

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Definisi Irigasi**

Menurut Mawardi (2007:5), Irigasi adalah usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian.

Sedangkan berdasarkan PP No. 20 tahun 2006 tentang Irigasi, Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Irigasi berfungsi mendukung produktivitas usaha tani guna meningkatkan produksi pertanian dalam rangka ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani, yang diwujudkan melalui keberlanjutan sistem irigasi.

Adapun manfaat suatu sistem irigasi sebagai berikut :

1. Untuk membasahi tanah.  
Untuk membantu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang ataupun tidak menentu.
2. Untuk mengatur pembasahan tanah.  
Yang dimaksudkan agar daerah pertanian dapat diairi sepanjang waktu, baik pada musim kemarau maupun musim penghujan.
3. Untuk menyuburkan tanah.  
Yaitu dengan mengalirkan air yang mengandung lumpur pada daerah pertanian sehingga tanah dapat menerima unsur – unsur penyubur.
4. Untuk Kolmatase.  
Kolmatase yaitu meninggikan tanah yang rendah (rawa) dengan endapan lumpur yang dikandung oleh irigasi.
5. Untuk penggelontoran air di kota.  
Yaitu dengan menggunakan air irigasi, kotoran / sampah di kota digelontor ke tempat yang telah disediakan dan selanjutnya dibasmi secara alamiah.

## 6. Untuk daerah dingin

Pada daerah dingin, dengan mengalirkan air yang suhunya lebih tinggi dari pada tanah, dimungkinkan untuk mengadakan pertanian juga pada musim tersebut.

(*Irigasi dan Bangunan Air, Prof. Ir. Sidharta S.K. hal : 5*)

## 2.2 Sistem – sistem Irigasi

Menurut Sudjarwadi (1990), ditinjau dari proses penyediaan, pemberian, pengelolaan dan pengaturan air, sistem irigasi dapat dikelompokkan menjadi 4 adalah sebagai berikut :

### 1. Sistem Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation System*)

Irigasi permukaan merupakan metode pemberian air yang paling awal dikembangkan. Irigasi permukaan merupakan irigasi yang terluas cakupannya di seluruh dunia terutama di Asia. Sistem irigasi permukaan terjadi dengan menyebarkan air ke permukaan tanah dan membiarkan air meresap (infiltrasi) ke dalam tanah. Air dibawa dari sumber ke lahan melalui saluran terbuka baik dengan atau lining maupun melalui pipa dengan head rendah. Investasi yang diperlukan untuk mengembangkan irigasi permukaan relatif lebih kecil daripada irigasi curah maupun tetes kecuali bila diperlukan pembentukan lahan, seperti untuk membuat teras (Soemarto, 1999).

### 2. Sistem Irigasi Bawah Permukaan (*Sub Surface Irrigation System*)

Sistem irigasi bawah permukaan dapat dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah di bawah zona perakaran melalui sistem saluran terbuka ataupun dengan menggunakan pipa porus. Lugas tanah digerakkan oleh gaya kapiler menuju zona perakaran dan selanjutnya dimanfaatkan oleh tanaman.

### 3. Sistem irigasi dengan pancaran (*Sprinkle Irrigation*)

Irigasi curah atau siraman menggunakan tekanan untuk membentuk tetesan air yang mirip hujan ke permukaan lahan pertanian. Disamping untuk

memenuhi kebutuhan air tanaman. Sistem ini dapat pula digunakan untuk mencegah pembekuan, mengurangi erosi angin, memberikan pupuk dan lain-lain. Pada irigasi curah air dialirkan dari sumber melalui jaringan pipa yang disebut mainline dan sub-mainline dan ke beberapa lateral yang masing-masing mempunyai beberapa mata pencurah (*sprinkler*) (Prastowo, 1995).

#### 4. Sistem irigasi tetes (*Drip Irrigation*)

Irigasi tetes adalah suatu sistem pemberian air melalui pipa/ selang berlubang dengan menggunakan tekanan tertentu, dimana air yang keluar berupa tetesan-tetesan langsung pada daerah perakaran tanaman. Tujuan dari irigasi tetes adalah untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tanpa harus membasahi keseluruhan lahan, sehingga mereduksi kehilangan air akibat penguapan yang berlebihan, pemakaian air lebih efisien, mengurangi limpasan, serta menekan / mengurangi pertumbuhan gulma (*Hansen, 1986*).

### 2.3 Petak Ikhtisar

Petak – petak irigasi terdiri dari : Petak Tersier, Petak Sekunder, Petak Primer yang mana pada setiap Petak tersebut memiliki batasan luasan per Petak.

#### 2.3.1 Petak Tersier

Petak tersier merupakan kumpulan petak – petak irigasi yang mendapatkan air irigasi melalui saluran tersier yang sama. Petak ini menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap tersier yang menjadi tanggung jawab Dinas Pengairan, air kuarter melayani keperluan di sawah – sawah. Dalam petak tersier pembagian air, eksploitasi, dan pemeliharaan menjadi tanggung jawab para petani yang bersangkutan di bawah bimbingan pemerintah. Petak tersier sebaiknya mempunyai batas – batas lainnya. Ukuran petak tersier berpengaruh terhadap efisiensi pemberian air. Beberapa faktor lainnya yang berpengaruh dalam penentuan luas petak tersier antara lain jumlah petani, topografi, dan jenis tanaman.

Panjang saluran tersier sebaiknya dibuat maksimum 1500 m, tetapi pada kenyataannya kadang – kadang dibuat mencapai 2500 m. Panjang saluran kuarter sebaiknya di bawah 500 m, walaupun pada prakteknya kadang dibuat sampai 800 m. Luas petak tersier sangat tergantung bentuk lapangan dengan luas dengan luas maksimum 150 Ha. Petak tersier harus sedapat mungkin kelihatan bebas dan jarak yang terjauh dari bangunan sadap tidak lebih dari 3 km.

### **2.3.2 Petak Sekunder**

Menurut Direktorat Jendral Pengairan (1986) petak sekunder terdiri dari beberapa petak teriser yang semuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas – batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda topografi yang jelas misalnya saluran drainase (saluran pembuang). Luas petak sekunder dapat berbeda – beda tergantung pada kondisi topografi daerah yang bersangkutan. Saluran sekunder pada umumnya terletak pada punggung mengairi daerah di sisi kanan dan kiri saluran tersebut sampai saluran drainase yang membatasinya. Saluran sekunder juga dapat direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengalir lereng medan yang rendah.

### **2.3.3 Petak Primer**

Petak primer merupakan kumpulan - kumpulan petak – petak sekunder yang menerima air dari satu saluran induk (utama). Daerah sepanjang petak primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi, daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung.

*(Standar Perencanaan Irigasi KP 01, 1986)*

## **2.4 Bangunan Irigasi**

Bangunan irigasi dalam jaringan irigasi teknis mulai dari awal sampai akhir dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu :

1. Bangunan untuk pengambilan atau penyadapan, pengukuran dan pembagian air.
2. Bangunan pelengkap untuk mengatasi halangan / rintangan sepanjang saluran dan bangunan lain.

