

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Evaluasi Proyek

Proyek adalah suatu kegiatan yang menggunakan modal (*resource*) faktor produksi untuk mencapai suatu tujuan/target tertentu sedemikian sehingga kegiatan tersebut dapat memberikan manfaat/*benefit* setelah jangka waktu tertentu. Evaluasi proyek adalah suatu kegiatan untuk mengetahui tingkat keuntungan suatu investasi untuk menghindari pemilihan alternatif yang tidak atau kurang menguntungkan serta untuk menentukan prioritas investasi.

Analisa ekonomi dalam studi pengembangan sumberdaya air sudah merupakan hal yang rutin baik dalam tahap *master plan, reconnaissance, appraisal, feasibility study, project completion report* maupun dalam tahapan yang dianggap perlu dalam studi-studi khusus untuk mengevaluasi keberhasilan atau kegagalan suatu proyek pengembangan yang dibiayai oleh Bank atau lembaga keuangan lainnya. Bila dalam tahapan *feasibility study* proyek tersebut dianggap layak, maka dapat dilanjutkan dalam detail design dan pelaksanaan proyek (Suyanto, 2001).

2.2. Perencanaan Biaya Proyek

Pada pelaksanaan suatu proyek, disamping bisa mengetahui pihak-pihak yang berperan dalam pekerjaan proyek tersebut, diperlukan berbagai jenis sumberdaya (*resource*) seperti bahan, tenaga kerja, peralatan, dan sebagainya. Masalah keuangan mencakup biaya dan pendapatan proyek serta penerimaan dan pengeluaran kas sangat berpengaruh. Dalam hal ini, profitabilitas dan likuiditas terkait erat. Untuk menjamin adanya profitabilitas dan likuiditas proyek, maka perlu dibuatkan anggaran biaya proyek.

2.3. Analisa Rencana Anggaran Biaya

Pengertian umum rencana anggaran biaya adalah keseluruhan biaya yang akan dianggarkan pada pelaksanaan suatu proyek. Adapun secara definitif dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Rencana, merupakan himpunan suatu tujuan (*planning*), termasuk detail/penjelasan dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah proyek pembangunan.



- Anggaran, merupakan perkiraan atau perhitungan biaya suatu proyek pembangunan.
- Biaya, merupakan besar pengeluaran yang berhubungan dengan item pekerjaan (lumpsum, m³, m, dan lain-lain) yang tercantum dalam persyaratan-persyaratan yang terlampir.

Secara umum Rencana Anggaran Biaya (RAB) mencakup tiga (3) aspek utama yaitu, merencanakan bentuk bangunan yang memenuhi syarat, menentukan biaya dan menyusun tata cara pelaksanaan teknis dan administratif. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

2.3.1. Analisa Bahan

Menaksir harga bahan biasanya dibuat daftar bahan yang menjelaskan mengenai banyaknya, ukuran berat, dan ukuran-ukuran lainnya yang diperlukan. Harga bahan yang dipakai adalah harga bahan yang ada ditempat kerja, jadi sudah termasuk biaya angkutan, biaya menaikkan dan menurunkan, pengepakan, penyimpanan sementara digudang, dan lain-lain. (Soedradjat S,1984).

2.3.2. Analisa Alat

Suatu peralatan yang diperlukan untuk suatu jenis konstruksi, haruslah termasuk didalamnya bangunan-bangunan sementara, mesin-mesin, alat-alat tangan. Misalnya alat yang digunakan untuk pekerjaan beton ialah mesin-mesin pengaduk beton, alat-alat tangan untuk membuat cetakan, memotong dan membengkokkan besi-besi tulangan, dll. Biaya peralatan termasuk juga biaya sewa, pengangkutan, pemasangan alat, memindahkan, membongkar dan biaya operasi juga dapat dimasukkan biaya operator mesin dan pembantunya. Harga satuan dapat berdasarkan waktu atau hasil pekerjaan yang akan dikerjakan, misalnya ongkos tiap tiap jam dapat dihitung dengan cara membagi jumlah ongkos pengadaan peralatan dengan jumlah jam dimana peralatan selalu berada dipekerjaan itu atau dengan cara membagi dengan jumlah jam kerja yang betul-betul dipakai untuk mengoperasikan peralatan tersebut (Soedradjat S, 1984).

Komponen alat dihitung berdasarkan perhitungan:

- Koefisien alat
- Harga satuan dasar alat

2.3.2.1. Harga Satuan Dasar Alat

Harga satuan dasar alat adalah besarnya biaya yang dikeluarkan pada komponen biaya alat yang meliputi biaya pasti, biaya tidak pasti atau operasi, biaya bengkel dan biaya upah, biaya perbaikan dan biaya operatornya. Beberapa data pokok yang diperlukan dalam menghitung biaya alat antara lain (DPU, 2008):

- jenis peralatan
- tenaga mesin
- kapasitas alat
- harga pokok alat
- nilai sisa peralatan
- umur ekonomis alat
- jam kerja alat satu tahun

2.3.3. Analisa Upah Pekerja

Untuk mengkaji upah dibedakan atas upah harian, borongan perunit volume, atau borongan untuk keseluruhan untuk daerah tertentu (Paulus N, 1985). Biaya upah buruh dipengaruhi berbagai macam hal seperti: panjangnya jam kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu jenis pekerjaan, keadaan tempat pekerjaan, keterampilan dan keahlian buruh yang bersangkutan (Soedradjat S, 1984).

