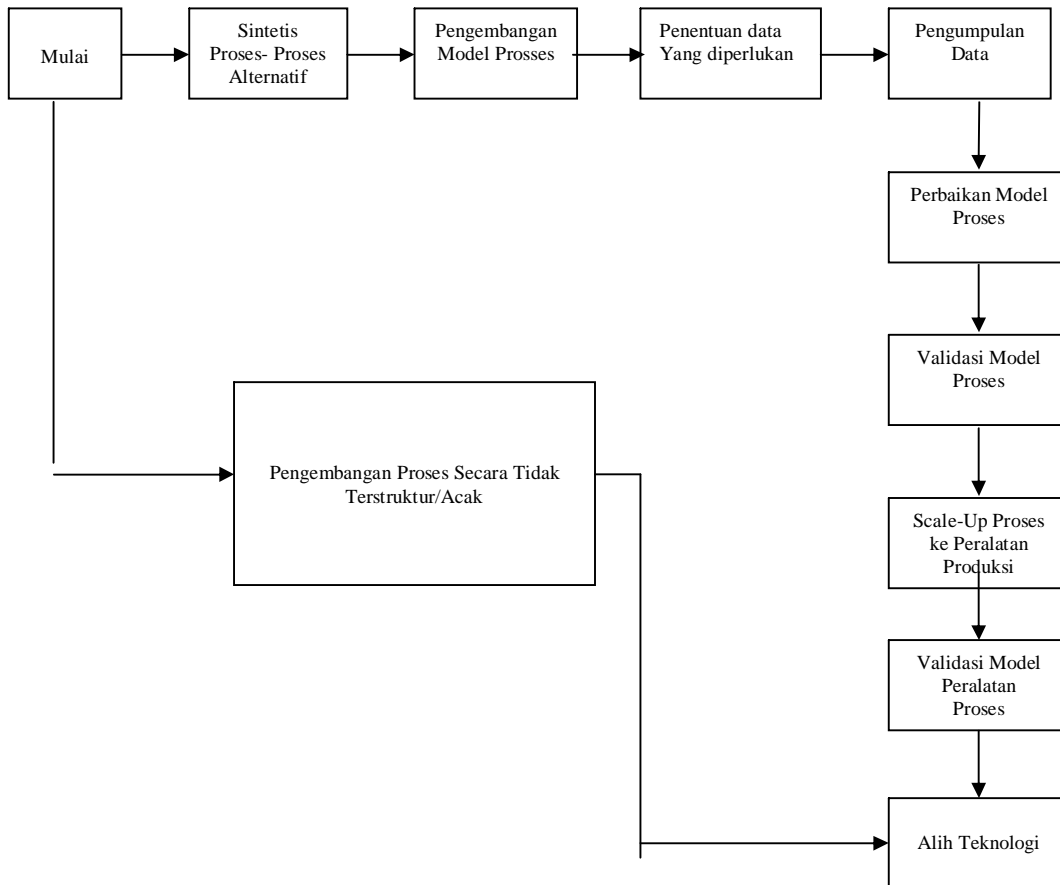
Pengembangan proses baru untuk mensintesa bahan kimia dengan cara baru dalam skala produksi yang besar merupakan aktivitas lain yang penting. Proses baru dapat mengurangi biaya bahan baku, menghindari kesulitan-kesulitan/masalah-masalah yang terjadi dalam tahapan proses tertentu, mengurangi biaya operasi dan biaya investasi.

C. Pengembangan proses baru untuk produk baru

Sintesa dan pengembangan proses untuk mendapatkan produk baru dengan cara baru merupakan kegiatan pengembangan yang selalu berlangsung dalam mendukung keberlangsungan suatu sistem produksi komersial.

Untuk mengembangkan proses yang efisien visi pengembangan proses melalui pendekatan yang lebih sistematis sangat penting. Dengan visi yang sistematis biaya yang diperlukan untuk mengembangkan proses yang lebih berkualitas akan jauh lebih sedikit serta kemungkinan untuk penerapannya akan lebih besar.

Langkah-langkah pengembangan proses yang dilakukan dengan visi yang sistematis (terstruktur) dan pengembangan proses yang dilakukan secara tidak terstruktur (acak) dapat dilihat dalam skema berikut.