Bangunan yang termasuk dalam kelompok pertama antara lain yaitu:

1. Bangunan penyadap / pengambil pada saluran induk yang mempergunakan atau tidak bangunan bendung. Jika diperlukan pembendungan maka dibangun bangunan bendung dan jika tidak memerlukan pembendungan maka dapat dibangun bangunan bendung dan jika tidak memerlukan pembendungan maka dapat dibangun bangunan pengambilan bebas (free intake). Dari bangunan pengambilan, air disalurkan ke saluran primer, sekunder, tersier dan kuarter.
2. Bangunan penyadap yaitu bangunan untuk keperluan penyadapan air dari saluran primer ke saluran sekunder maupun dari saluran sekunder ke saluran tersier.
3. Bangunan pembagi untuk membagi – bagikan air dari satu saluran ke saluran – saluran yang lebih kecil.
4. Bangunan pengukur yaitu bangunan untuk mengukur banyaknya debit / air yang melalui saluran tersebut.

Bangunan yang termasuk kelompok kedua antara lain yaitu :

1. Bangunan pembilas untuk membilas endapan angkutan sedimen di kantong sedimen/ saluran induk.
2. Bangunan peluap / pelimpah samping yaitu untuk melimpahkan debit air yang kelebihan ke luar saluran.
3. Bangunan persilangan antara saluran dengan jalan, selokan, bukit dan sebagainya. Bangunan ini antara lain meliputi jembatan, sipon, gorong-gorong, talang, terowongan dan sebagainya.
4. Bangunan untuk mengurangi kemiringan dasar saluran yaitu bangunan terjun dan got miring.

5. Disamping itu terdapat bangunan pelengkap lainnya seperti bangunan cuci, minum hewan, dan sebagainya.

Bangunan ukur, disamping bangunan – bangunan tersebut di atas dalam daerah irigasi teknis terdapat bangunan ukur untuk mengukur banyaknya air yang mengalir. Macam bangunan ukur yaitu pelimpah dengan ambang lebar dan atau ambang tajam.

Jenis bangunan ukur debit saluran irigasi teknis yang biasa digunakan yaitu tipe Crump de Gruyter, Cipoletti, Romijin, Parshall, dan pintu sorong.

*(Desain Hidraulik Bangunan Irigasi, Prof. R. Drs. Erman Mawardi, Dipl. AIT, hal :10-11, 2007)*

## 2.5 Analisis Hidrologi dan Klimatologi

### 2.5.1 Melengkapi data curah hujan yang hilang

Menurut Bambang (2008), Di dalam pengukuran hujan sering dialami dua masalah. Permasalahan pertama adalah tidak tercatatnya data hujan karena rusaknya alat atau pengamat tidak mencatat data. Data yang hilang ini dapat diisi dengan nilai perkiraan. Masalah kedua adalah karena perubahan kondisi di lokasi pencatatan, seperti pemindahan atau perbaikan stasiun, perubahan prosedur pengukuran atau karena penyebab lain. Kedua masalah tersebut perlu diselesaikan dengan melakukan koreksi berdasarkan data dari beberapa stasiun di sekitarnya.

Ada beberapa metode perhitungan untuk mencari data curah hujan yang hilang diantaranya dengan menggunakan Metode perbandingan normal (*normal ratio method*).

Data yang hilang diperkirakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{px}{Nx} = \frac{1}{n} \left( \frac{p1}{N1} + \frac{p2}{N2} + \frac{p3}{N3} + \dots + \frac{pn}{Nn} \right) \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan :

$px$  = hujan yang hilang di stasiun  $x$

$p1, p2, \dots, pn$  = data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama

- $N_x$  = hujan tahunan di stasiun x  
 $N_1, N_2, \dots, N_n$  = hujan tahunan di stasiun sekitar x  
 $n$  = jumlah stasiun hujan di sekitar x

(Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, hal : 39-40, 2008)

Menurut Moch. Absor (2008), Jika nilai standar deviasinya dari tempat pengamatan yang datanya hilang tersebut ( $<10\%$ ), maka perkiraan data yang tersebut dapat diambil dari rata-rata stasiun yang mengelilingi dengan bulan dan tahun yang sama. Tetapi seandainya nilai standar deviasinya ( $>10\%$ ) maka hitungan berdasarkan perbandingan biasa :

$$\frac{px}{Nx} = \frac{1}{(n-1)} \left( \frac{R \times ra}{Ra} + \frac{R \times rb}{Rb} + \frac{R \times rc}{Rc} \right) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

- $R$  = Curah hujan rata – rata setahun ditempat pengamatan R yang datanya harus dilengkapi.  
 $ra,rb,rc$  = Curah hujan di tempat pengamatan  $R_a, R_b, R_c$  (pada bulan dan tahun yang sama).  
 $R_a, R_b, R_c$  = Curah hujan rata–rata selama setahun Pengamatan di Sta A,B,C  
 $n$  = Jumlah Seluruh stasiun pengamat yang dipakai.

### 2.5.2 Analisis massa ganda

Perubahan dalam lokasi pengukuran, pemaparan, instrumentasi, dan pengamatannya dapat menyebabkan suatu perubahan relatif dalam penangkapan hujan. Analisis massa ganda ( *double-mass analysis* ) digunakan untuk menguji konsistensi hasil – hasil pengukuran pada suatu stasiun dan membandingkan akumulasi hujan tahunan atau musimannya dengan nilai akumulasi hujan rata – rata yang bersamaan untuk suatu kumpulan stasiun di sekitarnya. Analisa massa ganda dapat dilakukan dengan menggunakan komputer.

(Hidrologi untuk Insinyur, Ir.Yandi Hermawan, hal: 66, 1996)

### 2.5.3 Curah hujan efektif

Yang dimaksud dengan curah hujan efektif adalah besaran curah hujan yang diperhitungkan dalam penyediaan air dilapangan yang berasal dari air hujan datanya diambil dari data curah hujan dengan jumlah pengamatan tertentu (minimal 10 tahun) yang telah dilengkapi dan disusun sesuai dengan urutan rangking dan mempunyai resiko kegagalan tertentu, untuk penentuannya di pakai persamaan :

$$M = n/5 + 1 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

- n = Jumlah tahun pengamatan
- m = Urutan curah hujan efektif dari yang terendah

(Hidrologi Untuk Pengairan Ir. Suyono Sosrodarsono, hal : 27, 2003)

#### 2.5.3.1 Metode rerata aritmatik (aljabar)

Metode ini adalah paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik apabila :

- a. Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS,
- b. Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

Hujan rerata pada seluruh DAS diberikan oleh bentuk berikut :

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n} \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan :

- p = hujan rerata kawasan
- $p_1, p_2, \dots, p_n$  = hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n
- n = jumlah stasiun

#### 2.5.4 Debit andalan

Debit andalan adalah perhitungan kemampuan air yang ada untuk mengairi lahan pertanian yang tersedia. Setelah air tersebut terdeteksi, maka langkah selanjutnya adalah meneliti kualitas air irigasi yang tersedia dan dilanjutkan dengan perhitungan debit (Water Availability) dengan menggunakan rumus rasional, dimana dipengaruhi koefisien pengaliran. Luas daerah dan intensitas curah hujan bulanan sangat berperan kecil.

