

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 TINJAUAN UMUM

Banyak orang teknik (*engineer*) berpikir bahwa urusan keuangan khususnya dalam pekerjaan teknik akan diurus oleh orang lain yang berkompeten, dan bukan merupakan hal yang perlu dipikirkan. Tetapi di dalam kenyataannya, setiap proyek keteknikan (*engineering project*) tidak hanya harus mampu diwujudkan (*realizable*) secara teknis, melainkan juga harus layak (*feasible*) secara ekonomis, artinya bahwa proses perancangan dari proyek keteknikan sangat tergantung pada faktor-faktor ekonomi. Jadi ekonomi teknik sudah merupakan suatu bagian yang tak terpisahkan dari proses itu, tanpa memandang apa disiplin keteknikannya (DeGarmo dkk,1997).

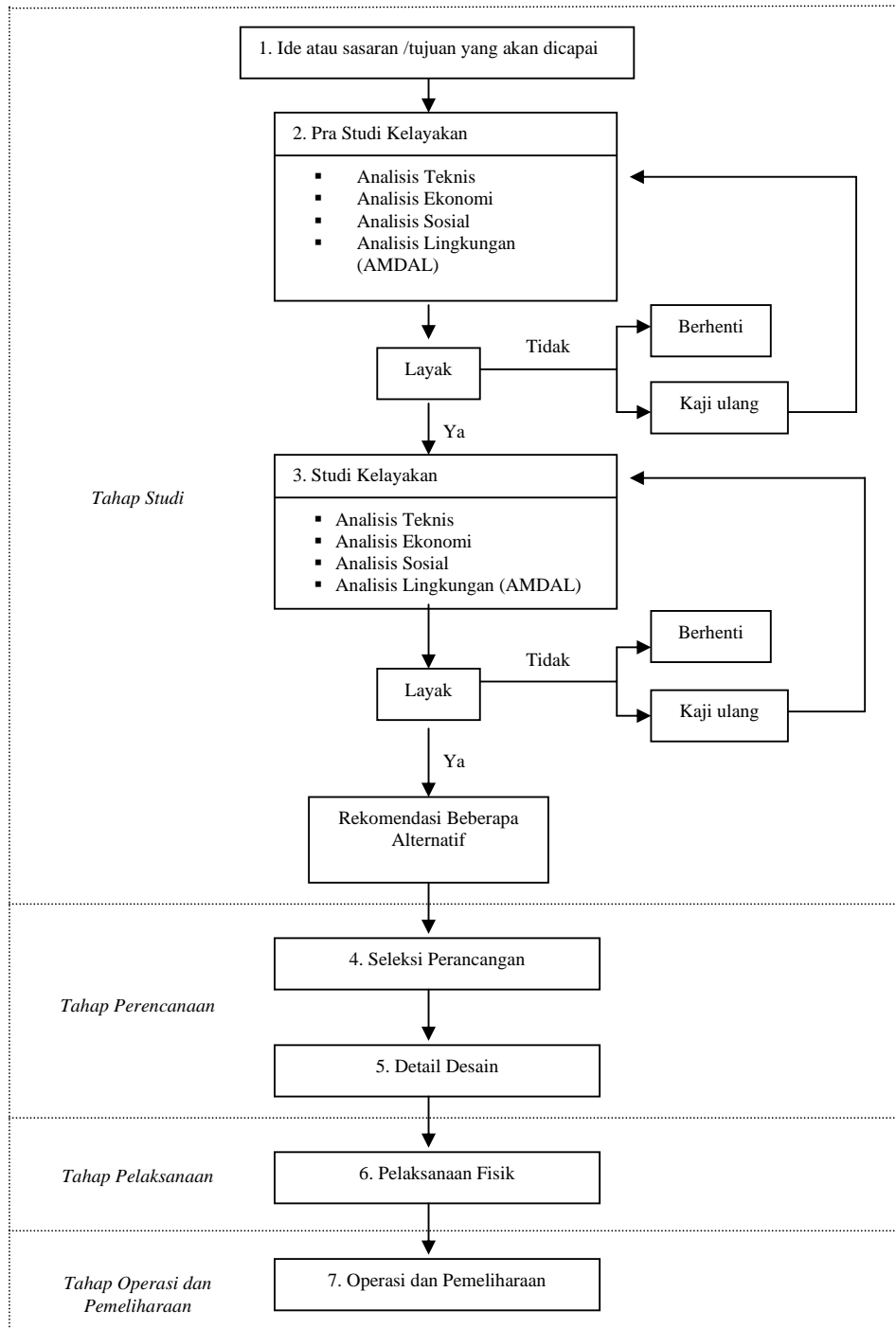
#### 2.2 PENGERTIAN EKONOMI TEKNIK

Proyek pembangunan merupakan rangkaian suatu kegiatan yang saling berhubungan. Pada dasarnya proyek pembangunan merupakan suatu kegiatan yang didasarkan pada analisis dari berbagai aspek untuk mencapai sasaran dan tujuan tertentu dengan hasil seoptimal mungkin.

Aspek-aspek yang mendukung keberhasilan suatu proyek dapat dibagi menjadi empat tahapan, yaitu (Kodoatie,2001):

- Tahapan studi
- Tahapan perencanaan
- Tahapan pelaksanaan
- Tahapan operasi dan pemeliharaan

Empat tahapan tersebut meliputi berbagai macam aktivitas, yang secara garis besar dapat ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Tahapan Kegiatan Suatu Proyek Pembangunan (Kodoatie, 2001)

Dengan melaksanakan tahapan-tahapan analisis di atas, maka diharapkan pembangunan suatu proyek dapat berjalan secara baik dan dapat menghasilkan manfaat yang optimal.

Tahapan yang cukup penting dalam pelaksanaan proyek pembangunan adalah tahap studi kelayakan. Pada tahapan ini seorang *engineer* akan melakukan analisis kelayakan yang terdiri dari :

- Analisis Teknis
- Analisis Ekonomi
- Analisis Sosial
- Analisis Lingkungan (AMDAL)