Dalam pelaksanaan pekerjaan jalan dan jembatan diperlukan keterampilan yang memadai untuk dapat melaksanakan suatu jenis pekerjaan. Tenaga kerja yang terlibat dalam suatu jenis pekerjaan jalan dan jembatan umumnya terdiri dari (DPU, 2008):

- Pekerja
- Tukang
- Mandor
- Operator
- Pembantu Operator
- Sopir
- Pembantu Sopir.
- Mekanik
- Pembantu Mekanik

Pada umumnya tenaga kerja dikelompokkan ke dalam satu kelompok kerja utama dan kelompok kerja pendukung. Kelompok kerja utama tersebut biasanya terdiri atas:

- a. Pekerja
- b. Tukang, dan
- c. Mandor

2.3.4. Harga Satuan Pekerjaan

Biaya yang dihitung dalam suatu analisis harga satuan suatu pekerjaan, yang terdiri atas biaya langsung (tenaga kerja, bahan dan peralatan) dan biaya operasional atau tidak langsung (biaya umum atau *over head*, dan keuntungan) sebagai mata pembayaran suatu jenis pekerjaan tertentu. termasuk pajak-pajak (DPU,2008).

2.4. Analisa Biaya (*Cost*)

Pada analisis kelayakan ekonomi biaya-biaya tersebut dikelompokkan menjadi beberapa komponen sehingga memudahkan analisis perhitungan. Menurut kuiper (1971) semua biaya itu dikelompokkan menjadi dua yaitu biaya modal (*capital cost*) dan biaya tahunan (*annual cost*).

2.4.1. Biaya Modal (*Capital Cost*)

Definisi dari biaya modal adalah jumlah semua pengeluaran yang dibutuhkan mulai dari prastudi sampai proyek selesai dibangun. Semua pengeluaran yang termasuk dalam biaya modal ini dibagi menjadi dua bagian yaitu biaya langsung dan biaya tak langsung (Kodoatie, 1995).

Dalam studi kali ini yang termasuk biaya langsung adalah sebagai berikut:

1. Biaya Konstruksi.

Biaya ini adalah biaya pekerjaan rumah pompa, pekerjaan jaringan irigasi, pekerjaan pagar rumah pompa, pekerjaan paving, pencucian sumur, dan pengadaan dan pemasangan pompa.

2. Biaya Pembebasan Tanah dan Pemukiman Kembali.

Biaya pembebasan tanah dan pemukiman merupakan sejumlah biaya yang dikeluarkan guna mengganti rugi tanaman, tempat tinggal, serta bangunan-bangunan lain yang terkena lokasi proyek. Dalam proyek ini, biaya pembebasan tanah diluar dari biaya RAB karena tidak termasuk dalam item pekerjaan.

3. Biaya Administrasi.

Dalam proyek pembangunan sumur dalam ini, biaya administrasi sudah termasuk dalam biaya pekerjaan persiapan.

Biaya tak langsung pada proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Biaya *Engineering*/Jasa Konsultan.

Merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan dengan kegiatan engineering, misalnya supervisi konstruksi dan penyusunan pedoman rencana tindak darurat. Besarnya biaya jasa konsultasi untuk proyek ini tidak ada, dikarenakan konsultatan berasal dari dinas P2AT.

2. Biaya Tak Terduga.

Total biaya tak terduga tak dihitungkan.

2.4.2. Biaya Tahunan (*Annual Cost*)

Pada saat sebuah proyek telah selesai dibangun merupakan waktu awal dari umur proyek sesuai dengan rekayasa teknik yang telah dibuat pada waktu mendesain. Pada saat ini pemanfaatan proyek dimulai. Selama pemanfaatan, proyek ini masih memerlukan biaya sampai umur proyek selesai.

Biaya operasi dan pemeliharaan merupakan perkiraan biaya yang dikeluarkan setiap tahunnya untuk pengoperasian sumur dalam dan pemeliharaan bangunan penunjang agar bisa berfungsi sebagaimana mestinya. Biaya operasional dan pemeliharaan untuk sumur dalam sesuai dengan kesepakatan P3A.

Yang termasuk dalam biaya tahunan (*annual cost*) pada proyek ini adalah:

1. Biaya pemompaan sumur dalam tiap tahun.

Biaya pemompaan dihitungkan dalam sistem biaya operasi pompa perjam, kemudian dari kebutuhan air perluas untuk masing-masing musim tanam diketahui biaya pemompaan sumur dalam tiap tahun.

2. Biaya pemeliharaan tiap tahun.

Biaya pemeliharaan pada sumur dalam meliputi biaya pemeliharaan mesin pompa, biaya pemeliharaan rumah pompa, dan biaya pemeliharaan jaringan irigasi airtanah. Menurut Pabundu (1990) biaya pemeliharaan mesin pompa diperkirakan 4 % - 5 % pertahun dari harga mesin & pompa, untuk biaya pemeliharaan rumah pompa sebesar 3 % pertahun dari biaya pembangunannya, dan biaya pemeliharaan jaringan irigasi airtanah sebesar 2,5 % - 4 % pertahun dari biaya pembuatan jaringan irigasi.

3. Gaji pengurus P3A tiap tahun.

Dalam penentuan gaji pengurus P3A mengacu pada tahun kajian dilakukan dan berdasar survei lokasi terkini.