Beberapa parameter hidrologi yang diperhitungkan adalah intensitas hujan, durasi hujan, frekuensi hujan, luas DAS, abstraksi (kehilangan air akibat evaporasi, intersepsi, infiltrasi, tampungan permukaan) dan konsentrasi aliran. Metode rasional didasarkan pada persamaan berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$Q$  = Debit ( $m^3/det$ )

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = Luas daerah tangkapan ( $km^2$ )

$C$  = Koefisien pengaliran

(Hidrologi Terapan, Prof. Dr .Bambang Triatmodjo, hal : 144-145, 2008)

**Tabel 2.1 Koefisien Pengaliran**

| No | Kondisi daerah pengaliran dan sungai                                          | Koefisien Pengaliran (C) |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1  | Daerah Pegunungan yang curam                                                  | 0,75 – 0,90              |
| 2  | Daerah Pengunungan Tersier                                                    | 0,75 – 0,80              |
| 3  | Tanah Bergelombang dan Hutan                                                  | 0,50 – 0,75              |
| 4  | Tanah dataran yang ditanami                                                   | 0,45 – 0,60              |
| 5  | Persawahan yang dialiri                                                       | 0,70 – 0,80              |
| 6  | Sungai yang di daerah pegunungan                                              | 0,75 – 0,85              |
| 7  | Sungai kecil yang di dataran                                                  | 0,45 – 0,75              |
| 8  | Sungai besar lebih besar dari setengah daerah pengaliran terdiri dari tanaman | 0,50 – 0,75              |

(Hidrologi Untuk Pengaliran, Ir. Suyono Sosrodarsono, hal : 145, 2003)

Perhitungan tersebut dengan mengambil data  $Re_{eff}$  bulanan rata-rata DAS yang bersangkutan. Berdasarkan data curah hujan tiap bulan kita cari terlebih dahulu intensitas curah hujan sesuai dengan curah hujan yang terjadi pada bulan yang bersangkutan.

$$I = \frac{Re_{eff}}{\text{jumlah pada bulan yang bersangkutan} \times 24 \text{ jam}} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

$I$  = Intensitas curah hujan efektif rata-rata (mm/jam)

$Re_{eff}$  = Besarnya curah hujan efektif rata-rata (mm/jam)

Dengan diketahuinya debit andalan maka data tersebut sekaligus dibuat sebagai kontrol kemampuan pengaliran terhadap daerah irigasi dari sebuah sungai. (*Hidrologi Untuk Pengaliran, Ir. Suyono Sosrodarsono, hal : 145, 2003*)

### 2.5.5 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah evaporasi dari permukaan lahan yang ditumbuhi tanaman. Berkaitan dengan tanaman, evapotranspirasi adalah sama dengan kebutuhan air konsumtif yang didefinisikan sebagai penguapan total dari lahan dan air yang diperlukan oleh tanaman. Dalam praktek hitungan evaporasi dan transpirasi dilakukan secara bersama – sama (Bambang, 2008).

Laju evapotranspirasi ini dinyatakan dengan banyaknya uap air yang hilang oleh proses evapotranspirasi dari suatu daerah tiap satuan luas dalam satuan waktu. Ini dapat pula dinyatakan sebagai volume air cair yang hilang oleh proses evapotranspirasi dari daerah hasil tadi dalam satuan waktu yang setara dengan tinggi atau tebal air cair yang hilang tiap satuan waktu dari daerah yang ditinjau.

Dengan metode pendekatan dapat mengetahui besarnya evapotranspirasi, sehingga menggunakan metode Pan Man sebagai berikut :

$$E_t = (\Delta H + 0,27.E_a) / (\Delta + 0,27) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

$E_t$  = Evapotranspirasi ( mm/ hari)

$H$  =  $R_a (1 - r)(0,180 + 0,55n/N) - \sigma T_a^4 (0,56 - 0,92\sqrt{e.d})(0,10 + 0,90 n/N)$

$R_a$  = Radiasi extraterensial bulanan rata – rata (mm/hari)

$r$  = Koefisien Refleksi pada permukaan (%)

$n/N$  = Presentase penyinaran matahari

$\sigma$  = Konstanta Bolzman ( mm air/hari/°K)

$\sigma T_a^4$  = Koefisien bergantung dari temperatur (mm/ hari)

$E_a$  = Evapotranspirasi dalam mm/hari

**Tabel 2.2 Nilai  $R_a$**

| Bulan     | 10° Lintang Utara | 0°    | 10° Lintang Selatan |
|-----------|-------------------|-------|---------------------|
| Januari   | 12,80             | 14,50 | 15,80               |
| Februari  | 13,90             | 15,00 | 15,70               |
| Maret     | 14,80             | 15,20 | 15,10               |
| April     | 15,20             | 14,70 | 13,80               |
| Mei       | 15,00             | 13,90 | 12,40               |
| Juni      | 14,80             | 13,40 | 11,60               |
| Juli      | 14,80             | 13,50 | 11,90               |
| Agustus   | 15,00             | 14,20 | 13,00               |
| September | 14,90             | 14,90 | 14,40               |
| Oktober   | 14,10             | 15,00 | 15,30               |
| November  | 13,10             | 14,60 | 15,70               |
| Desember  | 12,40             | 14,30 | 15,80               |

(Sumber : Direktorat jendral pengairan, Departemen Pekerjaan Umum, 1986)

**Tabel 2.3 Faktor Koreksi Penyinaran di Utara**

| Utara | Jan  | Feb  | Mar  | Apr  | Mei  | Jun  | Jul  | Agt  | Sep  | Okt  | Nov  | Des  |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0     | 1,04 | 0,94 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 |
| 5     | 1,02 | 0,93 | 1,03 | 1,02 | 1,06 | 1,03 | 1,06 | 1,05 | 1,01 | 1,03 | 0,99 | 1,02 |
| 10    | 1,00 | 0,91 | 1,03 | 1,03 | 1,08 | 1,06 | 1,08 | 1,07 | 1,02 | 1,02 | 0,98 | 0,99 |
| 15    | 0,97 | 0,01 | 1,03 | 1,04 | 1,22 | 1,08 | 1,12 | 1,08 | 1,02 | 1,01 | 0,95 | 0,97 |
| 20    | 0,95 | 0,90 | 1,03 | 1,05 | 1,12 | 1,11 | 1,14 | 1,11 | 1,02 | 1,00 | 0,93 | 0,94 |

(Sumber : Hidrologi perencanaan bangunan air, 1980)

**Tabel 2.4 Faktor Koreksi Penyinaran di Selatan**

| Sltn | Jan  | Feb  | Mar  | Apr  | Mei  | Jun  | Jul  | Agt  | Sep  | Okt  | Nov  | Des  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0    | 1,04 | 0,94 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 |
| 5    | 1,06 | 0,95 | 1,04 | 1,00 | 1,02 | 0,99 | 1,02 | 1,03 | 1,00 | 1,05 | 1,03 | 1,06 |
| 10   | 1,08 | 0,97 | 1,05 | 0,99 | 1,01 | 0,96 | 1,00 | 1,01 | 1,00 | 1,06 | 1,05 | 1,10 |
| 15   | 1,12 | 0,98 | 1,05 | 0,98 | 0,98 | 0,94 | 0,97 | 1,00 | 1,00 | 1,07 | 1,07 | 1,12 |
| 20   | 1,14 | 1,00 | 1,05 | 0,97 | 0,96 | 0,91 | 0,95 | 0,99 | 1,00 | 1,08 | 1,09 | 1,15 |

(Sumber : Hidrologi perencanaan bangunan air, 1980)