Masing-masing analisis tersebut akan memberikan penilaian yang nantinya dapat memberikan solusi apakah proyek tersebut layak atau tidak layak untuk dilaksanakan. Keempat analisis ini merupakan standar yang harus dilaksanakan terhadap kajian kelayakan suatu proyek.

Analisis ekonomi teknik sendiri memiliki peranan yang besar dalam perencanaan suatu proyek pembangunan. Analisis ekonomi proyek merupakan suatu kajian secara ekonomi apakah suatu ide, sasaran, atau rencana suatu proyek akan dapat diwujudkan dengan porsi yang layak secara ekonomi (Kodoatie,2001).

Ekonomi teknik (*Engineering economy*) adalah disiplin ilmu yang berkaitan dengan aspek-aspek ekonomi dalam teknik, yang terdiri dari evaluasi sistematis dari biaya-biaya dan manfaat-manfaat usulan proyek-proyek teknik. Prinsip-prinsip dan metodologi ekonomi teknik merupakan bagian integral dari manajemen sehari-hari dan operasi perusahaan-perusahaan swasta dan koperasi, pengaturan utilitas publik yang diregulasi, badan-badan atau agen-agen pemerintah, dan organisasi-organisasi nirlaba. Prinsip-prinsip ini dimanfaatkan untuk menganalisis penggunaan-penggunaan alternatif terhadap sumber daya uang, khususnya yang berhubungan dengan aset-aset fisik dan operasi suatu

organisasi. Bidang studi ekonomi teknik berurusan dengan evaluasi sistematis terhadap manfaat dan biaya proyek-proyek yang melibatkan analisis keteknikan (DeGarmo dkk,1997).

Dengan demikian, ekonomi teknik merupakan sisi yang berhubungan dengan uang dari keputusan yang dibuat para insinyur sewaktu mereka bekerja memposisikan sebuah perusahaan agar mampu laba dalam pasar yang sangat kompetitif. Jadi ekonomi teknik melibatkan analisis-analisis teknik, yang menitikberatkan pada aspek-aspek ekonomi dan bertujuan membantu membuat keputusan. Hal ini memang berlaku baik pada pengambilan keputusan oleh seorang insinyur yang berinteraksi dalam menganalisis alternatif-alternatif pada pekerjaan proyek baru (DeGarmo dkk,1997).

