

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Menurut Peneliti Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan referensi dalam penulisan ini antara lain:

No	Peneliti	Judul	Hasil
1	<i>Hariyanto</i>	Analisis Penerapan Sistem Irigasi Untuk Peningkatan Hasil Pertanian Di Kecamatan Cepu Kabupaten Blora	<ul style="list-style-type: none">• Penelitian dilakukan pada 17 Desa yang masing-masing menerapkan irigasi dan tidak menerapkan irigasi• Hasil penelitian menunjukkan sebesar 9 (sembilan) desa menerapkan irigasi teknis dengan memanfaatkan air bawah tanah sebagai jaringan irigasi dimasing-masing petak lahan petani• Terdapat satu desa yang menerapkan jaringan irigasi saluran terbuka penyadapan dari sungai• Hasil panen petani di Kecamatan Cepu dari 17 Desa rata-rata yaitu 2,35 ton tahun 2015 dan 2,33 tahun 2016 luas lahan rata-rata 0,5 ha

			<ul style="list-style-type: none"> • Jenis jaringan irigasi tertutup debit air rata 0,042 m³ /menit mampu mengenangi lahan rata-rata 0,5 ha selama 40 jam (dua hari) air mengalir ke area persawahan, pola tanam dengan Metode SRI yang menerapkan 2/10 untuk mencapai hasil optimal dan efisien penggunaan air.
2	<i>Effendy</i>	Disain Saluran Irigasi	<ul style="list-style-type: none"> • Salah satu bentuk pengelolaan sumber daya air adalah pemanfaatannya secara teknis untuk keperluan pengairan atau irigasi, • Perencanaan saluran yang dimaksud antara lain untuk mendimensi saluran dan kemiringan dasar saluran dengan model pendekatan-pendekatan • Dimensi saluran yang diperoleh antara lain saluran primer dengan dimensi $b = 12.6$ m, $h = 2.75$ m dan kemiringan saluran (s) =0.011 %, saluran sekunder dengan dimensi

			<p>$b = 3.8 \text{ m}$, $h = 1.8 \text{ m}$ dan kemiringan saluran (s) = 0.0147 %, saluran tersier dengan dimensi $b = 0.6 \text{ m}$, $h = 0.6 \text{ m}$ dan kemiringan saluran (s) = 0.018 % serta saluran kuartier dengan dimensi $b = 0.4 \text{ m}$ dan $h = 0.4 \text{ m}$ dan kemiringan saluran (s) = 0.0113 %.</p>
3	<i>Hanna</i> <i>T.Sinegar</i>	<p>Analisa</p> <p>Perhitungan</p> <p>Dimensi Saluran</p> <p>Irigasi Bendung Sei</p> <p>Padang Daerah</p> <p>Irigasi Bajayu Kab.</p> <p>Serdang Berdagai</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Daerah Irigasi Bajayu memiliki luas fungsional 7558 ha. Metode penelitian yang digunakan adalah Kriteria Perencanaan Irigasi yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia sebagai dasar penempatan dimensi saluran irigasi • Untuk menentukan dimensi saluran irigasi dipengaruhi oleh besarnya kebutuhan air irigasi untuk mengetahui debit yang akan mengalir saluran. • Dari hasil analisa dengan 4 alternatif awal pola tanam yang direncanakan diperoleh kebutuhan bersih air

			<p>disawah (NFR) sebesar 1,20 lt/dt/ha dan kebutuhan air irigasi (DR) sebesar 1,84 lt/dt/ha yang terjadi pada pertengahan bulan februari, dan didapat dimensi saluran primer dan sekunder dengan bentuk trapesium pada Daerah Irigasi Bajayu berturut-turut adalah untuk lebar dasar saluran (b) 4,68 m dan 0,80 m, kedalaman air di saluran (h) 1,17 m dan 0,53 m dengan tinggi jagaan 0,75 m dan 0,40 m.</p>
4	<p>Yunita Afliana Messah, et al</p>	<p>Pengendalian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak Dari Perubahan Desain (Studi Kasus: Embung Irigasi Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian ini menggunakan dua metode pengendalian yaitu <i>Earned Value Analysis</i> (EVA) dan diintegrasikan metode pemendekan durasi jalur kritis (<i>Crashing Duration</i>) pada <i>Critical Path Methode</i> (CPM) menggunakan penerapan kerja lembur sebagai alternatif pengendalinya • Penggunaan kedua metode tersebut di atas maka dapat diketahui dan

		<p>Timor Tengah Utara)</p>	<p>diperoleh alternatif pengendalian waktu dan biaya pekerjaan konstruksi sebagai dampak dari perubahan desain yang terjadi pada Proyek Pembangunan Embung Irigasi Oenaem.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan analisa yang telah dilakukan terjadi penyimpangan waktu sebesar 7 minggu maka total masa kerja menjadi 37 minggu dari 30 minggu wakturencana dengan besaran biaya yang diestimasi adalah Rp. 9.489.206.129,03. Kemudian dikendalikan menggunakan metode pemendekan durasi (<i>Crashing Duration</i>) dengan penerapan kerja lembur maka masa kerjanya menjadi 35 minggu (5 minggu keterlambatan) dengan besaran biaya Rp. 9.458.239.978,70 (belum termasuk PPN) dari total nilai kontrak Rp Rp. 8.563.635.912,98 (belum termasuk PPN 10 %).
--	--	----------------------------	--

2.2 Pengertian Irigasi

Irigasi adalah pemberian air pada tanaman untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhannya. (*Basri, 1987*)

Irigasi merupakan kegiatan penyediaan dan pengaturan air untuk memenuhi kepentingan pertanian dengan memanfaatkan air yang berasal dari air permukaan dan tanah. (*Karta Saputro, 1994*)

Irigasi adalah sejumlah air yang pada umumnya diambil dari sungai atau bendung yang dialirkan melalui system jaringan irigasi untuk menjaga keseimbangan jumlah air didalam tanah. (*Suharjono, 1994*)

Dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 23/1982 Ps. 1, pengertian irigasi, bangunan irigasi, dan petak irigasi telah dibakukan yaitu sebagai berikut :

- a. Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian.
- b. Jaringan irigasi adalah saluran dan bangunan yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian pemberian dan penggunaannya.
- c. Daerah irigasi adalah kesatuan wilayah yang mendapat air dari satu jaringan irigasi. Petak irigasi adalah petak tanah yang memperoleh air irigasi.

Dari butir-butir pengertian tentang irigasi dan jaringan irigasi tersebut di atas kemudian dapat disusun rumusan pengertian irigasi sebagai berikut: Irigasi merupakan bentuk kegiatan penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaan air untuk pertanian dengan menggunakan satu kesatuan saluran dan

bangunan berupa jaringan irigasi.