2.5. Analisa Manfaat (*Benefit*)

Benefit adalah kenaikan produksi akibat adanya proyek, dibandingkan bila tidak ada proyek (Adhi Suyanto, dkk, 2001). Dalam pembangunan sumber daya air manfaat proyek dapat dibedakan atas manfaat langsung (*direct benefit*) atau manfaat utama dan manfaat tidak langsung (*indirect benefit*). Berdasarkan dapat atau tidaknya dinilai dengan uang manfaat dibedakan menjadi 2 yaitu (Adhi Suyanto, dkk, 2001):

1. *Tangible benefit*, manfaat yang timbul dapat dinilai langsung dengan uang.
2. *Intangible benefit*, manfaat yang timbul tidak dapat dinilai dengan uang misal rasa aman, terpeliharanya lingkungan, dan lain-lain.

2.6. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam pengembangan suatu daerah irigasi. Air irigasi yang berguna menjaga keseimbangan jumlah air dilahan pertanian. Dalam menghitung kebutuhan air irigasi dengan pola tata tanam yang telah ditetapkan harus dilakukan perhitungan terlebih dahulu terhadap besarnya evapotranspirasi yang terjadi, besarnya curah hujan efektif, dan besarnya kebutuhan air per luas disawah.

2.6.1. Pola Tata Tanam

Untuk merencanakan sistem jaringan irigasi, maka diperlukan suatu pola tata tanam dan jadwal penanaman pada daerah yang akan dibuat jaringan irigasi. Pola tata tanam (*cropping pattern*) adalah pengaturan jenis tanaman yang ditanam pada suatu lahan dalam suatu kurun waktu tertentu. Yang dimaksud dengan jenis tanaman adalah tanaman semusim atau tanaman setahun (*annual crop*) seperti padi, jagung, kacang-kacangan, kedelai, ketela pohon, tebu dan sebagainya.

Suatu lahan adalah bidang tanah yang terbatas dalam suatu petak, satu batas pemilikan tanah, satu batas tersier atau dalam satu daerah irigasi yang mendapat air dari suatu sumber air. Suatu kurun waktu tertentu adalah batas waktu tertentu misalnya setahun, dua tahun atau tiga tahun. Mulai dari permulaan sampai berakhirnya batas waktu dari suatu kurun waktu tersebut merupakan suatu siklus tanam, sehingga kurun waktu berikutnya akan merupakan ulangan dari siklus tata tanam sebelumnya. (Pabundu, 1990)

Dalam kajian ini penerapan pola tata tanam ditetapkan, yaitu padi-padi-palawija. Sedangkan sebelum adanya sumur produksi pola tata tanamnya adalah padi-palawija.

2.6.2. Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Untuk menghitung kebutuhan air selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstar. Metode tersebut didasarkan pada laju air irigasi yang konstan selama penyiapan lahan. Adapun persamaan yang didapatkan adalah sebagai berikut. (KP Penunjang, 1986)

$$IR = M \times \frac{e^k}{(e^k - 1)} \quad (2-1)$$

$$M = E_o + P \quad (2-2)$$

$$k = M \times \frac{T}{S} \quad (2-3)$$

dengan: IR = kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan (mm/hari)

M = kebutuhan air pengganti kehilangan akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan (mm/hari)

E_o = evaporasi air terbuka (diambil = 1,1 x E_{to}) (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

T = jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = kebutuhan air untuk penjenuhan (mm)

2.6.3. Kebutuhan Air Tanaman

Proses berubahnya air menjadi uap air yang bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara disebut evaporasi, sedangkan transpirasi adalah proses penguapan air dari permukaan tanaman. Jika keduanya terjadi secara bersamaan disebut evapotranspirasi. Bila air yang tersedia cukup banyak pada pertumbuhan tanaman yang optimal maka evapotranspirasi yang terjadi adalah evapotranspirasi potensial.

Evapotranspirasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut. (Anonim, 1986)

$$E_{tc} = k \times E_{to} \quad (2-4)$$

Dengan:

Etc = evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Eto = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

k = koefisien tanaman

Setiap jenis tanaman mempunyai koefisien tanaman (k) yang berbeda. Besarnya koefisien tanaman (k) ini mempunyai kaitan yang sangat erat dengan:

- Jenis tanaman
- Varietas tanaman
- Umur pertumbuhan tanaman

Sesuai dengan pola tata tanam yang ditetapkan, maka koefisien tanaman padi dan palawija yang digunakan adalah koefisien tanaman periode 15 harian berdasarkan kajian Prosida/Nedeco. Berikut tabel harga koefisien tanaman untuk padi dan palawija seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Harga Koefisien Tanaman untuk Padi dan Palawija

Periode Tengah Bulanan	Padi	Palawija
1	1,2	0,5
2	1,27	0,75
3	1,33	1
4	1,3	1
5	1,3	0,82
6	0	0,45

Sumber :Anonim, 1986

2.6.4. Evapotranspirasi Potensial (Eto)

Evapotranspirasi tanaman acuan adalah evapotranspirasi yang dijadikan acuan, yaitu rerumputan pendek. Dalam kajian ini perhitungan Eto dipakai rumus Penman yang telah dimodifikasi guna perhitungan di Indonesia.

Menurut Suhardjono (1994) rumus Penman adalah sebagai berikut:

$$Eto = c \times Eto^* \quad (2-5)$$

$$Eto^* = W (0,75 R_s = R_{n1}) + (1 - W) \times f(u) (ea - ed) \quad (2-6)$$

Dengan:

W = faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah.