### 2.3 ISTILAH DASAR EKONOMI TEKNIK

Di dalam ekonomi teknik, kita mengenal beberapa istilah penting yang sering dipakai dalam tahapan analisis kelayakan. Beberapa istilah penting yang akan dipakai adalah berdasarkan prinsip "*discrete compounding*" yang dapat dijelaskan sebagai berikut (Kodoatie,2001) :

$i$  = *Compound interest* (bunga) = besarnya suku bunga tahunan (%)

$P$  = *Present Value* (nilai sekarang) = sejumlah uang pada saat ini

$F$  = *Future Value* (nilai yang akan datang) = sejumlah uang pada saat yang akan datang

$A$  = *Annual Payment* = pembayaran tahunan = sejumlah uang yang dibayar setiap tahun

$n$  = Jumlah tahun

$G$  = *Gradient Series* = annual yang tidak konstan, membentuk suatu kenaikan atau penurunan yang teratur

$SFF$  = *Sinking Fund Factor* = penanaman sejumlah uang

$CRF$  = *Capital Recovery Factor* = pemasukan kembali modal

Pada umumnya seluruh persoalan dan periode waktunya dikonversikan berdasarkan tahunan (*annual basis*), sehingga istilah  $A$ ,  $i$ , dan  $n$  juga berdasarkan periode tahunan.

Dari penjelasan istilah-istilah tersebut, terdapat rumus-rumus penting yang merupakan dasar analisis ekonomi teknik proyek yang berdasarkan bunga berganda (*interest compound*) dan metode penggandaan yang berperiode (*discrete compounding*), yaitu :

1. *Future Value* (harga yang akan datang)

$$F = P(1+I)^n \dots\dots\dots (2.1)$$

2. *Present Value* (harga sekarang)

$$P = \frac{F}{(1+i)^f} \dots\dots\dots (2.2)$$

3. *Sinking Fund* (penanaman sejumlah uang)

$$A = \frac{Fi}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots (2.3)$$

4. *Capital Recovery* (pemasukan kembali modal)

$$A = \frac{Pi(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots (2.4)$$

5. *Future Value dari Annual*

$$F = \frac{A[(1+i)^n - 1]}{i} \dots\dots\dots (2.5)$$

6. *Present Value dari Annual*

$$P = \frac{A[(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n} \dots\dots\dots (2.6)$$

7. *Uniform dari Gradient Series*

$$A = G \left[ \frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right] \dots\dots\dots (2.7)$$

### 2.3.1 BIAYA

#### A. PENGERTIAN BIAYA

Pada setiap tahapan pelaksanaan proyek pembangunan pasti membutuhkan bermacam-macam biaya. Pada analisis kelayakan ekonomi teknik, biaya-biaya tersebut dikelompokkan menjadi beberapa komponen sehingga memudahkan dalam perhitungan (Kodoatie,2001).

#### B. JENIS BIAYA

Menurut Kuiper dalam Kodoatie (2001) biaya-biaya tersebut dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

##### 1. Biaya Modal (*Capital Cost*)

Definisi dari biaya modal adalah jumlah semua pengeluaran yang dibutuhkan mulai dari pra studi sampai dengan proyek selesai dibangun. Semua pengeluaran yang termasuk biaya modal ini dibagi menjadi dua yaitu (Kuiper dalam Kodoatie,2001) :

##### ▪ Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya ini merupakan biaya yang diperlukan untuk pembangunan suatu proyek. Misal, untuk membangun suatu waduk biaya langsung yang diperlukan terdiri dari :

- biaya pembebasan tanah
- biaya galian dan timbunan
- biaya beton bertulang
- dan lainnya

Semua biaya inilah yang nantinya menjadi biaya konstruksi yang ditawarkan pada kontraktor kecuali biaya pembebasan tanah. Biasanya biaya ini ditanggung oleh *owner* (Kodoatie,2001).

##### ▪ Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya ini ada tiga komponen yaitu :

- kemungkinan/hal yang tak diduga (*contingencies*) dari biaya langsung.

- Biaya teknik (*engineering cost*), adalah biaya untuk pembuatan desain mulai dari studi awal, pra studi kelayakan, studi kelayakan, biaya perencanaan dan biaya pengawasan selama waktu pelaksanaan konstruksi.
- Bunga (*interest*), dari periode waktu dari ide sampai pelaksanaan fisik, bunga berpengaruh terhadap biaya langsung, biaya kemungkinan dan biaya teknik, sehingga harus diperhitungkan.