Gambar XI.1 Perbandingan antara pengembangan proses dengan visi yang jelas dan pengembangan proses tidak terstruktur (acak)

Secara garis besar gambar di atas menjelaskan langkah-langkah penting dalam pengembangan proses :

1. Sintesa dan Visi Pengembangan Proses

Sintesa proses merupakan kunci tahap pertama untuk membantu visi pengembangan proses. Dengan pengembangan proses yang sistematis dapat diperoleh banyak keuntungan, diantaranya :

- a. Mempermudah pengembangan model sistem proses
- b. Memperbaiki efektivitas proses
- c. Membuat proses lebih handal dan mudah untuk di-*'scale up'*

Pengembangan proses yang biasa dilakukan dimulai dari penetapan alur proses dan diikuti usaha mendapatkan berbagai parameter dan variabel proses dari alur proses tersebut dalam skala laboratorium. Saat ini, dengan bantuan perangkat komputasi,

berbagai masalah dalam bidang pemilihan reaksi kimia dan alur proses yang optimum dapat diselesaikan dengan cepat. Dengan demikian para ahli dari berbagai disiplin ilmu dapat langsung terlibat sejak awal pengembangan proses dengan turut menentukan berbagai sasaran yang harus dicapai, seperti pembiayaan, *manufacturability*, beban limbah dan emisi, waktu yang dibutuhkan untuk pengembangan, sumber daya yang diperlukan, dan berbagai masalah teknis lainnya. Masukan dari segi produksi (*manufacturing*) dan segi komersial merupakan bahan yang penting untuk penentuan alur proses yang optimum.

2. Mengidentifikasi Proses Optimum

Alternatif alur proses sintesa harus dievaluasi dengan mempertimbangkan harga daur ulang produk antara/limbah, integrasi operasi dan lain-lain. Model alternatif proses digunakan untuk menentukan alur proses yang paling optimum.

3. Model Proses Secara Keseluruhan

Model proses dapat bervariasi dengan hanya berlandaskan neraca massa dan energi unit-unit operasi atau sampai model dinamik proses. Model proses harus menunjukkan data-data apa saja yang diperlukan untuk identifikasi proses yang lebih baik.

4. Identifikasi Data yang Dibutuhkan

Pengumpulan data-data sebaiknya berhubungan langsung dengan model proses yang dikembangkan agar eksperimen-eksperimen yang tidak diperlukan dapat dihindari.

5. Pengumpulan Data Eksperimen untuk Memperbaiki Model Proses

Cara terbaik untuk mengumpulkan data adalah merancang eksperimen yang sesuai dalam skala laboratorium dan pilot plant'. Data-data yang terkumpul dari percobaan awal kemudian dapat digunakan untuk memperbaiki model yang sebelumnya dikembangkan.

6. Validasi Model Proses

Menguji validasi model proses menggunakan analisis sensitivitas yang dilanjutkan dengan 'scale-up' peralatan proses.

7. Aplikasi Proses Dalam Manufacturing Plant

Penelitian dan pengembangan produk baru merupakan kunci keberhasilan perusahaan. Berkaitan dengan gagasan pengembangan produk perlu dipertimbangkan posisi produk perusahaan saat ini. Pertimbangan tersebut meliputi :

1. Produk harus melayani kebutuhan saat ini yang belum terlayani.

Situasi ini dapat terjadi karena :

- a. Tidak ada seorangpun yang mengetahui bagaimana membuat produk yang dapat memenuhi kebutuhan
 - b. Kebutuhan tidak dapat dikenali dan dikembangkan
 - c. Kebutuhan belum ada
2. Produk harus melayani pasar yang sudah ada, tapi dalam kondisi permintaan yang melampaui penawaran. Perlu diwaspadai, bahwa dalam kondisi ini produsen yang sudah ada tentu akan meningkatkan produknya (kecuali bila terdapat hambatan tertentu, seperti kapasitas, bahan baku dan lain-lain). Karena itu, keputusan terhadap gagasan produk ini harus dilakukan secara hati-hati.
 3. Produk dapat sukses bersaing dengan produk sejenis di pasar karena posisinya yang menguntungkan dalam hal :
 - a. Pengembangan desain, dimana terdapat inovasi desain yang menghasilkan gambaran khusus, performansi bertambah, penampilan lebih baik dan lain-lain yang menghasilkan keuntungan kompetitif.
 - b. Biaya yang murah, sehingga kompetitif

Sumber penurunan biaya dapat berasal dari biaya material, tenaga kerja, transportasi, pajak, kapital ataupun karena inovasi proses. Penurunan ini juga kadangkala terjadi karena campur tangan pemerintah, misalnya dalam hal produk impor.