Untuk daerah Indonesia, dengan elevasi antara 0 – 500 m dpl.

R_s = radiasi gelombang pendek, dalam satuan evaporasi ekuivalen (mm/hari)

$$R_s = (0,25 + 0,54n/N) R_a \quad (2-7)$$

R_a = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer (angka angot). Besarnya angka angot (dalam besaran evaporasi ekuivalen mm/hari) ini berhubungan dengan letak lintang daerah.

R_{n1} = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari)

$$R_{n1} = f(t) \times f(ed) \times f(n/N) \quad (2-8)$$

$$f(t) = \text{fungsi suhu} = \sigma \times T_a^4 \quad (2-9)$$

$$f(ed) = \text{fungsi tekanan uap} = 0,34 - 0,044\sqrt{ed} \quad (2-10)$$

$$f(n/N) = \text{fungsi kecerahan} = 0,1 + 0,9 n/N \quad (2-11)$$

$f(u)$ = fungsi kecepatan angin pada ketinggian 2,0 meter di atas permukaan tanah (m/dt).

$$f(u) = 0,27 (1 + 0,846u) \quad (2-12)$$

$(e_a - e_d)$ = perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan sebenarnya

$$e_d = e_a \times RH \quad (2-13)$$

e_a = tekanan uap sebenarnya yang berhubungan dengan t . Besarnya harga e_a berhubungan dengan besaran t .

RH = kelembaban udara relatif (%)

Setelah harga E_{to}^* dihitung, besarnya evapotranspirasi tanaman acuan dapat dicari.

c = angka koreksi Penman memasukkan kondisi cuaca siang dan malam.

Untuk keadaan iklim Indonesia dimana RH cukup tinggi dan kecepatan angin antara rendah dan sedang, besaran c tersebut berkisar antara 0,86 sampai dengan 1,10. Menggunakan data rerata tersebut dan angka perbandingan kecepatan angin siang dan malam tidak terlalu berbeda.

Tabel 2.2. Angka Koreksi Penman (c)

Bulan	c
Januari	1,1
Februari	1,1
Maret	1,0
April	0,9
Mei	0,9
Juni	0,9
Juli	0,9
Agustus	1,0
September	1,1
Oktober	1,1
Nopember	1,1
Desember	1,1

Sumber : Suhardjono, (1994)

Tabel 2.3. Besaran angka angot (Ra) dalam evaporasi ekuivalen dalam hubungannya dengan letak lintang (mm/hari) untuk daerah Indonesia antara 5 °LU - 10 °LS

Bulan	Lintang Utara				Lintang Selatan				
	5	4	2	0	2	4	6	8	10
Januari	13,0	14,3	14,7	15	15,3	15,5	15,8	16,1	16,1
Februari	14,0	15	15,3	15,5	15,7	15,8	16	16,1	16
Maret	15,0	15,5	15,6	15,7	15,7	15,6	15,6	15,5	15,3
April	15,1	15,5	15,3	15,3	15,1	14,9	14,7	14,4	14
Mei	15,3	14,9	14,6	14,4	14,1	13,8	13,4	13,1	12,6
Juni	15,0	14,4	14,2	13,9	13,5	13,2	12,8	12,4	12,6
Juli	15,1	14,6	14,3	14,1	13,7	13,4	13,1	12,7	11,8
Agustus	15,3	15,1	14,9	14,8	14,5	14,3	14	13,7	12,2
September	15,1	15,3	15,3	15,3	15,2	15,1	15	14,9	13,3
Oktober	15,7	15,1	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	14,6
Nopember	14,3	14,5	14,8	15,1	15,3	15,5	15,8	16	15,6
Desember	14,6	14,1	14,4	14,8	15,1	15,4	15,7	16	16
Minimum	13,0	14,1	14,2	13,9	13,5	13,2	12,8	12,4	11,8
Maksimum	15,7	15,5	15,6	15,7	15,7	15,8	16,0	16,1	16,1
Rerata	14,8	14,9	14,9	14,9	14,9	14,8	14,8	14,7	14,18

Sumber : Suhardjono, (1994)

Data-data yang diperoleh dari stasiun klimatologi adalah sebagai berikut (Suhardjono, 1994):

a. Temperatur rata-rata (t)

Rata-rata temperatur udara bulanan di Indonesia antara 24°-29° C dan tidak terlalu berbeda dari bulan yang satu dengan bulan yang lainnya.

b. Kelembaban relatif (RH)

Kelembaban relatif atau *relative humidity* (Rh) yang dinyatakan dalam prosentase (%) merupakan perbandingan antara tekanan uap air dengan uap air jenuh. Data pengukuran di Indonesia, menunjukkan besarnya kelembaban relatif berkisar antara 65% sampai 85%. Hal tersebut menunjukkan bahwa Indonesia memiliki daerah dengan kelembaban relatif yang tinggi daripada musim kemarau (April – September).

c. Kecepatan angin rata-rata (u)

Data kecepatan angin diukur berdasarkan tiupan angin pada ketinggian 2 meter di atas permukaan tanah. Dari data pengukuran kecepatan angin di Indonesia menunjukkan bahwa besarnya angin rata-rata bulanan berkisar antara 0,5 – 4,5 m/dt atau 15 km/jam.

d. Kecerahan matahari rata-rata (n/N)

Kecerahan matahari merupakan perbandingan antara nilai n dan N yang disebut rasio keawanan. Nilai N merupakan jumlah potensial matahari bersinar dalam sehari. Untuk daerah di sekitar khatulistiwa besar N adalah sekitar 12 jam setiap harinya, dan tidak jauh berbeda dengan bulan lainnya. Sedangkan nilai n merupakan jam nyata matahari bersinar cerah dalam sehari. Besarnya n ini sangat berhubungan dengan keadaan awan, makin banyak awan makin kecil nilai n tersebut. Harga rata-rata bulanan kecerahan matahari (n/N) di Indonesia berkisar antara 30% - 85%. Di musim kemarau harga n/N lebih tinggi dibandingkan di musim hujan, akibat banyaknya awan di musim hujan yang memperkecil harga n dan prosentasenya n/N .