## **2. Biaya Tahunan (*Annual Cost*)**

Biaya tahunan adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh pemilik/investor setelah proyek selesai dibangun dan mulai dimanfaatkan. Biaya tahunan ini dikeluarkan selama umur rencana proyek yang sesuai dengan rekayasa teknik yang telah dibuat pada waktu detail desain.

Biaya tahunan ini terdiri dari tiga komponen, yaitu (Kodoatie,2001) :

- Bunga

Biaya ini menyebabkan terjadinya perubahan biaya modal karena adanya tingkat suku bunga selama umur proyek. Besarnya biaya dapat berbeda dengan bunga selama waktu dari ide sampai pelaksanaan fisik selesai bunga ini merupakan komponen terbesar yang diperhitungkan terhadap biaya modal.

- Depresiasi atau Amortisasi

Depresiasi adalah turunnya/penyusutan suatu harga/nilai dari sebuah benda karena pemakaian dan kerusakan atau keusangan benda tersebut. Sedangkan amortisasi adalah pembayaran dalam suatu periode tertentu sehingga hutang yang ada akan terbayar lunas pada akhir periode tersebut (Kuiper dalam Kodoatie,2001).

- **Biaya Operasi Pemeliharaan**

Biaya operasi dan pemeliharaan sangat diperlukan agar proyek dapat memenuhi umur rencana sesuai dengan yang telah direncanakan pada tahapan detail desain.

Sedangkan menurut DeGarmo dkk (1997), biaya dapat digolongkan menjadi :

1. **Biaya Tetap (*Fixed Cost*)**

Biaya tetap adalah biaya-biaya yang tidak terpengaruh oleh tingkat kegiatan di atas jangkauan pengoperasian yang layak untuk kapasitas atau kemampuan yang tersedia. Biaya-biaya tetap dapat berupa biaya upah pegawai, biaya asuransi dan pajak, biaya bunga pinjaman modal, dan biaya lisensi.

2. **Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)**

Biaya variabel adalah biaya-biaya yang dihubungkan terhadap pengoperasian secara total berubah-ubah sesuai dengan banyaknya keluaran (*output*) atau ukuran-ukuran tingkat kerugian yang lain. Biaya-biaya variabel dapat berupa biaya listrik, telepon, PDAM, dan biaya transportasi.

3. **Biaya Inkremental (*Incremental Cost*)**

Biaya inkremental atau pendapatan inkremental (*incremental revenue*) adalah biaya atau pendapatan tambahan yang diakibatkan dari peningkatan kelauran dari suatu sistem dengan satu unit atau lebih. Biaya atau pendapatan inkramental pada kenyataannya sering kali cukup sulit untuk ditentukan.

### 2.3.2 MANFAAT

Menurut Pranoto (2001) dalam bukunya "Diktat Kuliah Ekonomi Rekayasa" definisi dari manfaat atau *benefit* adalah kegunaan dan atau keuntungan setelah proyek tersebut selesai



dibangun. Atau hasil prodk dari suatu proyek yang biasa dijual atau dinikmati.

Sedangkan menurut Kodoatie (2001), manfaat dari suatu proyek dapat diklasifikasikan menjadi :

▪ **Manfaat Langsung**

Manfaat langsung adalah manfaat yang kangsung dapat diperoleh dari suatu proyek. Contoh dari manfaat langsung ini adalah :

- ◆ Pembangunan PLTA yang dapat menghasilkan listrik
- ◆ Pembangunan jalan tol
- ◆ Pembangunan bendungan untuk pengairan

▪ **Manfaat Tidak Langsung**

Manfaat tidak langsung adalah manfaat yang baru dapat dirasakan setelah beberapa waktu dari saat proyek tersebut selesai. Contoh dari manfaat tidak langsung ini adalah :

- ◆ Pembuatan jembatan yang membuat suatu daerah menjadi berkembang industrinya
- ◆ Pembuatan tanggul banjir yang dapat mengatasi banjir selama bertahun-tahun, sehingga harga tanah di daerah tersebut naik.

▪ **Manfaat Nyata (*tangible benefit*)**

Manfaat nyata adalah manfaat yang dapat diukur dalam bentuk suatu nilai uang. Contoh dari manfaat nyata ini adalah :

- ◆ Pendapatan petani yang bertambah Rp. X / tahun karena hasil panen yang baik setelah dibangun bendungan di daerah tersebut.