2.3 Jenis-Jenis Irigasi

Pemilihan sistem irigasi untuk suatu daerah tergantung dari keadaan topografi, biaya, dan teknologi yang tersedia.

Berikut ini terdapat empat jenis sistem irigasi:

a. Irigasi Gravitasi

Sistem irigasi ini memanfaatkan gaya gravitasi bumi untuk pengaliran airnya. Dengan prinsip air mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah karena ada gravitasi. Jenis irigasi yang menggunakan sistem irigasi seperti ini adalah: irigasi genangan liar, irigasi genangan dari saluran, irigasi alur dan gelombang.

b. Irigasi Siraman

Pada sistem irigasi ini air dialirkan melalui jaringan pipa dan disemprotkan ke permukaan tanah dengan kekuatan mesin pompa air. Sistem ini biasanya digunakan apabila topografi daerah irigasi tidak memungkinkan untuk penggunaan irigasi gravitasi. Ada dua macam sistem irigasi saluran, yaitu: pipa tetap dan pipa bergerak.

c. Irigasi Bawah Permukaan

Pada sistem ini air dialirkan dibawah permukaan melalui saluran-saluran yang ada di sisi-sisi petak sawah. Adanya air ini mengakibatkan muka air tanah pada petak sawah naik. Kemudian air tanah akan mencapai daerah

penakaran secara kapiler sehingga kebutuhan air akan dapat terpenuhi.

d. Irigasi Tetesan

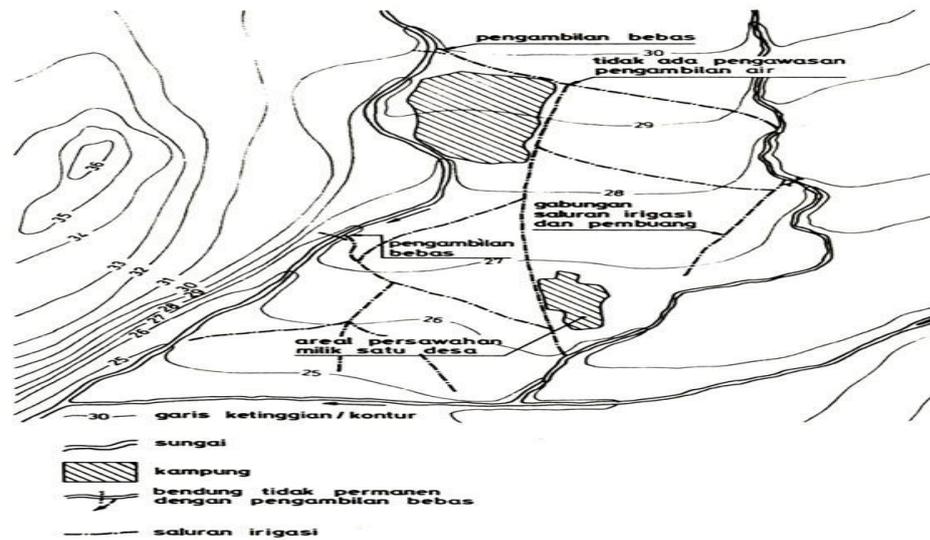
Air dialirkan melalui jaringan pipa dan diteteskan tepat di daerah penakaran tanaman dengan menggunakan mesin pompa sebagai tenaga penggerak. Perbedaan jenis sistem irigasi ini dengan sistem irigasi siraman adalah pipa tersier jalurnya melalui pohon, tekanan yang dibutuhkan kecil (1 atm). (*Sumber: standar perencanaan irigasi KP-01*)

2.4 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan yakni:

a. Jaringan Irigasi Sederhana

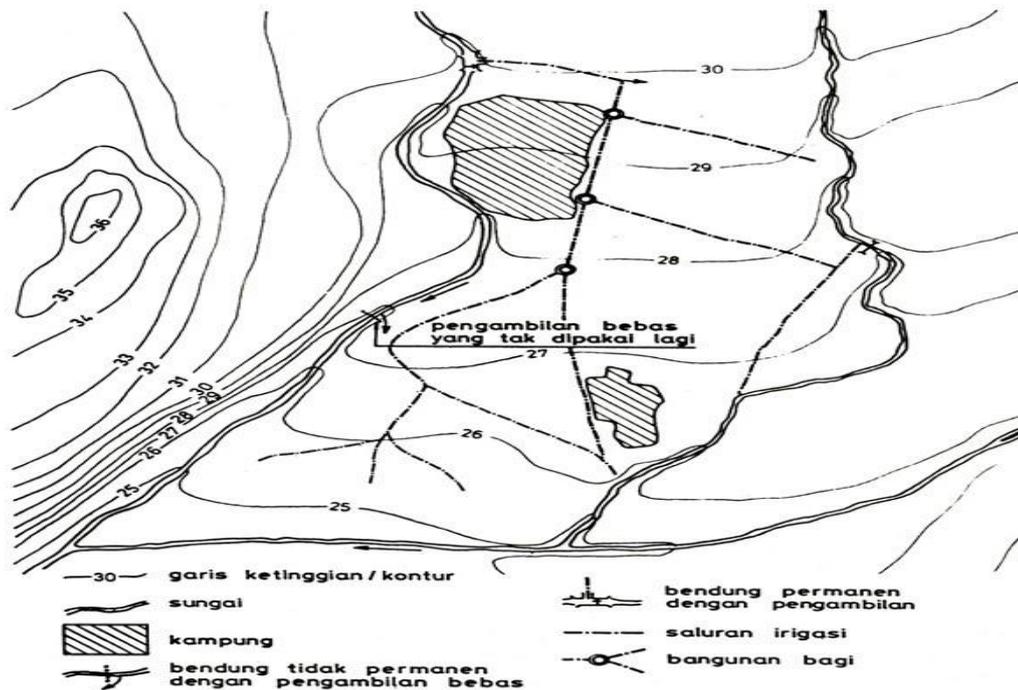
Di dalam irigasi sederhana, pembagian air tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke saluran pembuang. Para petani pemakai air itu tergabung dalam satu kelompok jaringan irigasi yang sama, sehingga tidak memerlukan keterlibatan pemerintah di dalam organisasi jaringan irigasi semacam ini. Persediaan air biasanya berlimpah dengan kemiringan berkisar antara sedang sampai curam. Oleh karena itu hampir-hampir tidak diperlukan teknik yang sulit untuk sistem pembagian airnya.



