

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian terdahulu**

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

Hariyanto, 2018 dengan penelitian “Analisis Penerapan Sistem Irigasi Untuk Peningkatan Hasil Pertanian Di Kecamatan Cepu Kabupaten Blora”. 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 dan 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. Jenis jaringan irigasi tertutup debit air rata 0,042 m<sup>3</sup> /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.

Effendy., 2012., “Disain Saluran Irigasi”. Air merupakan benda yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup di permukaan bumi ini. Oleh manusia, air digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti untuk memasak dan minum, mencuci, pembersihan, pengairan dan irigasi, industri, sarana transportasi dan lain-lain. Oleh karena itu perlu pengelolaan sumber daya air, agar bermanfaat yang sebesar besarnya serta tidak membawa dampak yang merugikan bagi kepentingan makhluk hidup lainnya. Salah satu bentuk pengelolaan sumber daya air adalah pemanfaatannya secara teknis untuk keperluan pengairan atau irigasi, yaitu dengan suatu usaha untuk mendatangkan air dengan membuat bangunan-bangunan dan saluran-saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, membagi-bagi air ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara teratur dan jumlah yang cukup, kemudian membuang air yang tidak diperlukan lagi. Pekerjaan yang harus dilakukan untuk usaha tersebut di atas adalah perencanaan saluran irigasi yang meliputi perencanaan saluran induk atau saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier dan saluran kuartier. Perencanaan saluran yang dimaksud antara lain untuk mendimensi saluran dan kemiringan dasar saluran dengan model pendekatan-pendekatan. Dalam tulisan ini, untuk merencanakan saluran yang dimaksud digunakan standar dari

Direktorat Jenderal Pengairan Kementerian Pekerjaan Umum dalam buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, Edisi Agustus 1980. Hasil analisis menyatakan bahwa 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  $b = 3.8$  m,  $h = 1.8$  m dan kemiringan saluran ( $s$ ) = 0.0147 %, saluran tersier dengan dimensi  $b = 0.6$  m,  $h = 0.6$  m dan kemiringan saluran ( $s$ ) = 0.018 % serta saluran kuartier dengan dimensi  $b = 0.4$  m dan  $h = 0.4$  m dan kemiringan saluran ( $s$ ) = 0.0113 %.

Hanna T.Sinegar, 2017, melakukan penelitian dengan judul “Analisa Perhitungan Dimensi Saluran Irigasi Bendung Sei Padang Daerah Irigasi Bajayu Kab. Serdang Bedagai”. Penelitian ini mengkaji tentang irigasi dalam usaha penyediaan dan pengaturan air untuk pertanian. Tujuan utama dari penelitian adalah untuk mengevaluasi perencanaan dimensi saluran irigasi pada proyek pembangunan Bendung Sei Padang Daerah Irigasi Bajayu Kab. Serdang Bedagai berdasarkan data klimatologi. 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. Langkah awal dalam penulisan skripsi ini adalah Analisis Hidrologi Curah Hujan dari Stasiun Klimatologi Sinar Kasih, Kebun Rambutan, Gunung Pamela dan Marihat dengan jumlah data maksimum 12 tahun dari tahun 1999-2010. Untuk menentukan dimensi saluran irigasi dipengaruhi oleh besarnya kebutuhan air irigasi untuk mengetahui debit yang akan mengalir di saluran. Dari hasil analisa dengan 4 alternatif awal pola tanam yang direncanakan diperoleh kebutuhan bersih air 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.

Roni Sigit Wibowo, et al. 2018., mengkaji tentang “Strategi Pemeliharaan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Blimbing”. Daerah Irigasi (DI) Blimbing mengairi lahan pertanian sebesar 319 Ha. Kondisi fisik jaringan irigasi banyak mengalami kerusakan yang mengakibatkan menurunnya fungsi jaringan irigasi. Sehingga diperlukan pemeliharaan untuk mengembalikan fungsi jaringan irigasi ke kondisi semula. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh strategi pemeliharaan jaringan irigasi DI Blimbing yang optimal, dengan