Tabel 2.4. Hubungan suhu (t) dengan nilai ea, w, (1-w), f(t)

Suhu (t) °C	ea (mbar)	w		(1-w)		f(t)
		el. 0	el. 250	el. 0	el. 250	
24,0	29,85	0,730	0,735	0,270	0,265	15,40
24,2	30,21	0,732	0,737	0,268	0,263	15,45
24,4	30,57	0,734	0,739	0,266	0,261	15,50
24,6	30,94	0,736	0,741	0,264	0,259	15,55
24,8	31,31	0,738	0,743	0,262	0,257	15,60
25,0	31,69	0,740	0,745	0,260	0,255	15,65
25,2	32,06	0,742	0,747	0,258	0,253	15,70
25,4	32,45	0,744	0,749	0,256	0,251	15,75
25,6	32,83	0,746	0,751	0,254	0,249	15,80
25,8	33,22	0,748	0,753	0,252	0,247	15,85
26,0	33,62	0,750	0,755	0,250	0,245	15,90
26,2	34,02	0,752	0,757	0,248	0,243	15,94
26,4	34,42	0,754	0,759	0,246	0,241	15,98
26,6	34,83	0,756	0,761	0,244	0,239	16,02
26,8	35,25	0,758	0,763	0,242	0,237	16,06
27,0	35,66	0,760	0,765	0,240	0,235	16,10
27,2	36,09	0,762	0,767	0,238	0,233	16,14
27,4	36,5	0,764	0,769	0,236	0,231	16,18
27,6	36,94	0,766	0,771	0,234	0,229	16,22
27,8	37,37	0,768	0,773	0,232	0,227	16,26
28,0	37,81	0,770	0,775	0,230	0,225	16,30
28,2	38,25	0,771	0,777	0,229	0,223	16,34
28,4	38,7	0,772	0,779	0,228	0,221	16,38
28,6	39,14	0,773	0,781	0,227	0,219	16,42
28,8	39,61	0,774	0,783	0,226	0,217	16,46
29,0	40,06	0,775	0,785	0,225	0,215	16,50

Sumber : Suhardjono, (1994)

2.6.5. Perkolasi

Menurut Soemarto (1980) perkolasi adalah gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh (antara permukaan tanah sampai ke permukaan airtanah) ke dalam daerah jenuh (daerah dibawah permukaan airtanah).

Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah. Pada tanah lempung dengan pengolahan yang baik, laju perkolasi normal sebesar 1 – 3 mm/hari (KP 01, 1986).

2.6.6. Penggantian Lapisan Genangan

Penggantian ini dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan air yang terputus akibat kegiatan di sawah. Adapun ketentuan dalam melakukan penggantian lapisan genangan adalah sebagai berikut. (KP 01, 1986)

1. Setelah pemupukan diusahakan menjadwalkan dengan mengganti lapisan genangan sesuai kebutuhan.
2. Jika tidak dilakukan penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak dua kali, masing-masing 50 mm (3,3 mm/hari, selama setengah bulan) selama satu (1) bulan dan dua (2) bulan setelah transplantasi.

2.6.7. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang jatuh selama periode pertumbuhan tanaman yang berguna untuk keperluan evapotranspirasi tanaman.

Perhitungan curah hujan efektif didasarkan pada curah hujan tahun dasar perencanaan (*basic year*). Dalam kajian ini menggunakan metode R_{80} , maksudnya bahwa curah hujan yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan curah hujan efektif adalah curah hujan yang memiliki peluang kegagalan 20% dan dengan peluang keberhasilan 80%. Adapun rumus yang digunakan dalam menentukan curah hujan efektif adalah sebagai berikut:

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1 \quad (2-14)$$

dengan n = periode tahun pengamatan curah hujan.

Nilai curah hujan efektif masing-masing tanaman adalah sebagai berikut (Anonim, 1986).

1. Untuk tanaman padi curah hujan efektif ditentukan sebesar 70% dari curah hujan 15 harian yang terlampaui 80% dari waktu dalam periode tersebut, atau dengan rumus:

$$Re = 0,70 \times R_{80} \quad (2-15)$$

2. Untuk tanaman palawija curah hujan efektif ditentukan dengan periode bulanan dan dihubungkan dengan curah hujan rata-rata bulanan dengan peluang terpenuhi 50% (R_{50}), atau dengan rumus:

$$Re = R_{50} \quad (2-16)$$

2.6.8. Kebutuhan Air Irigasi

Dalam menentukan kebutuhan air irigasi atau air yang diperlukan pada lahan pertanian didasarkan pada keseimbangan air di lahan untuk satu unit luasan dalam periode tertentu. Persamaan keseimbangan air dinyatakan sebagai berikut: (Anonim, 1986).