Gambar 2.1. Jaringan Irigasi Sederhana, (Ahmad Ansori, Anton Ariyanto, Syahroni).

b. Jaringan Irigasi Semi Teknis

Dalam banyak hal, perbedaan satu-satunya antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan semi teknis adalah bahwa jaringan semi teknis ini bendungnya terletak di sungai lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilirnya. Mungkin juga dibangun beberapa bangunan permanen di jaringan saluran. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana. Adalah mungkin bahwa pengambilan dipakai untuk melayani/mengairi daerah yang lebih luas dari daerah layanan pada jaringan sederhana. Oleh karena itu biayanya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan. Organisasinya akan lebih rumit jika bangunan tetapnya berupa bangunan pengambilan dari sungai, karena diperlukan lebih banyak keterlibatan dari pemerintah.

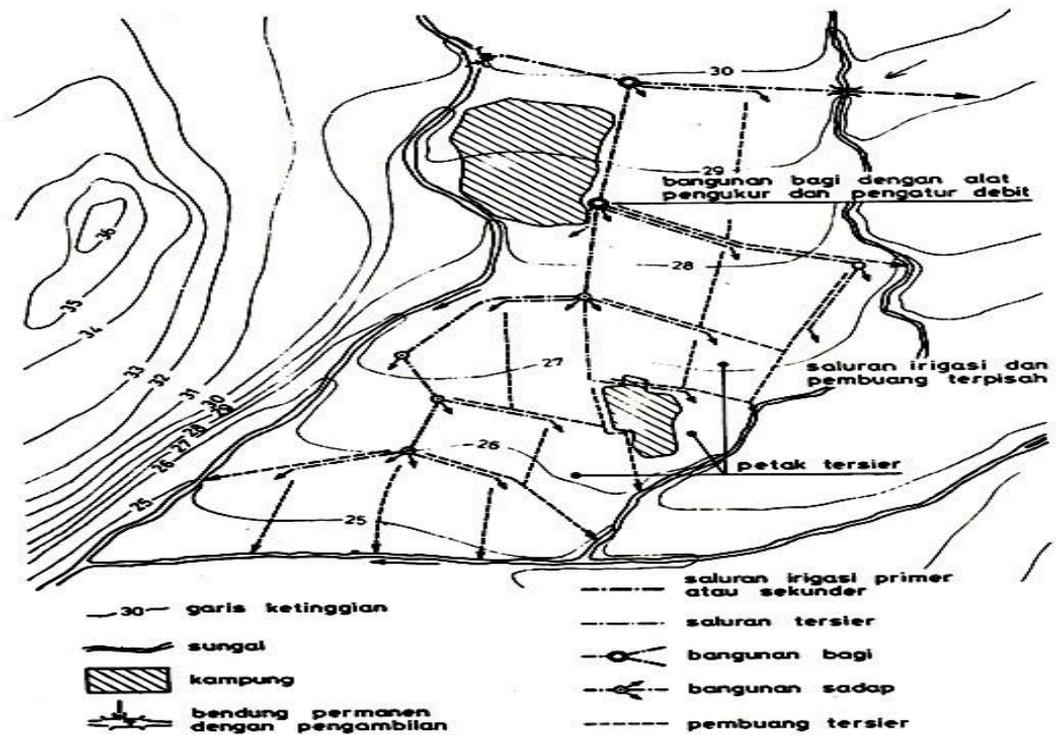


Gambar 2.2 Jaringan Irigasi Semi Teknis, (Ahmad Ansori, Anton Ariyanto, Syahroni)

c. Jaringan Irigasi Teknis

Salah satu prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang/pematus. Hal ini berarti bahwa baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing- masing, dari pangkal hingga ujung. Saluran irigasi mengalirkan air irigasi ke sawah- sawah dan saluran pembuang mengalirkan air lebih dari sawah-sawah ke saluran pembuang alamiah yang kemudian akan diteruskan ke laut.

(sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)



Gambar 2.3. Jaringan Irigasi Teknis, (Ahmad Ansori, Anton Ariyanto, Syahroni)

Tabel 2.1 Klasifikasi jaringan irigasi

No	Uraian	Klasifikasi jaringan irigasi		
		Teknis	Semi teknis	Sederhana
1	Bangunan utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen/se mipermanen	Bangunan sementara
2	Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengaturdebit	Baik	Sedang	Jelek

3	Jaringan saluran	Saluran irigasi dan pembuang terpisah	Saluran irigasi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran irigasi dan pembuang jadi satu
4	Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Belum dikembangkan	Belum ada jaringan yang dikembangkan
5	Efisiensi secara keseluruhan	50 - 60 %	40 – 50 %	< 40%
6	Ukuran	Tak ada batasan	Sampai 2000 Ha	< 500 Ha

Sumber : KP-01 Kriteria perencanaan bangunan jaringan irigasi (2013)

Dalam suatu jaringan irigasi dapat dibedakan adanya empat unsur fungsional pokok yakni:

1) Bangunan utama (*head works*)

Bangunan ini mengambil air dari sumbernya, umumnya sungai atau waduk dan mengalirkan air ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas jaringan primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir.

2) Jaringan pembawa

Berupa saluran sekunder yang membawa air dari saluran primer dan mengalirkan air ke petak-petak tersier. Batas saluran sekunder adalah pada bangunan sadap terakhir.

3) Petak-petak tersier

Dengan sistem pembagian air dan sistem pembuangan kolektif air irigasi dibagi-bagi dan dialirkan ke sawah-sawah dan kelebihan air ditampung di dalam suatu sistem pembuangan dalam petak tersier.

4) Sistem pembuangan

Merupakan saluran yang mengalirkan kelebihan air irigasi yang ada keluar daerah irigasi atau langsung ke pembuang alam.

d. Sumber Air Irigasi

Sumber air dalam irigasi dapat digolongkan dalam 3 (tiga) golongan, yaitu:

1) Mata air

Yaitu air yang terdapat didalam tanah, seperti sumur, air artesis dan air tanah. Ketentuan pengambilan air tersebut dapat menggunakan stasium pompa apabila pengambilan air secara gravitasi tidak memungkinkan secara teknis dan ekonomis.

2) Air sungai

Yaitu air yang terdapat diatas permukaan tanah. Air sungai dapat berasal dari sungai kecil dan sungai besar. Pengambilan air sungai dapat menggunakan sistem pengambilan bebas (*free intake*) yaitu sistem pengambilan air sungai ke dalam jaringan irigasi tanpa mengatur tinggi muka air di sungai.