▪ **Manfaat Tidak Nyata (*intangible benefit*)**

Manfaat tidak nyata adalah manfaat dari suatu proyek yang tidak dapat diukur, tetapi dapat dirasakan dan diyakini ada manfaatnya. Contoh dari manfaat tidak nyata ini adalah :

- ◆ Perasaan aman terhadap banjir sesudah adanya proyek pengendalian banjir

**2.3.3 LAJU PENGEMBALIAN (*RATE OF RETURN*)**

**A. PENGERTIAN LAJU PENGEMBALIAN**

Laju pengembalian (*Rate of Return*) adalah tingkat suku bunga yang membuat manfaat dan biaya yang mempunyai nilai yang sama atau  $B-C = 0$  atau yang membuat  $B/C = 1$  (Kodoatie,2001).

Metode IRR ini merupakan metode yang paling luas digunakan untuk menjalankan analisis ekonomi teknik. Metode ini memberikan solusi untuk tingkat bunga yang menunjukkan persamaan dari nilai ekivalen dari arus kas masuk (penerimaan atau penghematan) pada nilai ekivalen arus kas keluar (pembayaran, termasuk biaya investasi). Tingkat bunga yang didapatkan tersebut disebut sebagai tingkat pengembalian internal (*Internal Rate of Return = IRR*) (Kodoatie,2001).

**B. DASAR PERHITUNGAN LAJU PENGEMBALIAN (*RATE OF RETURN*)**

Parameter IRR ini merupakan parameter yang tidak terpengaruh dengan bunga komersil yang berlaku. Apabila besarnya IRR ini sama dengan besarnya bunga komersil yang berlaku, maka proyek dikatakan impas. Namun apabila IRR ini lebih besar daripada bunga komersil, maka proyek ini dikatakan menguntungkan (Kodoatie,2001).

Apabila biaya dan manfaat tahunan dari suatu proyek konstan, perhitungan IRR dapat dilakukan dengan dasar

tahunan . Tetapi apabila tidak konstan dapat dilakukan dengan dasar nilai keadaan sekarang (*present value*) dan dicari dengan cara coba-coba (*trial and error*) (Kodoatie,2001).

Rumus yang dapat dijadikan dasar perhitungan IRR dapat menggunakan dua cara, yaitu (DeGarmo dkk,1997) :

- Dengan mempergunakan rumus PV, IRR adalah  $i\%$  yang pada nilai ini

$$\sum_{k=0}^n R_k (P/F, i\%, k) = \sum_{k=0}^n E_k (P/F, i\%, k) \dots\dots\dots (2.8)$$

$R_k$  = penghasilan atau penghematan netto untuk tahun ke- $k$

$E_k$  = pengeluaran netto termasuk tiap biaya investasi untuk tahun ke- $k$

$n$  = umur proyek

- Dengan menentukan nilai NPV = 0, dan menentukan nilai  $i'$ . Dalam bentuk persamaan, nilai IRR adalah nilai  $i'$  yang ada pada nilai ini

$$NPV = \sum_{k=0}^n R_k (P/F, i\%, k) - \sum_{k=0}^n E_k (P/F, i\%, k) \dots\dots\dots (2.9)$$

#### 2.3.4 NILAI SEKARANG (*PRESENT VALUE*)

##### A. PENGERTIAN NILAI SEKARANG (*PRESENT VALUE*)

*Present Value* dari suatu investasi adalah suatu ukuran mengenai seberapa banyak uang yang mampu dibayarkan oleh suatu perusahaan atau pribadi untuk investasi tadi, melebihi biayanya (Kodoatie,2001).