**Tabel 2.5 Konstanta Bolsman /  $\sigma T_a^4$** 

| Temperatur (° C) | Temperatur (°K) | $\sigma T_a^4$ (mm air / hari) |
|------------------|-----------------|--------------------------------|
| 0                | 273             | 11,2                           |
| 5                | 278             | 12,06                          |
| 10               | 283             | 12,96                          |
| 15               | 288             | 13,89                          |
| 20               | 293             | 14,88                          |
| 25               | 298             | 15,92                          |
| 30               | 303             | 17,02                          |
| 35               | 308             | 18,17                          |
| 40               | 313             | 19,38                          |

(Sumber : Hidrologi perencanaan bangunan air, 1980)

**Tabel 2.6 Nilai  $\Delta/\gamma$  untuk suhu – suhu yang berlainan**

| T  | $\Delta/\gamma$ | T  | $\Delta/\gamma$ | T  | $\Delta/\gamma$ |
|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|
| 10 | 1,23            | 20 | 2,14            | 30 | 3,57            |
| 11 | 1,3             | 21 | 2,26            | 41 | 3,75            |
| 12 | 1,38            | 22 | 2,38            | 42 | 3,93            |
| 13 | 1,46            | 23 | 2,51            | 43 | 4,12            |
| 14 | 1,55            | 24 | 2,63            | 44 | 4,32            |
| 15 | 1,64            | 25 | 2,78            | 45 | 4,53            |
| 16 | 1,73            | 26 | 2,92            | 46 | 4,75            |
| 17 | 1,82            | 27 | 3,08            | 47 | 4,97            |

|    |      |    |      |    |      |
|----|------|----|------|----|------|
| 18 | 1,93 | 28 | 3,23 | 48 | 5,20 |
| 19 | 2,03 | 29 | 3,40 | 49 | 5,45 |
| 20 | 2,14 | 30 | 3,57 | 50 | 5,70 |

$\gamma = 0,49$  ( t dalam °C dan e dalam mm Hg )

(Sumber : Hidrologi perencanaan bangunan air, 1980)

**Tabel 2.7 Tekanan Uap Udara Dalam Keadaan Jenuh/ea (mm/Hg)**

| Temp (°C) | 0,0   | 0,2   | 0,4   | 0,6   | 0,8   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24        | 22,27 | 22,63 | 22,91 | 23,19 | 23,45 |
| 25        | 23,73 | 24,03 | 24,35 | 24,64 | 24,94 |
| 26        | 25,31 | 25,60 | 25,84 | 26,18 | 26,46 |
| 27        | 26,74 | 27,05 | 27,37 | 27,69 | 28,00 |
| 28        | 28,32 | 28,66 | 29,00 | 29,34 | 29,68 |

(Sumber : Suharjono, 1989)

**Tabel 2.8 Kecepatan Angin**

| m/ det | Knot  | Km/jam | Ft/sec | Mil/hr |
|--------|-------|--------|--------|--------|
| 1      | 1,944 | 3,6    | 32,81  | 2,237  |
| 0,514  | 1     | 1,852  | 1,688  | 1,151  |
| 0,278  | 0,54  | 1      | 0,911  | 0,621  |
| 0,305  | 0,592 | 1,097  | 1      | 0,682  |
| 0,445  | 0,869 | 1,609  | 1,467  | 1      |

(Sumber : Hidrologi perencanaan bangunan air, 1980)

## 2.6 Pola Tanam

Menurut Purba (2008), Pola tanam merupakan suatu urutan tanam pada sebidang lahan dalam satu tahun, termasuk didalamnya masa pengolahan tanah. Pelaksanaan pola tanam dari suatu daerah irigasi teknis dalam satu tahun, biasanya dilaksanakan berdasarkan Surat Keputusan Kepala Daerah setempat. Disamping pertimbangan untuk mendukung kebijakan pangan nasional,

penentuan pola tanam tersebut juga dibuat berdasarkan faktor ketersediaan air dan aspirasi petani.

### 2.6.1 Kebutuhan air irigasi

Kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanah, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irigasi, sistem golongan, jadwal tanam dan lain – lain. Berbagai kondisi lapangan yang berhubungan dengan kebutuhan air untuk pertanian bervariasi terhadap waktu dan ruang seperti dinyatakan dalam faktor – faktor berikut ini.

1. Jenis dan varitas tanaman yang ditanami.
2. Variasi koefisien tanaman, tergantung pada jenis dan tahap pertumbuhan dari tanaman.
3. Kapan dimulainya persiapan pengolahan lahan (golongan).
4. Jadwal tanam yang dipakai oleh petani, termasuk di dalamnya pasok air sehubungan dengan persiapan lahan, pembibitan, dan pemupukan.
5. Status sistem irigasi dan efisiensi irigasinya.
6. Jenis tanah dan faktor agro-klimatologi.

Kebutuhan air irigasi dihitung dengan persamaan :

$$KAI = \frac{(Etc+IR+WLR+P-Re)}{IE} \times A \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan :

- |     |   |                                                     |
|-----|---|-----------------------------------------------------|
| KAI | = | kebutuhan air irigasi (l/dt)                        |
| Etc | = | kebutuhan air konsumtif (mm/hari)                   |
| IR  | = | kebutuhan air irigasi tingkat persawahan (mm/hari)  |
| WLR | = | kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (mm/hari) |
| P   | = | Perkolasi (mm/hari)                                 |
| Re  | = | Hujan efektif (mm/hari)                             |
| IE  | = | efisiensi irigasi (%)                               |
| A   | = | luas areal irigasi (ha)                             |

a. Kebutuhan air konsumtif

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

$$E_{tc} = E_{to} \times kc \dots\dots\dots(2.9)$$

dengan :

$E_{tc}$  = kebutuhan air konsumtif (mm/hari)

$E_{to}$  = evapotranspirasi (mm/hari)

$Kc$  = koefisien tanam.

**Tabel 2.9 Koefisien Tanaman (Kc) Padi Menurut Nedeco/Prosida dan FAO**

| Bulan | Nedeco/Prosida |                 | FAO            |                 |
|-------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|       | Varietas biasa | Varietas unggul | Varietas biasa | Varietas unggul |
| 1     | 1,20           | 1,20            | 1,10           | 1,10            |
| 2     | 1,20           | 1,27            | 1,10           | 1,10            |
| 3     | 1,32           | 1,33            | 1,10           | 1,05            |
| 4     | 1,40           | 1,30            | 1,10           | 1,05            |
| 5     | 1,35           | 1,30            | 1,10           | 0,95            |
| 6     | 1,24           | 0               | 1,05           | 0               |
| 7     | 1,12           |                 | 0,95           |                 |
| 8     | 0              |                 | 0              |                 |

(Sumber : Irigasi dan Bangunan Air, Prof. Ir. Sidharta S.K.hal : 44)

b. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan

Kebutuhan air selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra ( Standard Perencanaan Irigasi KP-01, 1986), yaitu persamaan sebagai berikut :

$$IR = M \left( \frac{e^k}{e^k - 1} \right) \dots\dots\dots(2.10)$$

dengan :

$IR$  = kebutuhan air irigasi tingkat persawahan (mm/hari)

$M$  = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan :  $E_o + P$  (mm/hari)

$P$  = perkolasi

$E_o$  = evaporasi air terbuka (mm/hari)

$K$  =  $M (T/S)$

$T$  = Jangka waktu pengolaan (hari)

$S$  = Kebutuhan air untuk penjenuhan (mm)

$e$  = koefisien

c. Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (WLR)

Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air ditetapkan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi 1986, KP-01. Besar kebutuhan air untuk penggantian lapisan air adalah 50 mm/bulan (atau 3,3 mm / hari selama setengah bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

d. Perkolasi

Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat tanah, dan sifat tanah umumnya tergantung pada kegiatan pemanfaatan lahan atau pengelolaan tanah berkisar 1 – 3 mm/hari. Pada tanah – tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Untuk menentukan laju perkolasi, perlu diperhitungkan tinggi muka air tanahnya. Sedangkan rembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah.