3) Air waduk

Yaitu air yang terdapat di permukaan tanah, seperti pada sungai. Waduk (*reservoir*) digunakan untuk menampung air irigasi pada waktu terjadi surplus air di sungai agar dapat dipakai sewaktu-waktu terjadi kekurangan air. Jadi, fungsi utama waduk adalah untuk mengatur aliran sungai. Waduk yang berukuran besar sering mempunyai banyak fungsi (*multipurpose*) seperti untuk keperluan irigasi, tenaga air pembangkit listrik, pengendali banjir, perikanan dan sebagainya. Waduk yang berukuran lebih kecil (*single purpose*) biasanya dipakai untuk keperluan irigasi saja.

e. Data-Data Perencanaan Saluran

Perencanaan suatu bangunan irigasi memerlukan data-data pendukung diantaranya yaitu:

1) Data Topografi

Yaitu data yang berupa peta yang didalamnya terdapat elevasi atau ketinggian atau situasi dari daerah perencanaan pembangunan. Peta topografi akan digunakan dalam pembuatan tata letak pendahuluan jaringan irigasi yang bersangkutan. Pemetaan topografi sebaiknya didasarkan pada foto udara terbaru yang dilengkapi dengan garis-garis ketinggian yang memperlihatkan detail lengkap topografi. Misalnya: peta daerah aliran sungai (DAS)

2) Data Hidrologi

Yaitu data-data yang menyangkut kondisi hidrologi dan klimatologi dari daerah aliran sungai perencanaan pembangunan dan dari daerah lainnya yang berdekatan dan mempunyai pengaruh terhadap daerah aliran tersebut. Misalnya: data perencanaan debit aliran untuk bangunan irigasi periode ulang 1 tahun, 2 tahun, 5 tahun dan seterusnya.

3) Data Morfologi

Yaitu data-data yang meliputi data kandungan sedimen dasar dan perubahan yang terjadi pada dasar sungai baik secara horizontal maupun vertikal.

4) Data Geologi

Yaitu data-data yang berupa kondisi umum permukaan tanah, keadaan geologi lapangan dan kedalaman setiap jenis lapisan tanah. Penelitian ini juga akan mengumpulkan data-data mengenai permeabilitas/kelulusan dan perkolasi tanah untuk dipakai sebagai bahan, masukan bagi penghitungan kebutuhan air irigasi.

5) Data Mekanika

Yaitu data-data yang berupa yang berkaitan dengan perhitungan stabilitas tanah seperti sudut geser tanah dan lain sebagainya.

f. Saluran Irigasi

Saluran irigasi dapat diartikan sebagai saluran pembawa air dari sumber (misalnya sungai) ke lahan yang akan di aliri. Saluran irigasi adalah saluran bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang

diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi.

Saluran pada suatu jaringan irigasi dapat berupa saluran dengan pasangan atau sering disebut *lining*. Saluran pasangan (*lining*) dimaksudkan untuk:

- a) Mencegah kehilangan air akibat rembesan
- b) Mencegah gerusan dan erosi
- c) Mencegah merajalelanya tumbuhan air
- d) Mengurangi biaya pemeliharaan
- e) Memberikan kelonggaran untuk lengkung yang lebih besar
- f) Tanah yang dibebaskan lebih kecil.

Banyak bahan yang tidak dapat dipakai untuk pasangan saluran (Standar perencanaan jaringan irigasi, 2013). Tetapi pada prakteknya hanya ada tiga bahan yang dianjurkan pemakaiannya yaitu antara lain:

- a) Pasangan batu
- b) Beton, dan
- c) Tanah.

Pembuatan pasangan dari bahan-bahan lain tidak dianjurkan, dengan alasan sulitnya memperoleh persediaan bahan. Teknik pelaksanaan yang lebih rumit dan kelemahan-kelemahan bahan itu sendiri.

Pasangan batu dan beton lebih cocok untuk semua keperluan, kecuali untuk perbaikan stabilitas tanggul. Pasangan tanah hanya cocok untuk pengendalian dan perbaikan stabilitas tanggul.

Tebal minimum pasangan beton bertulang adalah 7 cm. Untuk pasangan semen tanah atau semen tanah yang dipadatkan, tebal minimum diambil 10 cm untuk saluran kecil dan 15 cm untuk saluran yang lebih besar. Tebal pasangan tanah diambil 60 cm untuk dasar saluran dan 75 cm untuk talud saluran.

g. Perencanaan Saluran Irigasi

1) Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi oleh aliran air permukaan. Berbagai kondisi lapangan yang berhubungan dengan kebutuhan air untuk pertanian bervariasi terhadap waktu dan ruang. Berbagai faktor yang memengaruhinya antara lain:

- a) Klimatologi,
- b) Kondisi tanah,
- c) Koefisien tanaman,
- d) Pola tanam,
- e) Pasokan air yang diberikan,
- f) Luas daerah irigasi,
- g) Efisiensi irigasi,
- h) Penggunaan kembali air drainase untuk irigasi
- i) Sistem golongan,
- j) Jadwal tanam.

Perhitungan debit rencana sebuah saluran irigasi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{cNFR}{e} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

Q = Debit rencana, ltr/dt

c = Koefisien pengurangan karena adanya sistem golongan,

NFR = Kebutuhan bersih (*netto*) air di sawah, ltr/dt/Ha

A = Luas daerah yang diairi, Ha

e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

2) Kebutuhan Air Bersih Irigasi (NFR)

Kebutuhan air irigasi adalah banyaknya air yang tersedia dan dibutuhkan untuk mengelola suatu daerah irigasi, untuk mengairi areal persawahan. Banyaknya air yang diperlukan untuk sistem jaringan irigasi juga ditentukan oleh berbagai faktor diantaranya pola tanam dan jenis tanaman.

Untuk menentukan besarnya air yang dibutuhkan untuk keperluan irigasi atau keperluan air di sawah (NFR), terlebih dahulu dihitung besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan (PWR), penggunaan konsumtif (ETc), perkolasi dan rembesan (P) dan penggantian lapisan air (WLR). Kebutuhan air irigasi di sawah (NFR) juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti curah hujan efektif (Re), kebutuhan pengambilan air irigasi (DR), dan juga faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan (η). Perkiraan kebutuhan air irigasi sebagai berikut:

$$NFR = \frac{Etc + IR + P + WLR - Re}{IE} \times A \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

NFR = kebutuhan air irigasi di sawah (lt/det/ha)

Etc = penggunaan konsumtif (mm/hari)

IR = kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan, dalam mm/hari,

WLR = penggantian lapisan air (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

IE = efisiensi irigasi (%)

A = luas areal irigasi (ha)

a) *Kebutuhan air konsumtif (Etc)*

Kebutuhan air untuk tanaman di lahan di artikan sebagai kebutuhan air konsumtif dengan memasukkan faktor koefisien tanaman (kc). Persamaan umum yang di gunakan adalah :

$$Etc = Eto \times kc \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

Etc = kebutuhan air konsumtif (mm/hari)

Eto = evapotranspirasi (mm/hari)

Kc = koefisien tanaman

Tabel .2.2. Harga – harga koefisien tanaman padi

Bulan	Nedeco/	Prosida	FAO	
	Varietas ² Biasa	Varietas ³ Unggul	Varietasbiasa	Variaetas Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3	1,24	0	1,05	0
3,5	1,12		0,95	
4	0 ⁴		0	

Sumber: Standar perencanaan (KP 01)

b) Kebututuhan air untuk penyiapan lahan (IR)

Kebutuhan air pada waktu persiapan lahan di pengaruhi oleh faktor — faktor antara lain waktu yang di perlukan untuk penyiapan lahan (T) dan lapisan air yang dibutuhkan untuk persiapan lahan(S).Hitungan kebutuhan air untuk irigasi selama penyiapan lahan perlu memperhatikan tanaman, usia tanaman sampai dengan panen, pola tanam, efisiensi irigasi, lama penyinaran matahari.