##### B. DASAR PERHITUNGAN NILAI SEKARANG (*PRESENT VALUE*)

Untuk mendapatkan PV (*Present Value*) sebagai fungsi dari  $i\%$  (per periode bunga) dari serangkaian kas masuk dan kas keluar, jumlah di masa yang akan datang perlu didiskonto ke masa sekarang dengan menggunakan tingkat bunga selama

periode yang tepat, dengan cara sebagai berikut (DeGarmo dkk,1997):

$$\begin{aligned}
 PW(i\%) &= F_0(1+i)^0 + F_1(1+i)^{-1} + F_2(1+i)^{-2} + \dots \\
 &= F_k(1+i)^{-k} + \dots + F_n(1+i)^{-n} \\
 &= \sum_{k=0}^n F_k(1+i)^{-k} \dots\dots\dots (2.10)
 \end{aligned}$$

#### 2.4 PERBANDINGAN BIAYA

Analisis ekonomi teknik pada suatu proyek pembangunan mengarahkan para perencana dalam menentukan pilihan terbaik dari beberapa alternatif hasil perencanaan yang dipilih. Penentuan alternatif mempunyai bentuk yang bermacam-macam. Alternatif ini bisa berupa perbandingan biaya dari beberapa pilihan yang direkomendasi, dapat pula analisis ekonomi melibatkan unsur resiko yang mungkin bisa terjadi. Disamping itu, selain membandingkan dengan berbagai macam biaya, analisis ekonomi juga dapat dikembangkan berdasarkan asa manfaat dari proyek yang bersangkutan. Hal di atas dapat digambarkan dalam bentuk tabel seperti Tabel 2.1 (Kuiper dalam Kodoatie,2001).

Tabel 2.1 Masalah dan Solusinya dalam Analisis Ekonomi Teknik

|   | Manfaat & Biaya Tahunan Konstan | Manfaat & Biaya Tahunan Bervariasi |
|---|---------------------------------|------------------------------------|
| A. Perbandingan Biaya<br>1. Alternatif yang tidak terkait<br>2. Alternatif yang terkait<br>a. dengan 2 variabel<br>b. dengan 3 variabel<br>c. dengan n variabel<br>3. Melibatkan resiko<br>a. resiko dan 1 variabel<br>b. resiko dan 2 variabel<br>c. resiko dan n variabel |                                 |                                    |

|                                     |  |  |
|-------------------------------------|--|--|
| B. Studi hubungan manfaat dan biaya |  |  |
| 1. Proyek tunggal                   |  |  |
| a. untuk satu penggunaan            |  |  |
| b. untuk multi-guna                 |  |  |
| 2. Proyek-proyek alternatif         |  |  |
| a. untuk satu penggunaan            |  |  |
| b. untuk multi guna                 |  |  |

Sumber : Kuiper dalam Kodoatie,2001

## 2.5 PENGERTIAN PROYEK PUBLIK

Proyek-proyek publik adalah proyek-proyek yang dikuasai, dibiayai, dan dioperasikan oleh badan-badan pemerintah. Karena dalam proyek publik juga memerlukan pengeluaran modal, maka proyek publik tersebut dikenakan juga prinsip-prinsip ekonomi teknik sehubungan dengan desain, akuisisi, dan operasinya. Akan tetapi karena merupakan proyek publik, sejumlah faktor khusus penting yang muncul biasanya tidak ditemukan dalam bisnis yang dibiayai oleh pihak swasta (DeGarmo, dkk,1997).

Tabel 2.2 Perbandingan proyek publik dengan proyek

|                                 | Swasta   | Publik   |
|---------------------------------|--|--|
| Tujuan                          | Menyediakan barang dan atau jasa demi laba; memaksimalkan laba atau meminimumkan biaya | Melindungi kesehatan; melindungi kehidupan dan hak milik; menyediakan jasa tanpa mencari laba; menyediakan pekerjaan |
| Sumber modal                    | Investor swasta atau pemberi pinjaman  | Pajak; pemberi pinjaman swasta   |
| Metode pendanaan                | Kepemilikan pribadi; kemitraan; korporasi  | Pembayaran pajak langsung; pinjaman tanpa bunga; pinjaman bunga rendah   |
| Kegunaan berganda               | Sedang   | Umum   |
| Umur proyek                     | Biasanya relatif pendek (5 sampai 20 tahun)  | Biasanya relatif panjang (20 sampai 60 tahun)  |
| Hubungan pemberi modal terhadap | Langsung   | Tidak langsung atau tidak ada  |