**Tabel 2.10 Perlokasi per Bulan**

| Perkolasi (mm/hari) | 28 hari | 30 hari | 31 hari |
|---------------------|---------|---------|---------|
| 0                   | 0       | 0       | 0       |
| 6                   | 168     | 180     | 186     |
| 5                   | 140     | 150     | 155     |
| 4                   | 112     | 120     | 124     |
| 2                   | 56      | 60      | 62      |
| 0                   | 0       | 0       | 0       |

(Sumber : Standar Perencanaan irigasi KP- 01,1986)

*e. Efisiensi Irigasi*

Efisiensi irigasi merupakan faktor penentu utama dari unjuk kerja suatu sistem jaringan irigasi. Efisiensi irigasi terdiri atas efisien pengaliran yang pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisien di jaringan sekunder (dari bangunan pembagi sampai petak sawah). Efisiensi irigasi didasarkan asumsi bahwa sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik di saluran maupun di petak sawah.

*(Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, hal : 318 - 322, 2008)*

## 2.6.2 Menentukan dimensi saluran

Menurut Sidharta (1997), Untuk pengaliran air irigasi, saluran berpenampang trapesium adalah bangunan pembawa yang paling umum dipakai dan ekonomis. 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.

Untuk perencanaan ruas, aliran saluran dianggap sebagai aliran tetap dan untuk itu ditetapkan rumus Strickler :

$$V = K \times R^{2/3} \times I^{1/2} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$R = A/P$$

$$A = (b + mh) \times h$$

$$AP = \left( b + 2h\sqrt{1 + m^2} \right)$$

$$Q = V \times A$$

$$b = n \times h$$

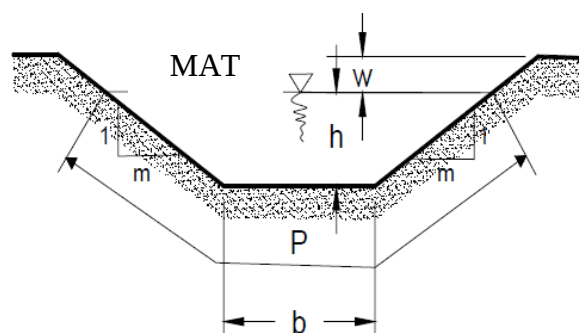
Dimana:

$$Q = \text{Debit Saluran (m}^3/\text{det)}$$

$$V = \text{Kecepatan Aliran (m/dt)}$$

$$A = \text{Potongan melintang aliran (m}^2\text{)}$$

- $R$  = Jari-jari Hidrolis (m)  
 $P$  = Keliling basah (m)  
 $b$  = Lebar dasar saluran (m)  
 $h$  = tinggi air (m)  
 $m$  = kemiringan talud (1 vertikal : m horizontal)  
 $K$  = Koefisien kekasaran Strickler ( $m^{1/3}/dt$ )  
 $I$  = Kemiringan Saluran



**Gambar 2.1 Parameter Potongan Melintang**

(Standar Perencanaan irigasi KP- 03,1986)

**Tabel 2.11 Pedoman Menentukan Dimensi Saluran Irigasi**

| Debit ( $m^3/dt$ ) | $b:h$ | Kec. Air untuk tanah lempung biasa (V) ( $m/dt$ ) | Serong talud untuk tanah lempung biasa 1 : m | ket                              |
|--------------------|-------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|
| 0,00 - 0,15        | ---   | Min 0,25                                          | 1 : 1                                        |                                  |
| 0,05 - 0,15        | 1     | 0,25 - 0,30                                       | 1 : 1                                        |                                  |
| 0,15 - 0,30        | 1     | 0,30 - 0,35                                       | 1 : 1                                        |                                  |
| 0,30 - 0,40        | 1,5   | 0,35 - 0,40                                       | 1 : 1                                        |                                  |
| 0,40 - 0,50        | 1,5   | 0,40 - 0,45                                       | 1 : 1                                        |                                  |
| 0,50 - 0,75        | 2     | 0,45 - 0,50                                       | 1 : 1                                        |                                  |
| 0,75 - 1,50        | 2     | 0,50 - 0,55                                       | 1 : 1                                        | $b \text{ min } 0,30 \text{ cm}$ |
| 1,50 - 3,00        | 2,5   | 0,55 - 0,60                                       | 1 : 1,5                                      |                                  |
| 3,00 - 4,50        | 3     | 0,60 - 0,65                                       | 1 : 1,5                                      |                                  |
| 4,50 - 6,00        | 3,50  | 0,65 - 0,70                                       | 1 : 1,5                                      |                                  |
| 6,00 - 7,50        | 4     | 0,70                                              | 1 : 1,5                                      |                                  |
| 7,50 - 9,00        | 4,5   | 0,70                                              | 1 : 1,5                                      |                                  |
| 9,00 - 11,00       | 5     | 0,70                                              | 1 : 1,5                                      |                                  |
| 11,00 - 15,00      | 6     | 0,70                                              | 1 : 1,5                                      |                                  |
| 15,00 - 25,00      | 8     | 0,70                                              | 1 : 2                                        |                                  |

(Irigasi dan Bangunan Air, Prof. Ir. Sidharta S.K. hal : 63 - 66)

**Tabel 2.12 Koefisien Kekasaran Saluran**

| Debit rencana (m <sup>3</sup> /dt) | K (Strickler) |
|------------------------------------|---------------|
| $Q > 10$                           | 45            |
| $5 < Q < 10$                       | 42,5          |
| $1 < Q < 5$                        | 40            |
| $Q < 1$ dan saluran tersier        | 35            |

(Sumber : Standar Perencanaan irigasi KP-03,1986)

**Tabel 2.13 Tinggi Jagaan Berdasarkan Saluran dan Debit yang Mengalir**

| Jenis saluran              | Debit air (m <sup>3</sup> /dt) | b/h       | Jagaan (W) (m) | Lebar Tanggul       |                    |
|----------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|---------------------|--------------------|
|                            |                                |           |                | Tanpa jalan injeksi | Dengan jln injeksi |
| Tersier                    | < 0,5                          | 1         | 0,3            | 0,75                | ---                |
| Sekunder                   | < 0,5                          | 1 - 2     | 0,4            | 1,50                | 4,5                |
| Saluran utama dan sekunder | 0,50 - 1                       | 2,0 - 2,5 | 0,50           | 1,50 - 2,0          | 5,50               |
|                            | 1 - 2                          | 2,5 - 3,0 | 0,60           | 1,50 - 2,0          | 5,50               |
|                            | 2 - 3                          | 3,0 - 3,5 | 0,60           | 1,50 - 2,0          | 5,50               |
|                            | 3 - 4                          | 3,5 - 4,0 | 0,60           | 1,50 - 2,0          | 5,50               |
|                            | 4 - 5                          | 4,0 - 4,5 | 0,60           | 1,50 - 2,0          | 5,50               |
|                            | 5 - 10                         | 4,5 - 5,0 | 0,60           | 2,00                | 5,50               |
|                            | 10 - 25                        | 6,0 - 7,0 | 0,75 - 1,0     | 2,00                | 5,00               |
|                            |                                |           |                |                     |                    |