Perhitungan kebutuhan air selama penyiapan lahan, digunakan metode yang di kembangkan oleh Van De Goor dan Zijlstra (Standard Perencanaan

Irigasi KP-01,2010 , yaitu persamaan sebagai berikut :

$$IR = \frac{e^k}{e^{k-1}} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana :

IR : kebutuhan air ditingkat persawahan (mm/hari)

M : kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang telah dijenuhkan.

$$= Eo + P,$$

P : perkolasi (mm/hari)

Eo : evaporasi air terbuka (= 1.1 x Eto)mm/hari

$$K = M (T/S$$

T : *jangka waktu penyiapan laha (hari)*

S :Kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm,yakni $200 + 50 = 250$ mm

e : Koefisien

Tabel 2.3. Kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan (IR)

M E _o + P Mm/ hari	T = 30 hari		T = 45 hari	
	S = 250 mm	S = 300 mm	S = 250 mm	S = 300 mm
5,0	11,1	12,7	8,4	9,5
5,5	11,4	13,0	8,8	9,8
6,0	11,7	13,3	9,1	10,1
6,5	12,0	13,6	9,4	10,4
7,0	12,3	13,9	9,8	10,8
7,5	12,6	14,2	10,1	11,1
8,0	13,0	14,5	10,5	11,4
8,5	13,3	14,8	10,8	11,8
9,0	13,6	15,2	11,2	12,1
9,5	14,0	15,5	11,6	12,5
10,0	14,3	15,8	12,0	12,9
10,5	14,7	16,2	12,4	13,2
11,0	15,0	16,5	12,8	13,6

Sumber: Standard perencanaan (KP 01)

c) Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (WLR)

Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air di tetapkan berdasarkan Standard Perencanaan Irigasi 1986, KP-01. Besar kebutuhan air untuk penggantian lapisan air dalam 50 mm/bulan (atau 3,3 mm/hari selama ½

bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah

Stansplansi, Dapat dilihat pada lampiran Tabel. 2. Kebutuhan air di sawah untuk petak tersiaer jangka waktu penyiapan lahan 1,0 bulan

d) Perkolasi (P)

Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat tanah, dan sifat tanah umumnya tergantung pada kegiatan pemanfaatan lahan atau pengolahan tanah berkisar antar 1 – 3 mm/hari.

h. Rotasi Teknis (Sistem Golongan)

Pengaturan pemberian air pada tanaman dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

- 1) Rotasi bebas adalah cara dan waktu penanaman padi yang tidak teratur, dimana pengaturan pemakaian airnya dijalankan secara bebas dan liar. Cara ini sangat menyulitkan dalam pengaturan pemberian air.
- 2) Rotasi teknis adalah penanaman dalam sistem giliran yang diatur pemberian airnya secara baik. Cara ini disebut peraturan golongan dengan sistem giliran.

Keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dari sistem golongan teknis antara lain :

- a) Berkurangnya kebutuhan pengambilan puncak (koefisien pengurangan rotasi)
- b) Kebutuhan pengambilan bertambah secara berangsur-angsur pada awal waktu pemberian air irigasi (pada periode penyiapan lahan), seiring dengan makin bertambahnya debit sungai, kebutuhan pengambilan puncak dapat ditunda.

Sedangkan hal-hal yang tidak menguntungkan antara lain:

- a) Timbulnya komplikasi sosial

- b) Operasional lebih rumit
- c) Kehilangan air akibat eksploitasi sedikit lebih tinggi, dan
- d) Sedikit waktu tersedia untuk tanaman kedua.

Biasanya untuk proyek irigasi tertentu yang mencakup daerah yang bisa diairi seluas 10.000 ha dan mengambil air langsung dari sungai, tidak ada pengurangan debit rencana (koefisien pengurangan $c = 1$). Pada jaringan yang telah ada, faktor pengurangan $c < 1$ mungkin dipakai sesuai dengan pengalaman O & P.

i. Efisiensi Irigasi

Pada dasarnya, semua kehilangan air yang mempengaruhi efisiensi irigasi berlangsung selama proses pemindahan air dari sumbernya ke lahan pertanian dan selama pengolahan lahan pertanian.

Efisiensi irigasi dibagi dalam 2 (dua) komponen, yaitu:

- Efisiensi pengangkutan, dimana kehilangan airnya dihitung dari sistem saluran induk dan sekunder.
- Efisiensi di lahan pertanian (sawah), dimana kehilangan airnya dihitung dari saluran tersier dan kegiatan pemakaian air irigasi di lahan pertanian.

Efisiensi irigasi total termasuk efisiensi pengangkutan dan lahan pertanian, untuk tanaman padi diambil 0,65. Nilai ini berasal dari estimasi yang mencakup efisiensi saluran utama 90%, saluran sekunder 90 % sedangkan saluran tersier sampai ke sawah 80 %.

Jumlah air yang diambil akan hilang sebelum sampai di sawah ini disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan perembesan. Kehilangan akibat evaporasi dan perembesan umumnya kecil saja jika dibandingkan dengan jumlah kehilangan akibat kegiatan eksploitasi. Perhitungan rembesan hanya dilakukan apabila kelulusan tanah cukup tinggi.

Pada umumnya kehilangan air di jaringan irigasi dapat dibagi-bagi sebagai berikut:

- 15 - 22,5 % petak tersier, antara bangunan sadap tersier dan sawah
- 7,5 – 12,5% di saluran sekunder
- 7,5 – 12,5% di saluran utama

Efisiensi secara keseluruhan (total) dihitung sebagai berikut :

Efisiensi jaringan tersier (e_t) x efisiensi jaringan sekunder (e_s) x efisiensi jaringan primer (e_p)

Nilai dari efisiensi secara keseluruhan berkisar antara 0,65- 0,79.