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| proyek                  |   |   |
| Sifat "manfaat"         | Keuangan atau mudah dihitung dalam uang   | Sering kali bukan keuangan, sulit dikuantifikasi, sulit dihitung dalam ukuran-ukuran uang |
| Penerima manfaat proyek | Terutama, entitas yang menjalankan proyek | Publik secara umum  |
| Konflik kegunaan        | Sedang                                    | Cukup sering  |
| Konflik kepetingan      | Sedang                                    | Amat sering   |
| Dampak politis          | Kecil sampai sedang                       | Faktor-faktor sering  |
| Ukuran efisiensi        | Tingkat pengembalian modal                | Sangat sulit; tidak ada pembandingnya dengan proyek-proyek swasta                         |

Sumber : DeGarmo dkk.,1997

## 2.6 PROYEK PENGENDALI BANJIR

### 2.6.1 TINJAUAN UMUM

Pada dasarnya kegiatan penanggulangan banjir adalah suatu kegiatan yang meliputi aktifitas sebagai berikut (Kodoatie,2002):

- mengenali besarnya debit banjir
- mengisolasi daerah geangan banjir
- mengurangi tinggi elevasi air banjir

Kegiatan penanggulangan banjir dengan bangunan pada umumnya mencakup kegiatan berikut ini (Kodoatie,2002):

- perbaikan sungai dan atau pembuatan tanggul banjir untuk mengurangi besarnya resiko banjir di sungai
- pembuatan saluran (*floodway*) untuk mengalirkan sebagian atau seluruh air sungai
- pengaturan sistim pengaliran untuk mengurangi debit puncak banjir, dengan bangunan seperti bendungan, kolam retensi, dan lain-lain.

Untuk menunjang keberhasilan pengendalian banjir diperlukan kegiatan pengelolaan dan perbaikan sungai, untuk meningkatkan kapasitas sungai. Pekerjaan ini meliputi (Kodoatie,2002):

- menambah dimensi tampang alur sungai
- memperkecil nilai kekasaran alur sungai
- pelurusan atau pemendekan alur sungai pada sungai berbelak atau bermeander
- pengendalian transpor sedimen

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis bangunan pengendalian banjir adalah sebagai berikut (Kodoatie,2002):

- pengaruh regim sungai terutama erosi dan sedimentasi dan hubungannya dengan biaya pemeliharaan
- kebutuhan perlindungan erosi di daerah kritis
- pengaruh bangunan terhadap lingkungan
- perkembangan pembangunan daerah
- pengaruh bangunan terhadap kondisi aliran di sebelah hulu dan sebelah hilirnya

## **2.6.2 BANGUNAN PENGENDALI BANJIR**

### **A. BENDUNGAN**

Merupakan bangunan yang digunakan untuk menampung dan mengelola distribusi sungai dan mengatur pengendalian debit air sungai di bagian hilir. Faktor-faktor yang digunakan dalam pemilihan lokasi bendungan antara lain (Kodoatie,2002):

- lokasi mudah dicapai
- topografi daerah memadai
- kondisi geologi tanah
- ketersediaan bahan bangunan
- tujuan serbaguna (*multi purpose*)
- pengaruhnya terhadap lingkungan

**B. KOLAM PENAMPUNGAN (*RETENTION BASIN*)**

Berfungsi untuk menyimpan sementara debit sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Wilayah yang digunakan untuk kolam penampungan biasanya di daerah dataran rendah atau rawa (Kodoatie,2002).

**C. TANGGUL PENAHAN BANJIR**

Adalah penghalang (*barrier*) yang didesain untuk menahan air banjir di palung sungai untuk melindungi daerah di sekitarnya. Tanggul banjir sesuai untuk daerah-daerah yang elevasi muka airnya lebih tinggi di alur sungai (Kodoatie,2002).

**D. SALURAN BY PASS**

Adalah saluran yang digunakan untuk mengalihkan sebagian atau seluruh aliran air banjir dalam rangka mengurangi debit air banjir pada daerah yang dilindungi (Kodoatie,2002).

**E. SISTEM Pengerukan/NORMALISASI ALUR SUNGAI**

Bertujuan untuk memperbesar kapasitas tampung sungai dan memperlancar aliran. Analisis yang harus diperhitungkan adalah analisis hidrologi, hidraulika dan analisis sedimentasi (Kodoatie,2002).

**F. SISTEM DRAINASE KHUSUS**

Sistem drainase khusus sering diperlukan untuk memindahkan air dari daerah rawan banjir karena drainase yang buruk secara alami atau karena ulah manusia (Kodoatie,2002).