(Sumber : Direktorat jendral pengairan, Departemen Pekerjaan Umum, 1986)

**Tabel 2.14 Kemiringan Minimum Talut Untuk Berbagai Bahan Tanah**

| Bahan Tanah                            | Simbol     | Kisaran Kemiringan |
|----------------------------------------|------------|--------------------|
| Batu                                   |            | < 0,25             |
| Gambut Kenyal                          | Pt         | 1 - 2              |
| Lempung Kenyal                         | CL, CH, MH | 1 - 2              |
| Lempung Pasiran, tanah pasiran kohesif | SC, SM     | 1,5 - 2,5          |
| Pasir Lanauan                          | SM         | 2 - 3              |
| Gambut Lunak                           | Pt         | 3 - 4              |

(Standar : Standar Perencanaan Irigasi KP- 03, 1986)

**Tabel 2.15 Kemiringan Minimum Talut Untuk Saluran Timbunan yang Dipadatkan dengan Baik.**

| Kedalaman air + Tinggian Jagaan D<br>(m) | Kemiringan Minimum Talut |
|------------------------------------------|--------------------------|
| $D \leq 1,0$                             | 1 : 1                    |
| $1,0 \leq D \leq 2,0$                    | 1 : 1,5                  |
| $D > 2,0$                                | 1 : 2                    |

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP- 03, 1986)

### 2.6.3 Menentukan tinggi muka air saluran

Dalam menentukan tinggi muka air di saluran diambil dari tinggi air tergenang disawah yang tertinggal. Sedangkan untuk menentukan tinggi muka air dekat pintu ukur sebelah hilir yaitu tinggi kontur pada sawah tertinggi ditambah 0,15 m. Ditambah selisih ketelitian karena akibat kemiringan saluran. Ketinggian akibat tekanan alat ukur. Adapun gunanya ditentukan tinggi muka air saluran yang direncanakan dan data bangunan pelengkap lainnya yang dapat mempengaruhi hilangnya tekanan.

#### 2.6.3.1 Bangunan bagi dan bangunan sadap

Bangunan bagi dilengkapi dengan pintu dan alat ukur. Waktu debit kecil muka air akan turun. Pintu diperlukan untuk menaikkan kembali muka air sampai batas yang diperlukan, supaya pemberian air ke cabang saluran sekunder dapat dilakukan. Pada cabang saluran dibuat alat ukur guna mengukur debit yang akan dialirkan melalui saluran yang bersangkutan sesuai dengan kebutuhan air disawah yang akan dialiri.

(Irigasi dan Bangunan Air, Prof. Ir. Sidharta S.K. hal : 72 - 88)

#### 2.6.3.2 Pintu air romijn

Bangunan ukur debit tipe romijn adalah suatu alat pengukur debit berambang lebar yang dapat digerakkan naik – turun untuk mengatur taraf muka

air. Agar dapat bergerak mercunya dibuat dari plat baja yang dihubungkan dengan alat pengangkat.

Berikut rumus debit pengalirannya :

$$Q = m b^{\frac{2}{3}} h \sqrt{2g \frac{1}{3} h} \dots\dots\dots(2.13)$$

Atau

$$Q = 1,71 m b h^{3/2} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

Q = debit (m<sup>3</sup>/dt)

b = lebar pintu (m)

h = tinggi air diatas ambang (m)

g = percepatan gravitasi = 9,8 m/det<sup>3</sup>

Koefisien pengaliran (m) pada rumus di atas untuk mercu lebar mempunyai nilai < 1 .

Untuk panjang ambang datar (L) = 3 x tinggi muka air di udik ambang maka koefisien pengaliran (m) berkisar 0,97 – 0,98. Dan bila panjang ambang datar, L, sama dengan tinggi muka air di udik ambang, koefisien pengaliran berkisar 0,98 – 1,01.

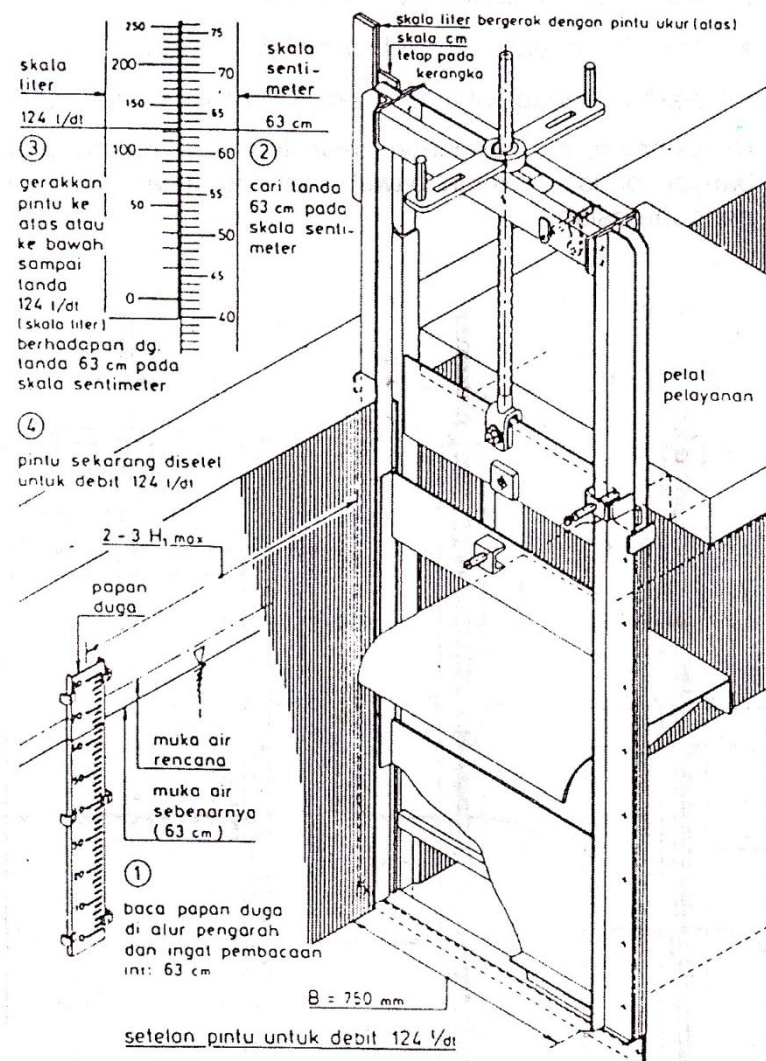
Berdasarkan percobaan pengaliran dengan tinggi muka air di udik ambang antara 0,06 m dan 0,30 m koefisien pengaliran (m) dapat disamakan dengan 1, dengan kesalahan lebih kurang 3%.