Oleh karena itu kebutuhan bersih air di sawah (NFR) harus dibagi e untuk memperoleh jumlah air yang dibutuhkan di bangunan pengambilan dari sungai. Kapasitas rencana saluran harus didasarkan pada kebutuhan air maksimum.

j. Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah aliran air yang mengalir melalui suatu penampang saluran tiap satu satuan waktu, biasanya dinyatakan dengan notasi Q dan satuan m^3/det . Dalam memperkirakan debit aliran yang mengalir di

dalam saluran, dapat diperoleh dengan mengalikan luas tampang aliran (A) dan kecepatan aliran (V), atau dalam bentuk persamaan 2.11 sebagai berikut

$$Q = A.V \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

Q = Debit air yang mengalir, m³/det.

A = Luas penampang basah saluran, m².

V = Kecepatan rata-rata aliran, m/det.

Untuk mendimensi saluran digunakan kecepatan standar irigasi. Namun jika kecepatan standar ini menghasilkan perhitungan hidrolis yang tidak mungkin karena kondisi topografi yang terlalu datar, maka dapat ditentukan kecepatan aliran yang memenuhi kecepatan minimum dan maksimum seperti di atas. Kecepatan standar yang disarankan dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Kecepatan aliran Standar

Debit (m³/dt)	Kecepatan Aliran Standar (m/dt)
< 0,15	0,25 – 0,30
0,15 – ,30	0,25 – 0,35
0,30 – ,40	0,30 – 0,40
0,40 – ,50	0,35 – 0,45
0,50 – ,75	0,40 – 0,50
0,75 – ,50	0,40 – 0,55
1,50 – ,00	0,45 – 0,60
3,00 – ,50	0,50 – 0,65
4,50 – ,00	0,55 – 0,70
6,00 – ,50	0,60 – 0,70

7,50 – ,00	0,60 – 0,70
9,00 – 11,00	0,60 – 0,70
11,00 – 15,00	0,60 – 0,70
15,00 – 25,00	0,65 – 0,70

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi (2013)

k. Kecepatan Aliran

Pembagian kecepatan pada penampang saluran tergantung pada faktor-faktor seperti bentuk penampang yang tidak lazim, kekasaran saluran dan adanya tekukan-tekukan. Oleh karena itu, kecepatan aliran maksimum yang diijinkan sangat menentukan kecepatan rencana untuk dasar saluran tanah dengan pasangan campuran.

Beberapa rumus dalam menentukan kecepatan antara lain:

a) Rumus kecepatan chezy

$$V = C \sqrt{R} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/det)

C = Koefisien Chezy

R = Jari-jari hidrolis

I = Kemiringan dari permukaan aliran atau dari gradient energi

atau dari dasar saluran, garis-garisnya sejajar untuk aliran .

b) Rumus kecepatan Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots(2.7)$$

R

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata

(m/det)

n = Koefisien Manning

R = Jari-jari hidrolis

I = Kemiringan dari permukaan air atau dari gradient energi
ataudari dasar saluran, garis-garisnya sejajar untuk aliran
mantap yang merata

c) Rumus kecepatan Strickler

$$V = K_s R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata

(m/det)

K_s = Koefisien Strickler

R = Jari-jari hidrolis

I = Kemiringan dari permukaan aliran atau dari gradient energi atau dari
dasar saluran, garis-garisnya sejajar untuk aliran mantap yang merata

Koefisien kekasaran Strickler sangat bergantung pada beberapa faktor yaitu kekasaran permukaan saluran, trase, vegetasi (tumbuhan) dan sedimen. Akan tetapi, koefisien Strickler yang dianjurkan dalam standar perencanaan

irigasi KP-03 diperlihatkan pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Koefisien Kekasaran Strickler yang dianjurkan

No	Pasangan Campuran	Ks
1	Pasangan Batu	60 m ^{1/3} /dt
2	Pasangan Beton	70 m ^{1/3} /dt
3	Pasangan Tanah	35 – 45 m ^{1/3} /dt
4	Beton Ferro cement	70 m ^{1/3} /dt

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi Kp-03, 2013

I. Perencanaan Hidrolis

Nilai besar kecilnya debit rencana aliran sungai atau saluran akan sangat menentukan besar kecilnya dimensi hidrolis suatu bangunan air. Dimensi hidrolis suatu bangunan air yang lebih besar akan lebih aman dalam mengalirkan debit tertentu namun dimensi yang lebih besar akan berdampak pada pembengkakan biaya. Sebaliknya dimensi hidrolis bangunan air yang lebih kecil akan menjadi kurang aman dalam mengalirkan debit tertentu. Oleh karena itu, perhitungan debit rencana sangat penting dalam mendapatkan dimensi hidrolis (kapasitas) ideal yang terbaik dari segi teknis maupun ekonomis.

Penampang yang paling ekonomis adalah penampang yang memiliki debit (Q) maksimum pada luasan (A) tertentu. Suatu tampang akan menghasilkan debit maksimum bila nilai R maksimum atau nilai P minimum. Perencanaan hidrolis bentuk penampang saluran diantaranya sebagai berikut:

a) Penampang saluran persegi

$$R = A/P \dots\dots\dots(2.9)$$

$$A = B \times H \dots\dots\dots(2.10)$$

$$P = H + B + H \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

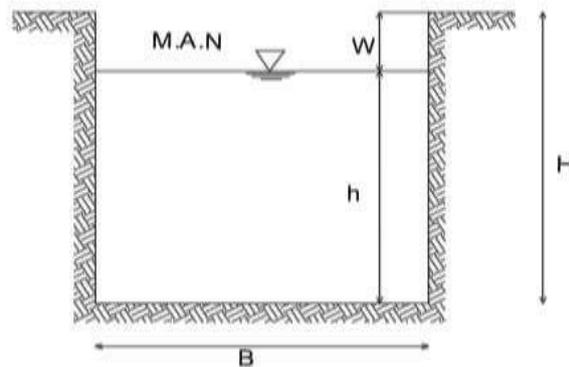
R = Jari-jari hidrolis

A = Luas penampang basah

P = Keliling basah

B = Lebar dasar saluran (m)

H = Tinggi air (m)



Gambar 2.4 Potongan Melintang Saluran Persegi

b) Penampang saluran trapesium

$$R = A/P \dots\dots\dots(2.12)$$

$$A = bh + mh^2 \dots\dots\dots(2.13)$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

R = Jari-jari hidrolis

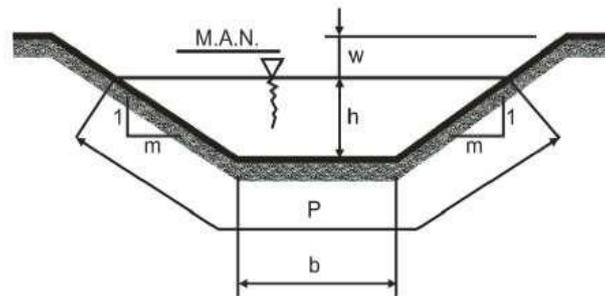
A = Luas penampang basah

P = Keliling basah

m = Kemiringan talud (b/h)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi air (m)