memperhatikan biaya. Tahap awal adalah mengidentifikasi, menilai kondisi fisik dan fungsi bangunan irigasi dan membuat urutan prioritas pemeliharaan jaringan irigasi. Kemudian menghitung Benefit and Cost untuk menilai kelayakan. Penelitian ini menggunakan *Metode Linier Programming* yang terdiri dari fungsi tujuan dan kendala. Sebagai fungsi tujuan adalah memaksimumkan nilai prioritas/nilai manfaat, sedangkan untuk fungsi kendala yaitu keterbatasan biaya. Mengacu biaya sebesar Rp. 100.000.000, permodelan/optimasi pemeliharaan yang dikaitkan untuk memaksimalkan nilai prioritas atau nilai manfaat diperoleh ruas yang dapat diperbaiki sebanyak 7 ruas dengan anggaran sebesar Rp. 99.998.877. Hasil optimasi dengan memaksimalkan nilai prioritas sama dengan hasil optimasi dengan memaksimalkan nilai manfaat.

Wilhelmus Bunganaen, et al. 2017 dalam penelitian dengan “Efisiensi Pengaliran Jaringan Irigasi Malaka (Studi Kasus: Daerah Irigasi Malaka Kiri)”. Efisiensi irigasi didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah air yang diberikan dikurangi kehilangan air dengan jumlah yang diberikan. Kehilangan air irigasi yang terjadi selama pemberian air disebabkan terutama oleh perembesan di penampang basah saluran, evaporasi (umumnya relatif kecil) dan kehilangan operasional (*operational losses*) yang tergantung pada sistem pengelolaan air irigasi. tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menganalisis besarnya efisiensi pada jaringan irigasi Malaka. Penelitian dilakukan pada saluran primer, sekunder, dan saluran tersier. efisiensi jaringan irigasi Malaka dianalisis dengan menggunakan metode debit air masuk – debit air keluar. data – data yang dipakai dalam analisis ini adalah data primer berupa data kecepatan aliran dengan *current meter* untuk saluran primer dan sekunder serta data kecepatan aliran dengan pelampung untuk saluran tersier. selain data primer juga dipakai data sekunder berupa data dari stasiun klimatologi terdekat. berdasarkan hasil analisis, kehilangan air yang terjadi akibat evaporasi sangat kecil, sehingga air yang hilang lebih disebabkan oleh faktor fisik saluran dengan kehilangan yang terkecil terjadi pada saluran *inflow* yaitu sebesar 3,541% dan kehilangan yang terbesar terjadi pada saluran *inflow* yaitu sebesar 0.066 m<sup>3</sup> /det. efisiensi rata – rata secara keseluruhan pada jaringan irigasi malaka kiri adalah 84.371% dengan efisiensi saluran primer sebesar 90.343% dan saluran sekunder sebesar 82.878%.

M. Nurul Huda, et al. melakukan penelitian dengan mengkaji “Sistem Pemberian Air Irigasi Sebagai Dasar Penyusunan Jadwal Rotasi Pada Daerah

Irigasi Tumpang, Kabupaten Malang”. Daerah irigasi Tumpang kabupaten Malang dengan luas area irigasi 614 ha sebagai sarana dan prasarana untuk menunjang program pemerintah mewujudkan surplus 10 juta ton beras tahun 2014. Evaluasi kondisi eksisting bahwa realisasi intensitas tanam padi dan palawija sebesar 204%. Evaluasi Rencana tata tanam ulang dengan meningkatkan  $\geq$  ketersediaan air menggunakan faktor k yaitu k intensitas tanam padi dan dengan dua sistem pemberian air, metode SCH (*Stagnant Contant Head*) dan metode SRI (*System Rice Of Intensification*). Dengan menaikkan intensitas tanam padi menjadi 245%, kejadian rotasi pada pembagian air irigasi dengan Q modus dan Q minimum menggunakan metode SCH lebih banyak dibandingkan metode SRI. Kebutuhan air padi dalam satu tahun periode tanam, metode SRI lebih hemat 28% dibandingkan dengan metode SCH.