Tinggi air yang mengalir diatas ambang tergantung dengan tinggi tekan yang tersedia dan kedalaman air di saluran udiknya. Oleh karena itu diusahakan adanya kelebihan tinggi tekanan untuk menghindari hal – hal yang tidak terduga yang dapat mempengaruhi hal – hal yang dapat mempengaruhi tinggi air di hilir ambang.

**Tabel 2.16 Dimensi Standar Bangunan Ukur Tipe Romijn**

| Tipe | Lebar (m) | H1 (m) | Debit Max (l/det) | Kehilangan Energi (z) | Tinggi meja (m) |
|------|-----------|--------|-------------------|-----------------------|-----------------|
| I    | 0,50      | 0,33   | 160               | 0,08                  | 0,48 + V        |
| II   | 0,50      | 0,50   | 300               | 0,11                  | 0,65 + V        |
| III  | 0,75      | 0,50   | 450               | 0,11                  | 0,65 + V        |
| IV   | 1,00      | 0,50   | 600               | 0,11                  | 0,65 + V        |
| V    | 1,25      | 0,50   | 750               | 0,11                  | 0,65 + V        |
| VI   | 1,50      | 0,50   | 900               | 0,11                  | 0,65 + V        |

(Desain Hidraulik Bangunan Irigasi, Prof. R. Drs. Erman Mawardi, Dipl. AIT, hal :89, 2007)

**Gambar 2.2 Contoh Pintu Romijn**

## **2.7 Pengelolaan Proyek**

### **2.7.1 Rencana kerja dan syarat – syarat**

Menurut Ottohyat (2013), Rencana Kerja dan Syarat – syarat (RKS) merupakan sebuah buku yang berisi tentang syarat – syarat administrasi berupa instruksi kepada penyedia jasa dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1 Instruksi ini berisi informasi yang diperlukan oleh pelaksana kontraktor untuk menyiapkan penawarannya sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh pengguna jasa. Informasi tersebut berkaitan dengan penyusunan, penyampaian, pembukaan, evaluasi penawaran dan penunjukkan penyedia jasa.
- 2 Hal – hal berkaitan dengan pelaksanaan kontrak oleh penyedia jasa, termasuk hak, kewajiban, dan resiko dimuat dalam syarat – syarat umum kontrak. Apabila terjadi perbedaan penafsiran atau pengaturan pada dokumen lelang, penyedia jasa harus mempelajari dengan seksama untuk menghindari pertentangan pengertian.
- 3 Data proyek memuat ketentuan, informasi tambahan, atau perubahan atas instruksi kepada pelaksana – kontraktor sesuai dengan kebutuhan paket pekerjaan yang akan dikerjakan.

### **2.7.2 Rencana anggaran biaya**

Rencana anggaran biaya (*Begrooting*) suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda – beda di masing – masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga upah dan tenaga kerja.

Dalam menyusun rencana anggaran biaya dapat dilakukan dengan 2 cara sebagai berikut :

1. Rencana anggaran biaya kasar (taksiran)

Sebagai pedoman dalam menyusun rencana anggaran biaya kasar digunakan harga satuan tiap persegi ( $m^2$ ) luas lantai. Rencana anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap rencana anggaran biaya yang dihitung secara teliti. Walaupun rencana anggaran biaya kasar, namun harga satuan tiap  $m^2$  tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.

2. Rencana Anggaran Biaya Teliti

Rencana anggaran biaya teliti adalah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya.

Sedangkan penyusunan anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh :

1. Rencana kerja dan syarat- syarat
2. Gambar
3. Harga satuan dan upah.

(*Rencana dan Estimate Real of Cost*, h. Bachtiar Ibrahim, hal : 3-4, 1993)

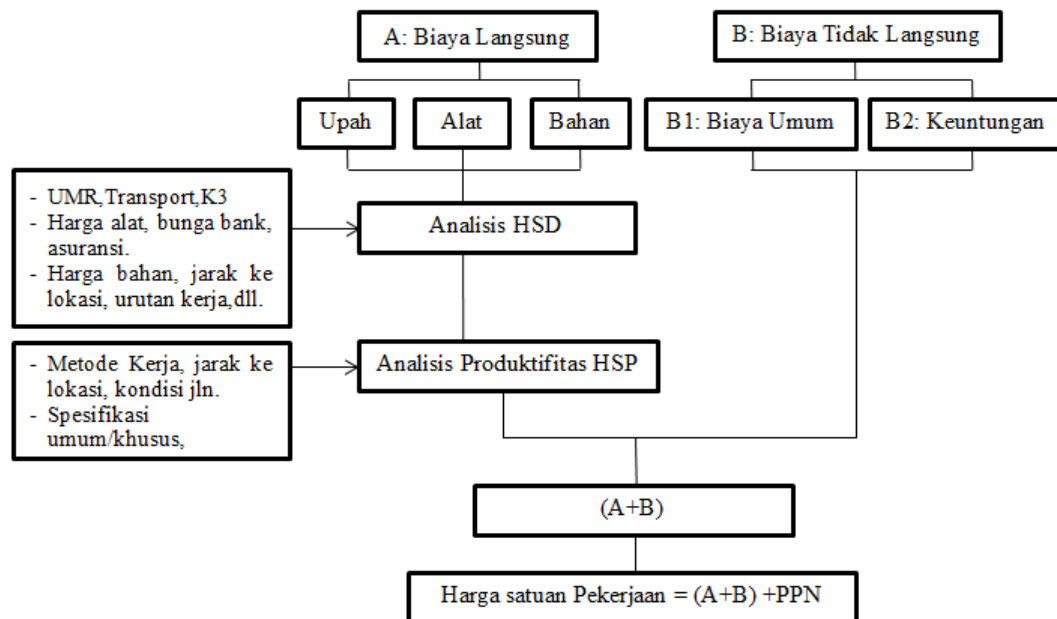
#### 2.7.2.1 Kegunaan dan struktur analisis harga satuan

Analisis ini digunakan sebagai suatu dasar untuk menyusun perhitungan Harga Satuan Perkiraan (HSP) atau *owner's estimate* (OE) dan harga perkiraan perencana (HPP) atau *engineering's estimate* (EE) yng di tuangkan sebagai mata pembayaran suatu pekerjaan. Analisis harga satuan dapat diproses secara manual atau menggunakan perangkat lunak. Analisis HSP ini adalah sebagai bagian dari dokumen kontrak harga satuan , dan harus disertakan dengan rinciannya sebagai lampiran yang tidak terpisahkan, serta sebagai alat untuk menilai kewajaran penawaran. Nilai total Harga Perkiraan Sementara bersifat terbuka dan tidak rahasia, serta digunakan untuk menetapkan besaran nilai tertinggi penawaran yang sah.