11.2 Pengembangan Proses Agro Industri Kimia

Pengolahan hasil pertanian yang secara umum dipahami pada teknik pertanian dan telah banyak dipraktekkan oleh masyarakat saat ini adalah :

- Pencucian, pemilahan bahan baku
- Pengeringan dan dehidrasi
- Penyimpanan
- Penggilingan
- Penanganan untuk tujuan pengemasan
- Pemanfaatan limbah pertanian secara langsung

Tujuan pengolahan-pengolahan tersebut terbatas untuk meminimalisasi kerusakan bahan sesudah panen baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Proses yang melibatkan reaksi kimia yang membawa perubahan mendasar pada sifat awal bahan belum banyak dilakukan.

Untuk proses-proses yang melibatkan reaksi kimia diperlukan informasi berkaitan dengan sifat-sifat dan komposisi bahan dan pengetahuan teknik kimia untuk mengembangkan proses-proses yang sesuai dalam mensintesa produk tertentu. Beberapa produk yang dapat dihasilkan dari 'agro raw-materials' yang saat ini menjadi obyek pengembangan proses oleh berbagai pihak adalah:

- biopolymers
- soap & detergents
- glues and paints
- coatings controlled release
- composite materials
- pulp and paper
- fermentation technology
- membranes
- lubricants
- bahan bakar (biodiesel, bioetanol, biogas)

Dari hal-hal yang telah diuraikan sebelumnya, untuk pengolahan 'agro raw-material' diperlukan serangkaian tahapan awal di dalam pengembangan proses dan sistem pemroses yang dapat dikelompokkan dalam tiga tahapan utama, yaitu :

- (1) Pendefinisian produk yang akan dihasilkan oleh proses/ sistem pemroses
 - jumlah dan kualitas (spesifikasi) produk yang ingin dihasilkan
 - jumlah produk yang diperoleh per satuan berat bahan agro
 - besar hasil samping yang tidak dikehendaki
- (2) Pencarian dan/atau pemilihan alur-alur perubahan fisik dan kimiawi yang akan dijadikan landasan di dalam merumuskan prosesnya, termasuk di sini pemilihan bahan baku atau bahan asal.
- (3) Penyusunan alur proses

Penggunaan agro raw-material sebagai bahan baku untuk sesuatu pengolahan mempunyai ciri permasalahan yang agak khusus, yang perlu dicermati dalam pengembangan proses.

Hal pertama, yang kiranya sangat jelas, adalah bahwa bahan yang ingin dimanfaatkan dapat berupa limbah atau paling tidak saat dipilih untuk diolah nilainya sangat rendah. Tetapi apabila dengan pemanfaatan tersebut dihasilkan hasil (produk) yang cukup

berharga, maka kedudukannya sebagai limbah sebenarnya telah berakhir. Limbah itu telah menjadi sumber daya yang mempunyai nilai ekonomis. Perlu menjadi perhatian dalam mendirikan proses untuk memanfaatkan bahan agro agar tidak semata-mata bertitik tolak pada pengabaian nilai ekonomis bahan yang akan dimanfaatkan.

Hal kedua yang menjadi ciri dari agro raw-material adalah bahwa pada umumnya bahan tersebut dihasilkan secara tersebar, dan pada tiap lokasi penghasilnya jumlah yang terakumulasi tidak cukup banyak untuk menjamin kelangsungan sesuatu proses.

Hal ketiga yang perlu mendapat perhatian adalah kontinuitas dihasilkannya bahan agro raw material tersebut. Ketiga hal di atas akan sangat mempengaruhi sistim pemroses yang hendak diciptakan.

Contoh praktis pengembangan proses industri oleokimia

1. Pembuatan asam lemak secara langsung dari buah/biji tanaman, tanpa terlebih dahulu melalui minyak mentahnya. Hal ini karena asam lemak merupakan salah satu dasar oleokimia. Tanaman yang mengandung enzim lipase dapat diperlakukan dengan cara ini, seperti kelapa sawit, kelapa, jarak, kedelai dan lain-lain.
2. Optimasi kondisi operasi terhadap produk-produk oleokimia, seperti pengadukan, waktu tinggal, pemakaian katalis, desain alat, suhu, tekanan dan lain-lain. Hal ini dilakukan untuk dapat menekan harga serendah mungkin.
3. Pengembangan produk baru oleokimia, seperti lilin, semir sepatu, kosmetik, farmasi dan lain-lain.