$$\text{NFR} = \text{Etc} + \text{WLR} + \text{P} - \text{Re} \quad (2-17)$$

dengan :

NFR = kebutuhan bersih air irigasi (mm/hari)

Etc = penggunaan air konsumtif (mm)

WLR = penggantian lapisan air (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

2.7. Analisa Bunga dalam Biaya dan Manfaat

Sebagai titik tolak analisa finansial maka disini dianggap telah menyelesaikan studi-studi terdahulu yang menghasilkan parameter dasar untuk landasan membuat perkiraan biaya investasi. Parameter dasar memberikan ketentuan, antara lain mengenai kapasitas produksi, pilihan peralatan utama, fasilitas pendukung, jumlah produksi, dll, dengan begitu terdapat batasan pada lingkup proyek yang memungkinkan pembuatan perkiraan biaya pertama (Iman S, 1999).

2.7.1. Konsep Uang Terhadap Waktu (*Time Value of Money*)

Pengambilan keputusan pada analisis ekonomi akan melibatkan dan menentukan apa yang ekonomis dalam jangka panjang yang dikenal dengan *time value of money*. Nilai sekarang dan nilai yang akan datang (*future*) tidak akan sama atau dapat dijelaskan dengan nilai uang akan berubah sesuai dengan berjalannya waktu inilah yang dibahas dalam *time value of money* (M. Giatman, 2007).

2.7.2. Bunga (*Interest*)

Bunga adalah sejumlah uang yang harus dibayarkan akibat pemakaian uang yang dipinjamkan sebelumnya. Penarikan bunga pada dasarnya merupakan kompensasi dari penurunan nilai uang selama waktu peminjaman sehingga besarnya bunga relatif sama besarnya dengan penurunan nilai uang tersebut. Tingkat suku bunga (*rate of*

interest) merupakan rasio antara bunga yang dibebankan perperiode waktu dengan jumlah uang yang dipinjam awal periode dikalikan 100% (M. Giatman, 2007).

2.7.2.1. Bunga Sederhana

Sistem bunga sederhana adalah sistem perhitungan bunga hanya didasarkan atas besarnya pinjaman semula, dan bunga periode sebelumnya yang belum dibayar tidak termasuk faktor pengali bunga. Dengan demikian, metode perhitungan bunganya dapat dilakukan dengan formula sederhana (M. Giatman, 2007).

$$\text{Bunga} = i \times P \times n \quad (2-18)$$

Dimana:

- i = Suku bunga
- P = Pinjaman semula
- N = Jumlah periode peminjaman

2.7.2.2. Bunga Majemuk

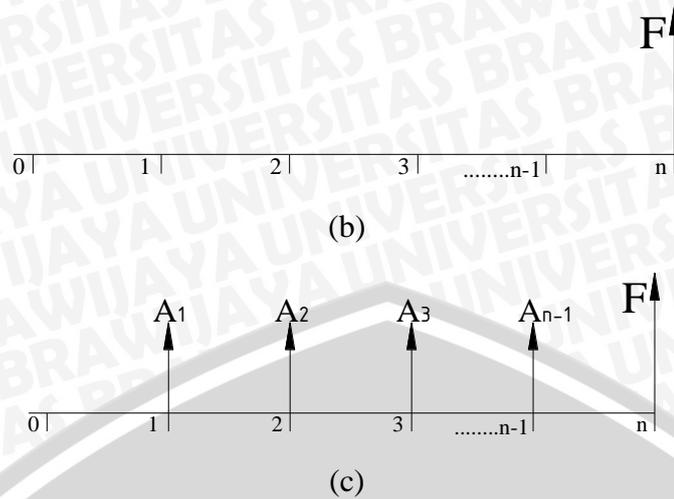
Sistem bunga majemuk (*compound interest*), yaitu sistem perhitungan bunga dimana bunga tidak hanya dihitung terhadap besarnya pinjaman awal, tetapi perhitungan didasarkan atas besarnya utang awal periode yang bersangkutan (M. Giatman, 2007).

2.7.3. Metode Ekuivalensi

Metode ekuivalensi adalah metode yang digunakan dalam menghitung kesamaan nilai uang dari suatu waktu ke waktu yang lain. Konsep ekuivalensi mengatakan bila sejumlah uang yang berbeda dibayar pada waktu yang berbeda dapat menghasilkan nilai yang sama (ekuivalen) satu sama lain secara ekonomis. Metode ekuivalensi merupakan dasar dari perhitungan dan analisis *cash flow*. Dalam rangka menganalisis *cash flow* digunakan grafik *cash-flow* dengan simbol-simbol yang telah standart sebagai berikut (M. Giatman, 2007).



(a)



Gambar 2.1. Grafik Cash Flow

Sumber: M. Giatman, 2007

- i = suku bunga (*interest rate*)
- n = jumlah periode pembungaan
- P = Sejumlah nilai uang sekarang (*Present value*)
- F = nilai masa depan “n” periode yang akan datang (*Future value*)
- A = pembayaran dari setiap awal/akhir periode (*Annual*)

1) Cash flow tunggal

a. Hubungan P dengan F (*Future Value*)

Mencari suatu nilai yang akan datang (*future value*) bila diketahui (*present value*) dengan tingkat suku bunga tertentu serta periode waktu tertentu (Robert J. Kodoatie, 1995:22).

$$F = P (1+i)^n \tag{2-19}$$

$$F = P (F/P, I, n)$$

b. Hubungan F dengan P (*Present Value*)

Mencari suatu nilai sekarang (*present value*) bila diketahui nilai yang akan datang (*future value*) dengan tingkat suku bunga tertentu serta periode waktu tertentu (Kodoatie, 1995).

$$P = F (1+i)^{-n} \tag{2-20}$$

$$P = F (P/F, I, n)$$

2) Cash flow annual

a. Hubungan annual dengan *future* (*Future Value of Annual*)



Mencari suatu nilai yang akan datang (*future value*) bila diketahui nilai tahunan (*annual*) dengan tingkat suku bunga tertentu serta periode waktu tertentu (Kodoatie, 1995).