Gambar 2.5 Potongan Melintang Saluran Trapesium

Untuk pengaliran air irigasi, saluran berpenampang trapesium adalah bangunan pembawa yang paling umum dipakai. Saluran tanah sudah umum dipakai untuk saluran irigasi karena biayanya jauh lebih murah dibandingkan dengan saluran pasangan. Untuk merencanakan kemiringan saluran mempunyai asumsi-asumsi mengenai parameter perhitungan yang terlihat pada table 2.6 sebagai berikut:

Tabel 2.6 Parameter perhitungan untuk kemiringan saluran

Q (m^3/dt)	m	n	K
0,15 – 0,30	1,0	1,0	35
0,30 – 0,50	1,0	1,0 – 1,2	35
0,50 – 0,75	1,0	1,2 – 1,3	35
0,75 – 1,00	1,0	1,3 – 1,5	35

1,00 – 1,50	1,0	1,5 – 1,8	40
1,50 – 3,00	1,5	1,8 – 2,3	40
3,00 – 4,50	1,5	2,3 – 2,7	40
4,50 – 5,00	1,5	2,7 – 2,9	40
5,00 – 6,00	1,5	2,9 – 3,1	42,5
6,00 – 7,50	1,5	3,1 – 3,5	42,5
7,50 – 9,00	1,5	3,5 – 3,7	42,5
9,00 – 10,00	1,5	3,7 – 3,9	42,5
10,00 – 11,00	2,0	3,9 – 4,2	45
11,00 – 15,00	2,0	4,2 – 4,9	45
15,00 – 25,00	2,0	4,9 – 6,5	45
25,00 – 40,00	2,0	6,5 – 9,6	45

Sumber: Irigasi dan Bangunan Air (2013)

Dimana:

k = Koefisien kekasaran stricklerm = Kemiringan talud

n = Perbandingan lebar dasar saluran dengan kedalaman air

Menurut buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi (2013)

lebar dasar saluran minimum 30 cm. Perbandingan lebar dasar saluran dan tinggi air (B/h) sangat tergantung dari besar debit yang akan mengalir.

Perbandingan nilai B/h dapat dilihat pada Tabel 2.7 sebagai berikut:

Tabel 2.7 Perbandingan (B/h)

Debit saluran (m^3/dt)	(B/h)
< 0.30	1
0.30 – 0.50	1.5

0.40 – 1.50	2
1.50 – 3.00	2.5
3.00 – 4.50	3
4.50 – 6.00	3.5
6.00 – 7.50	4
7.50 – 9.00	4.5
9.00 – 11.00	5
11.00 – 15.00	6
15.00 – 25.00	8
25.00 – 40.00	10
40.00 – 80.00	12

Sumber: Pedoman Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi (2013)

Tinggi jagaan (w , *waking/freeboard*) yaitu jarak trapesium tanggul saluran dengan tinggi muka air saat debit maksimum. Tujuan ditentukan tinggi jagaan suatu saluran adalah:

- a) Untuk menaikkan muka air diatas tinggi muka air maksimum
- b) Untuk mencegah kerusakan tanggul saluran

Tinggi jagaan sebuah saluran ditetapkan berdasarkan debit saat banjir. Tinggi jagaan minimum untuk saluran menurut standar irigasi, seperti pada table 2.8 berikut:

Tabel 2.8 Tinggi jagaan minimum

Debit saluran	Tinggi jagaan
< 0,50	0,40
0,50 – 1,50	0,50

1,50 – 5,00	0,60
5,00 – 10,00	0,75
10,00 – 15,00	0,85
> 15,00	1,00

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi Kp-03, 2013

2.5 Rencana anggaran biaya

a. Pengertian rencana anggaran biaya

Secara umum pengertian Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek, adalah nilai estimasi biaya yang harus disediakan untuk pelaksanaan sebuah kegiatan proyek. Namun beberapa praktisi mendefinisikannya secara lebih detail, seperti :

1. Menurut Sugeng Djojowiriono, 1984, Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.
2. Menurut Ir. A. Soedradjat Sastraatmadja, 1984, dalam bukunya "*Analisa Anggaran Pelaksanaan*", bahwa Rencana Anggaran Biaya (RAB) di bagi menjadi dua, yaitu rencana anggaran terperinci dan rencana anggaran biaya kasar.
 - a) Rencana anggaran biaya kasar

Merupakan rencana anggaran biaya sementara dimana pekerjaan dihitung tiap ukuran luas. Pengalaman kerja sangat mempengaruhi penafsiran biaya secara kasar, hasil dari penafsiran ini apabila dibandingkan dengan rencana anggaran yang di hitung secara teliti di

dapat sedikit selisih.

b) Rencana anggaran biaya terperinci

Dilaksanakan dengan menghitung volume dan harga dari seluruh pekerjaan yang dilaksanakan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara memuaskan. Cara perhitungan pertama adalah dengan harga satuan, dimana semua harga satuan dan volume tiap jenis pekerjaan dihitung. Yang kedua adalah dengan harga seluruhnya, kemudian dikalikan dengan harga serta dijumlahkan seluruhnya.

3. John W. Niron dalam bukunya *Pedoman Praktis Anggaran dan Borongan Rencana Anggaran Biaya Bangunan*, 1992, Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Proyek mempunyai pengertian sebagai berikut :

- a) Rencana : Himpunan planning termasuk detail dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan.
- b) Anggaran : Perhitungan biaya berdasarkan gambar bestek (gambar rencana) pada suatu bangunan.
- c) Biaya : Besarnya pengeluaran yang ada hubungannya dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan yang ada.

b. Kegunaan Rencana Anggaran Biaya

Sebuah penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek mempunyai beberapa kegunaan, antara lain:

- 1. Sebagai bahan dasar usulan pengajuan proposal agar didapatkannya sejumlah alihan dana bagi sebuah pelaksanaan proyek dari pemerintah pusat ke daerah pada

instansi-instansi tertentu.