11.3 Analisis Kelayakan Pabrik

Sifat suatu investasi biasanya :

1. Melibatkan suatu modal yang besar, yang berarti harus menanggung biaya modal (bunga) yang besar pula, termasuk biaya kesempatan, yakni modal tersebut tidak bisa digunakan untuk kepentingan (membiayai investasi) lain, apabila modal tersebut sudah diputuskan untuk membiayai suatu investasi.
2. Meliputi jangka waktu lama, dimana makin lama jangka waktu investasi, berarti ketidakpastian dan resiko yang melingkupi suatu investasi makin besar pula.
3. Keterbatasan sumber daya, yang berarti alokasi sumber daya untuk suatu investasi akan menghilangkan suatu kesempatan untuk melakukan investasi lain.
4. Adanya berbagai kesempatan/alternatif investasi. Kegiatan-kegiatan yang berbeda atau kegiatan-kegiatan yang sama di lingkungan berbeda, dapat menghasilkan output/produk yang berbeda.

Dari sifat-sifat yang diberikan di atas, memberikan gambaran bahwa analisis kelayakan pabrik merupakan usaha untuk menjamin agar pengeluaran modal, yang ketersediaannya bersifat terbatas, betul-betul mencapai tujuan seperti yang diharapkan, baik dari segi manfaat ekonomi maupun dari segi sosial.

Secara garis besar, analisis kelayakan pabrik bertujuan untuk :

1. Mengetahui tingkat keuntungan (profitabilitas) yang dihasilkan oleh investasi.
2. Mengadakan penilaian terhadap alternatif investasi
3. Menentukan prioritas investasi, sehingga dapat dihindari investasi yang hanya memboroskan sumber daya

Analisis kelayakan pabrik meliputi :

1. Analisis aspek marketing

Dalam analisis marketing yang dilaksanakan dengan penelitian pasar diusahakan:

- a. Identifikasi produk yang dibutuhkan konsumen dan pengukuran (peramalan) besarnya kebutuhan (demand) tersebut dan data-data yang berhubungan dengan kondisi pasar.
- b. Formulasi strategi marketing yang meliputi:
 - konsep dasar strategi
 - bauran pemasaran (marketing-mix)
 - segmentasi pasar

2. Analisis aspek teknis dan operasi

Analisis aspek teknis dan operasi meliputi :

- a. Pemilihan dan perancangan produk
- b. Perencanaan kapasitas
- c. Pemilihan dan perencanaan proses/fasilitas produksi
- d. Pengorganisasian sistem produksi

Analisis teknik ini dilakukan untuk menetapkan apakah secara teknis investasi layak dan memberikan dasar untuk estimasi biaya.

3. Analisis aspek legal

Dalam hal analisis aspek legal dikaji :

- a. Kelayakan investasi dari ketentuan dan hukum formal
- b. Prosedur legalitas yang harus diselesaikan sampai investasi siap dioperasikan

4. Analisis aspek lingkungan

Analisis aspek lingkungan dilakukan untuk melihat :

- a. Bagaimana pengaruh dari alternatif teknologi yang digunakan pada lingkungan sekitar, baik fisik, lingkungan hidup maupun sosial
- b. Konsekuensi-konsekuensi (instalasi tambahan dan lain-lain) apa yang dibutuhkan untuk mengatasi dampak teknologi terhadap lingkungan