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad (2-21)$$

$$F = A (F/A, I, n)$$

b. Hubungan future dengan *annual* (***Sinking Fund***)

Mencari suatu nilai tahunan (*annual*) apabila diketahui nilai yang akan datang (*future value*) dengan tingkat suku bunga tertentu serta periode waktu tertentu. Pada kondisi tertentu dapat dikatakan juga sebagai suatu *annual* yang diendapkan (*sink*)/ditanamkan sebagai suatu modal untuk suatu periode tertentu (Kodoatie, 1995).

$$A = F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (2-22)$$

$$A = F (A/F, I, n)$$

c. Hubungan *annual* dengan *present* (***Capital Recovery***)

Mencari suatu nilai tahunan (*annual*) apabila bila diketahui nilai sekarang dengan tingkat suku bunga tertentu serta periode waktu tertentu. Dapat dikatakan juga sebagai suatu angka *annual* yang dikumpulkan sebagai suatu pengembalian modal (*capital recovery factor*) (Kodoatie, 1995).

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2-23)$$

$$A = P (A/P, I, n)$$

d. Hubungan nilai sekarang (*present value*) dengan nilai tahunan (*annual*) (***Present Value of Annual***)

Mencari suatu nilai sekarang (*present value*) bila diketahui nilai tahunan (*annual*) dengan tingkat suku bunga tertentu serta periode waktu tertentu (Kodoatie, 1995).

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (2-24)$$

$$P = A (P/A, i, n)$$

3) *Cash flow gradient*

Sering terjadi pada arus uang, bahwa pembayaran tahunan (*Annuity*) tidak terbayar secara konstan, tetapi dengan nilai yang berubah secara teratur pada setiap akhir tahun dalam suatu periode waktu tertentu, sehingga membentuk seri yang naik ataupun turun (*gradient series*) (Kodoatie, 1995). Arus uang gradient dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

a. *Aritmatic gradient*, yaitu peningkatannya dalam jumlah uang yang sama setiap periode (linier). Simbol yang biasa digunakan adalah “G” (M. Giatman, 2007).

i. Hubungan future dengan gradient

$$F = \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} - n \right] \quad (2-25)$$

ii. Hubungan annual dengan gradient

$$A = G \frac{(1+i)^n - in - 1}{i(1+i)^n - 1} \quad (2-26)$$

$$A = G (A/G, I, n)$$

iii. Hubungan nilai sekarang dengan gradient

$$P = G \left[\frac{(1+i)^n - in - 1}{i^2(1+i)^n} \right] \quad (2-27)$$

$$P = G (P/G, I, n)$$

b. *Geometric gradient*, yaitu jika peningkatan arus uangnya proposional dengan jumlah uang pada periode sebelumnya, dimana hasil peningkatannya tidak dalam jumlah yang sama, tetapi seakin lama semakin besar dan merupakan fungsi pertumbuhan. Simbol yang biasa digunakan adalah “g” (M. Giatman, 2007).

$$A_n = A_1(1+g)^{n-1} \quad (2-28)$$

Dengan:

A_1 = cash flow awal periode

A_n = cash flow periode ke-n

g = peningkatan cash flow terhadap periode sebelumnya

2.8. Analisa Ekonomi

Terdapat berbagai macam metode dalam menganalisa kelayakan ekonomi yang biasa digunakan yaitu¹:

1. *Net Present Value* (NPV)
2. *Annual Equivalent* (AE)
3. *Internal Rate of Return* (IRR)
4. *Benefit Cost Ratio* (BCR)
5. *Payback Period* (PBP)

Pada dasarnya semua metode tersebut konsisten satu sama lain, artinya jika dievaluasi dengan metode lainnya akan menghasilkan rekomendasi yang sama, tetapi informasi spesifik yang dihasilkan berbeda. Oleh karena itu, dalam praktiknya masing-

¹ Drs. M. Giatman, MSIE, 2007, *Ekonomi Teknik*, (Jakarta:PT.Raja Grafindo Persada), hal.69

masing metode sering dipergunakan secara bersamaan dalam rangka mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif terhadap perilaku investasi tersebut (M. Giatman, 2007).

2.8.1. Metode *Net Present Value* (NPV)

Net present value adalah metode yang digunakan untuk menghitung nilai bersih pada waktu sekarang. Yang dimaksud waktu sekarang yaitu waktu awal perhitungan bertepatan dengan pada saat evaluasi dilakukan atau pada saat periode tahun ke-0 dalam perhitungan *cash flow* investasi (M. Giatman, 2007). Pada dasarnya *net present value* adalah memindahkan investasi yang berlangsung beberapa waktu menjadi satu waktu di awal investasi dengan menerapkan konsep ekuivalensi.