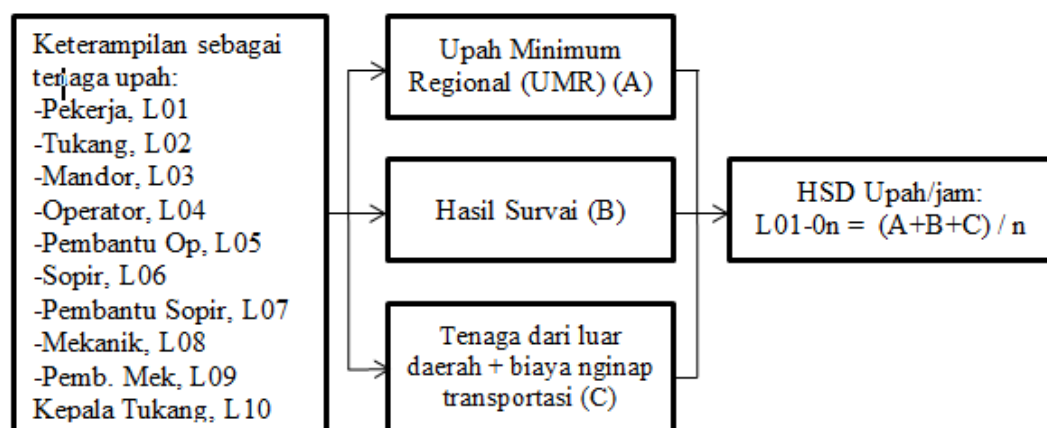
Penyusunan analisis AHSP-SNI 2012 ini menggunakan berbagai referensi yang diacu meliputi SNI terkait, analisis upah dan bahan BOW, Bappenas, dan

pengalaman pelaksanaan pekerjaan di lapangan baik yang secara manual ataupun dengan penggunaan peralatan mekanis.

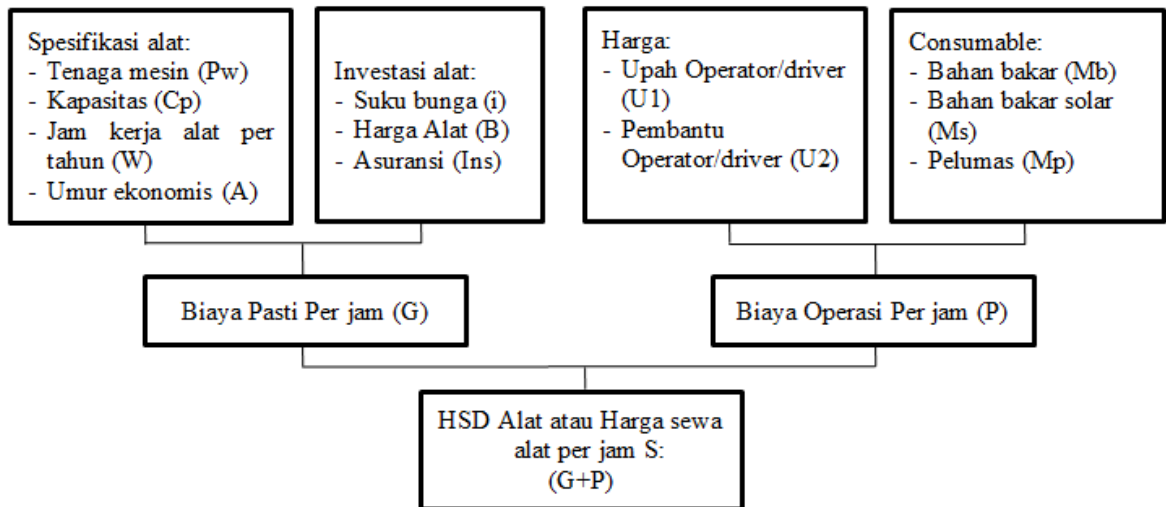
Berikut struktur Harga Satuan Dasar pekerjaan, tenaga kerja, alat, dan bahan :



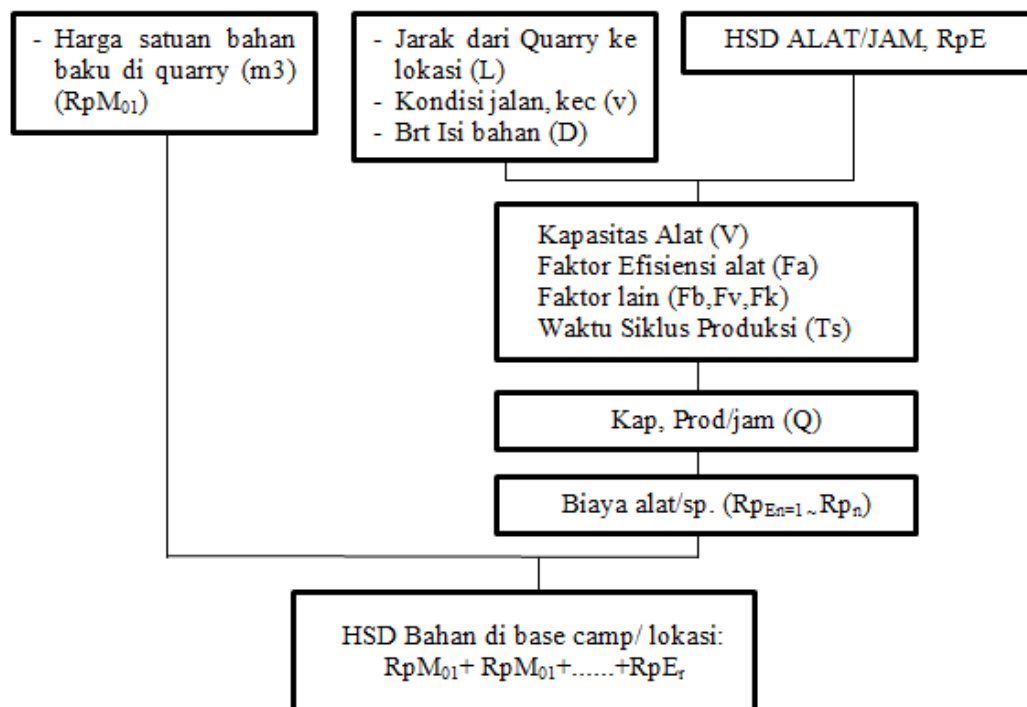
**Gambar 2.3 Struktur analisis harga satuan pekerjaan**



**Gambar 2.4 Struktur analisis harga satuan dasar upah**



**Gambar 2.5 Struktur analisis harga satuan dasar alat**



**Gambar 2.6 Struktur analisis harga satuan dasar bahan**

*(Departemen Pekerjaan Umum, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)*

*Bidang Pekerjaan Umum, 2012)*

### 2.7.3 Volume pekerjaan

Yang dimaksud dengan volume suatu pekerjaan, ialah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

Susunan uraian volume pekerjaan ada dua sistem yaitu :

1. Susunan sistem lajur – lajur tabelaris
2. Susunan sistem post – post

*(Rencana dan Estimate Real of Cost, h. Bachtiar Ibrahim, hal : 23, 1993)*

### 2.7.4 Time schedule (rencana kerja)

*Time schedule* ialah, mengatur rencana kerja dari satu bagian atau unit pekerjaan. *Time schedule* meliputi kegiatan antara lain sebagai berikut :

1. Kebutuhan tenaga kerja
2. Kebutuhan material atau bahan
3. Kebutuhan waktu
4. Dan transportasi atau pengangkutan.

Dari time schedule, kita akan mendapatkan gambaran lama pekerjaan dapat diselesaikan, serta bagian – bagian pekerjaan yang saling terkait antara satu dan lainnya. Sebelum menyusun rencana kerja, harus diperhatikan bagian – bagian pekerjaan yang dapat dimulai tanpa mengganggu pekerjaan yang lain selesai.

*(Rencana dan Estimate Real of Cost, h. Bachtiar Ibrahim, hal : 242, 1993)*