2. Sebagai standar harga patokan sebuah proyek yang dibuat oleh *stakeholder* dalam bentuk *owner estimate* (OE).
3. Sebagai bahan pembandingan harga bagi *stakeholder* dalam menilai tingkat kewajaran *owner estimate* yang dibuatnya dalam bentuk *engineering estimate* (EE) yang dibuat oleh pihak konsultan.
4. Sebagai rincian item harga penawaran yang dibuat kontraktor dalam menawar pekerjaan proyek.
5. Sebagai dasar penentuan kelayakan ekonomi teknik sebuah investasi proyek sebelum dilaksanakan pembangunannya.

c. Komponen Penyusun Rencana Anggaran Biaya

Seperti yang telah disinggung pada bagian diatas, maka jila dirumuskan secara umum Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek merupakan total penjumlahan dari hasil perkalian antara volume suatu item pekerjaan dengan harga satuannya. Bahasa matematis yang dapat dituliskan adalah sebagai berikut:

$$\text{RAB} = \sum [(\text{Volume}) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}]$$

Jika merujuk pada sebuah item pekerjaan, maka pada dasarnya untuk melaksanakan sebuah item pekerjaan membutuhkan upah, material, peralatan yang digunakan (sebagai biaya langsung) dan *overhead, profit* dan *tax* (sebagai biaya tidak langsung).

Adapun penjelasan secara rinci mengenai komponen-komponen penyusun dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek adalah sebagai

berikut :

1. *Komponen Biaya Langsung (Direct Cost)*

Biaya langsung atau *direct cost* merupakan seluruh biaya permanen yang melekat pada hasil akhir konstruksi sebuah proyek. Biaya langsung terdiri dari :

a) Biaya bahan/material

Merupakan harga bahan atau material yang digunakan untuk proses pelaksanaan konstruksi, yang sudah memasukan biaya angkutan, biaya loading dan unloading, biaya pengepakan, penyimpanan sementara di gudang, pemeriksaan kualitas dan asuransi.

b) Upah Tenaga Kerja

Biaya yang dibayarkan kepada pekerja/buruh dalam menyelesaikan suatu jenis pekerjaan sesuai dengan keterampilan dan keahliannya.

c) Biaya Peralatan

Biaya yang diperlukan untuk kegiatan sewa, pengangkutan, pemasangan alat, memindahkan, membongkar dan biaya operasi, juga dapat dimasukkan upah dari operator mesin dan pembantunya.

2. *Komponen Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost)*

Biaya tidak langsung atau *indirect cost* adalah biaya yang tidak melekat pada hasil akhir konstruksi sebuah proyek tapi merupakan nilai yang dipungut karena proses pelaksanaan konstruksi proyek. Biaya tidak langsung terdiri dari :

a) *Overhead* umum

Overhead umum biasanya tidak dapat segera dimasukkan ke suatu jenis pekerjaan dalam proyek itu, misalnya sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis menulis, air, listrik, telepon, asuransi, pajak, bunga uang, biaya-biaya notaris, biaya perjalanan dan pembelian berbagai macam barang-barang kecil.

b) *Overhead Proyek*

Overhead proyek ialah biaya yang dapat dibebankan kepada proyek tetapi tidak dapat dibebankan kepada biaya bahan-bahan, upah tenaga kerja atau biaya alat-alat seperti misalnya; asuransi, telepon yang dipasang di proyek, pembelian tambahan dokumen kontrak pekerjaan, pengukuran (survey), surat-surat ijin dan lain sebagainya. Jumlah *overhead* dapat berkisar antara 12 sampai 30 %.

c) *Profit*

Merupakan keuntungan yang didapat oleh pelaksana kegiatan proyek (kontraktor) sebagai nilai imbal jasa dalam proses pengadaan proyek yang sudah dikerjakan. Secara umum keuntungan yang didapat oleh kontraktor dalam penawarannya berkisar antara 10 % sampai 12 % atau bahkan lebih, tergantung dari keinginan kontraktor.

d) *Pajak*

Berbagai macam pajak seperti PPN, PPh dan lainnya atas hasil operasi perusahaan.

2.6 Manajemen Proyek

a. Rencana Kerja dan Syarat-Syarat

Rencana Kerja dan Syarat atau yang sering disebut RKS merupakan dokumen yang berisi sekumpulan persyaratan baik persyaratan administratif maupun persyaratan teknis yang diberlakukan pada perencanaan bangunan tertentu. Pada umumnya RKS terdiri atas RKS administrasi dan RKS teknis. RKS Administratif terdiri dari persyaratan administrasi dan umum. Sedangkan RKS Teknis terdiri dari RKS Arsitektural, RKS Struktural, dan RKS Mekanikal Elektrikal (ME). Susunan daftar isi dalam sebuah dokumen RKS pada umumnya terdiri atas pasal-pasal. Setiap pasal menjelaskan tentang definisi maupun kriteria tertentu. Pada setiap pasal dalam RKS Teknis, berisi tentang:

- 1) Lingkup pekerjaan.
- 2) Persyaratan bahan.
- 3) Pedoman Pelaksanaan.
- 4) Syarat-syarat pelaksanaan standar yang dipakai.
- 5) Pengujian.

b. Network Planning

Menurut Soetomo Kajatmo (1977: 26) adalah: “*Network planning* merupakan sebuah alat manajemen yang memungkinkan dapat lebih luas dan lengkapnya perencanaan dan pengawasan suatu proyek”. Adapun definisi proyek itu sendiri adalah suatu rangkaian kegiatan-kegiatan

(aktivitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapatkan tujuan tertentu.

Pengertian lainnya yang dikemukakan oleh Tubagus Haedar Ali (1995: 38) yaitu: “*Network planning* adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan- kegiatan yang ada dalam *network* diagram proyek yang bersangkutan.

Keuntungan Penggunaan *network planning* dalam Tata pelaksanaan Proyek, yaitu:

- 1) Merencanakan *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis.
- 2) Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail dari proyek.
- 3) Mendokumen dan mengkomunikasikan rencana *scheduling* (waktu) dan alternatif-alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.
- 4) Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*CriticalPath*) saja yang perlu konsentrasi pengawas ketat.

c. Barchart dan Kurva S

Barchart merupakan deskripsi grafis atas sekumpulan tugas-tugas atau aktivitas yang ditandai awal dan akhirnya. Suatu aktivitas adalah suatu tugas berkontribusi pada keseluruhan penyelesaian akhir proyek.

Kurva S merupakan suatu plot dari kemajuan komulatif proyek sebagai sumbu vertical terhadap waktu sebagai sumbu horizontal. Kemajuan tersebut bias dinyatakan dalam term biaya, kuantitas pekerjaan yang dilaksanakan, jumlah jam kerja atau cara pengukuran lain. Jika uang merupakan cara pengukuran kemajuan tersebut, maka hal ini lazimnya dinyatakan dalam bentuk *cash-flow*, yakni plot dua grafik yang masing-masing menyatakan biaya yang dikeluarkan (*expenditures*) dan pendapatan.

(sumber: pengantar manajemen proyek, V. Christianto dan I Made iryana, 2002)