Dalam sebuah investasi akan ditemui *cash flow* yang berupa *cash-in* dan *cash-out*. Akan tetapi tidak selalu dalam sebuah investasi dapat ditemui kedua komponen tersebut. Dalam analisa NPV para meter yang akan digunakan adalah *cash-in* dan *cash-out*, sehingga dapat dirumuskan bahwa $NPV = \text{cash-in} - \text{cash-out}$. Untuk mengetahui suatu investasi disebut layak atau tidak diperlukan suatu kriteria dalam metode NPV, kriteria tersebut adalah (M. Giatman, 2007):

jika : $NPV > 0$ maka investasi layak (*feasible*)

$NPV < 0$ maka investasi tidak layak (*unfeasible*)

2.8.2. Metode Rasio Manfaat dan Biaya (*Benefit Cost Ratio*)

Benefit cost ratio adalah salah satu metode yang sering digunakan dalam tahap-tahap evaluasi investasi atau sebagai analisis tambahan dalam rangka memvalidasi hasil evaluasi yang telah dilakukan dengan metode lainnya. Metode ini memberikan penekanan terhadap nilai perbandingan antara aspek manfaat (*benefit*) yang akan diperoleh dengan aspek biaya dan kerugian yang akan ditanggung (*cost*) dengan adanya investasi tersebut (M. Giatman, 2007).

Untuk mengetahui suatu investasi disebut layak atau tidak, diperlukan suatu kriteria dalam metode BCR, kriteria tersebut adalah (M. Giatman, 2007):

jika : $BCR \geq 0$ maka investasi layak (*feasible*)

$BCR < 0$ maka investasi tidak layak (*unfeasible*)

2.8.3. Metode Laju Pengembalian (*Internal Rate of Return*)

Pengertian yang secara mendasar dari laju pengembalian atau dikenal dengan *rate of return* adalah besarnya tingkat suku bunga yang menjadikan biaya pemasangan

dan pengeluaran besarnya sama. Awalnya adalah menentukan biaya yang dikeluarkan terlebih dahulu, kemudian biaya pemasukan, setelah itu menentukan bunga yang membuat selisih keduanya sama dengan 0. Agar dapat dibandingkan maka kedua nilai tersebut harus diubah dalam bentuk nilai sekarang (Kodoatie, 1995).

Perhitungan nilai IRR ini dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$IRR = I' + \frac{NPV'}{NPV' - NPV''} (I' - I'') \quad (2-29)$$

dengan :

I' = Suku bunga memberikan nilai NPV positif

I'' = Suku bunga memberikan nilai NPV negatif

NPV' = NPV positif

NPV'' = NPV negatif

2.8.4. Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas dibutuhkan dalam rangka mengetahui sejauh mana dampak parameter-parameter investasi yang telah ditetapkan sebelumnya boleh berubah karena adanya faktor situasi dan kondisi selama umur investasi, sehingga perubahan tersebut hasilnya akan berpengaruh secara signifikan pada keputusan yang telah diambil. Parameter-parameter investasi yang memerlukan analisis sensitivitas antara lain (M. Giatman, 2007):

- Besarnya investasi
- Benefit/pemasukan
- Biaya/pengeluaran
- Suku bunga

Analisis sensitivitas umumnya mengandung asumsi bahwa hanya satu parameter yang berubah atau menjadi variabel, sedangkan parameter lainnya relatif tetap dalam satu persamaan analisis (M. Giatman, 2007).

2.9. Harga Air Bersih

Suatu harga atau penilaian barang dalam bentuk uang dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor tersebut dapat digolongkan dalam 2 hal yaitu faktor yang mempengaruhi secara langsung adanya barang tersebut (modal, upah tenaga kerja dan biaya pengiriman dan sebagainya) dan faktor yang tidak langsung seperti keadaan sosial dan politik. Faktor tidak langsung tidak akan dibahas dalam penulisan ini.

Dalam perhitungan harga air di sumur dalam, tergantung dari situasi dan kondisi pada daerah yang dialiri. Harga air dapat berupa satuan Rp/m³ atau dapat juga Rp/jam. Dalam studi ini dihitung 2 harga air, agar dapat memilih 2 alternatif pembiayaan yang akan digunakan dalam penentuan harga air di masing-masing sumur dalam.

Perhitungan harga air berdasarkan pada bunga yaitu perhitungan akan besarnya harga air dilihat dari faktor bunga kompon untuk mengetahui sejauh mana harga air minimum yang dapat diketahui. Perhitungan ini memasukkan beberapa parameter yaitu Biaya konstruksi, Biaya O&P, Kebutuhan Air, Faktor Konversi, dan Manfaat.

Dikarenakan SDJB merupakan proyek yang sumber dana pembiayaan berasal dari APBN, sedangkan operasionalnya dibiayai oleh P3A maka dalam perhitungan harga air bersih tidak menyertakan biaya konstruksi. Adapun biaya yang diperhitungkan untuk penentuan harga air dari 2 alternatif (Perjam dan Per m³) mencakup Biaya O&P (Biaya pengoperasian pompa pertahun, biaya pemeliharaan pertahun, dan gaji pengurus P3A dan Jogotirto pertahun), Jumlah jam operasi pompa pertahun, dan volume air yang dipompa selama setahun.

Penentuan harga air yang dihitung mengacu pada 3 komponen, yaitu:

1. Harga air eksisting
2. Harga air menurut PU (Pabundu, 1990)
3. Harga air menurut bunga majemuk.