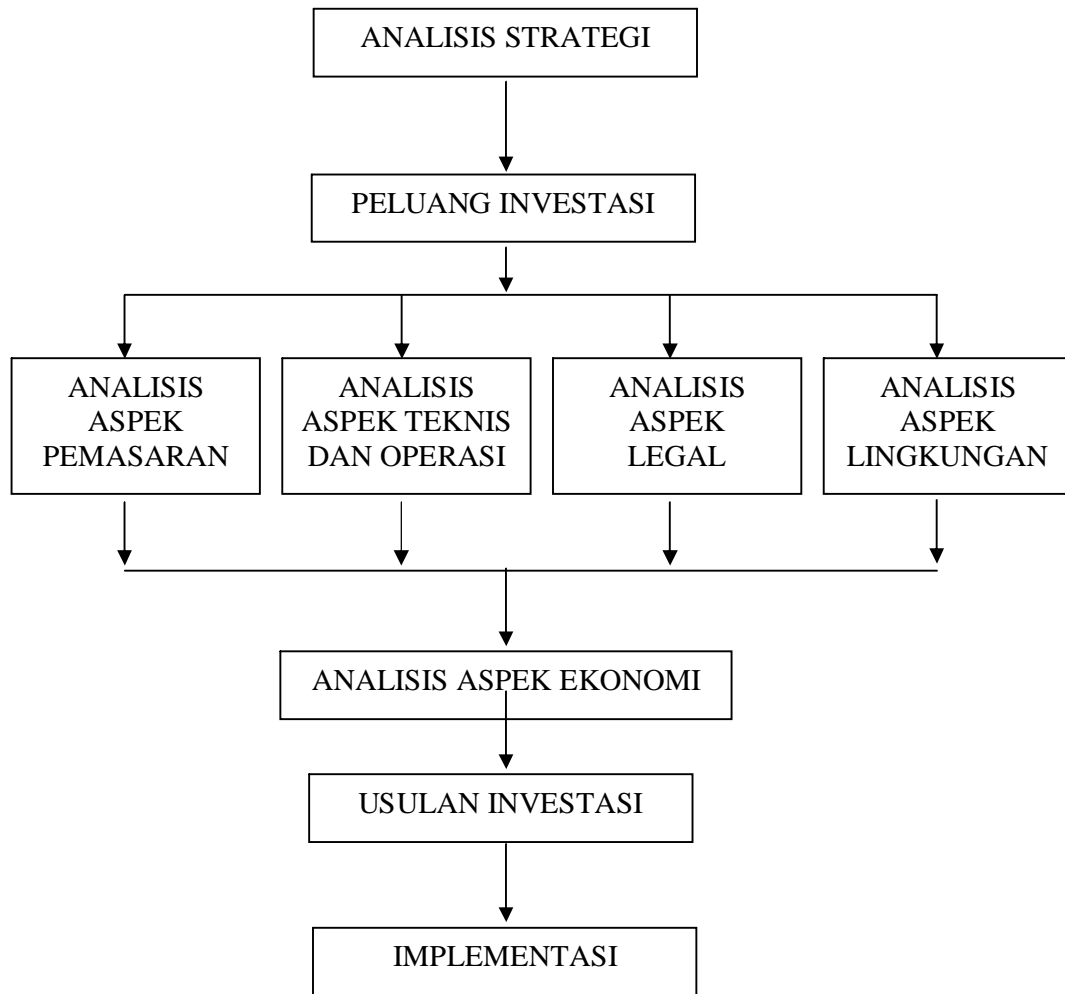
5. Analisis aspek ekonomi

Dalam analisis ini dilihat sejauh mana manfaat investasi, yang meliputi :

- a. Estimasi biaya produksi
- b. Estimasi nilai investasi dan sumber pendanaannya
- c. Penyusunan cash flow
- d. Evaluasi investasi

Analisis kelayakan pabrik meliputi tahap-tahap identifikasi peluang investasi, analisis dan evaluasi serta tahap implementasi. Dalam pendekatannya, kelayakan investasi pada akhirnya diukur berdasarkan tolok ukur kelayakan aspek finansialnya. Pada tahap identifikasi peluang investasi perlu dilakukan analisis strategi guna menetapkan tujuan usaha yang akan dicapai. Tahap identifikasi peluang investasi ini sangat tergantung pada kreatifitas. Tahap analisis dan evaluasi meliputi pengkajian terhadap aspek marketing, aspek teknis-operasi, aspek legal, aspek lingkungan dan aspek ekonomi/finansial.

Setelah usulan investasi diputuskan untuk dilaksanakan, maka persiapan segera dilakukan seperti : penyampaian proposal investasi kepada pihak yang berkepentingan, pembuatan kontrak, perancangan (design), pengadaan material dan pada akhirnya tahap konstruksi. Tahap ini disebut tahap implementasi rencana investasi.



Gambar XI.1 Kerangka Pendekatan Analisis Kelayakan Pabrik