Samino, 2018, melakukan “Studi Efisiensi Saluran Irigasi Primer Pada Daerah Irigasi Bendung Gerak Serayu Banyumas”. Dalam rangka mengoptimalkan hasil pertanian khususnya padi, luas lahan, pemilihan bibit, pemupukan dan sumber daya air merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Semakin terbatasnya sumber daya air saat ini, pemanfaatan air harus memperhatikan kemanfaatan, keadilan, akuntabilitas serta berwawasan lingkungan. Terkait dengan hal tersebut, pengairan sawah memerlukan pengawasan dan pengelolaan irigasi yang baik. Salah satu usaha untuk mengelola sistem irigasi adalah dengan meningkatkan efisiensinya, sehingga diperlukan kajian tentang efisiensi irigasi. Penelitian ini dilakukan di Daerah Irigasi Bendung Gerak Serayu, dengan areal sawah pelayanan seluas 20.795 Ha. Jaringan irigasi yang dikaji efisiensinya adalah pada saluran induknya saja yakni, saluran induk Cilacap, Sumpiuh, Doplang dan Binangun. Kajian efisiensi dalam penelitian ini memperhatikan faktor koefisien kekasaran dinding saluran, operasi dan pemeliharaan namun tidak menganalisis efisiensi pada bangunan bagi. Efisiensi saluran dianalisis dengan membandingkan debit air masukkan dan keluaran dari ruas saluran yang ditinjau. Kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini adalah bahwa saluran induk pada jaringan irigasi Bendung Gerak Serayu memiliki tingkat efisiensi yang baik yakni diatas 80%. Tipe perkerasan saluran dengan menggunakan beton memiliki tingkat kehilangan air terkecil dengan 0,029 lt/s, pasangan batu 0,0375 lt/s dan dinding tanah 0,0403 lt/s. Fakta tersebut membuktikan, selain operasi dan pemeliharaan, jenis perkerasan dinding saluran sangat berpengaruh terhadap efisiensi irigasi.

Yunita Afliana Messah, et al, dengan judul penelitian “Pengendalian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak Dari Perubahan Desain (Studi Kasus: Embung Irigasi Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten Timor Tengah Utara)”. Tujuan penelitian ini adalah menggambarkan pengendalian terhadap pengaruh perubahan desain yang memberikan dampak pada waktu dan biaya pekerjaan konstruksi yang mempengaruhi kinerja dari pekerjaan konstruksi Embung Irigasi Oenaem. Penelitian ini menggunakan dua metode pengendalian yaitu *Earned Value Analysis* (EVA) dan diintegrasikan metode pemendekan durasi jalur kritis (*Crashing Duration*) pada *Critical Path Methode* (CPM) menggunakan penerapan kerja lembur sebagai alternatif pengendalinya. Penggunaan kedua metode tersebut di atas maka dapat diketahui dan diperoleh alternatif pengendalian waktu dan biaya pekerjaan konstruksi sebagai dampak dari perubahan desain yang terjadi pada Proyek Pembangunan Embung Irigasi Oenaem. 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 (*Crashing Duration*) 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 %).

Anton Priyonugroho., 2014., dengan penelitian tentang “Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang)”. Kebutuhan air irigasi secara keseluruhan perlu diketahui karena merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi. Berdasarkan hal tersebut, maksud penelitian ini adalah untuk menganalisis kebutuhan air irigasi dengan tujuan mendapatkan prediksi nilai kebutuhan air irigasi maksimum dan minimum pada daerah studi dalam hal ini daerah irigasi sungai air keban daerah kabupaten Empat Lawang, provinsi Sumatera Selatan. Untuk daerah irigasi sungai air keban tepatnya berada di kecamatan Lintang Kanan desa Babatan. Luas daerah irigasinya seluas 1370 Ha. Sumber air irigasinya berasal dari sungai air Keban. Faktor-faktor untuk menentukan kebutuhan air irigasi antara lain penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, pengantian lapisan air dan curah hujan efektif. Perhitungan dilakukan dengan dua cara yaitu perhitungan dengan cara manual (konsep KP-01) dan perhitungan menggunakan

software CROPWAT version 8.0. Kebutuhan air irigasi dimulai dari awal bulan November menggunakan pola tanam padi-padi. Dari perhitungan manual (KP-01) kebutuhan air irigasi didapat sebesar  $2.54 \text{ m}^3/\text{dt}$  sedangkan CROPWAT sebesar  $1.67 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Untuk minimum pada manual (Konsep KP-01) sebesar  $0.17 \text{ m}^3/\text{dt}$  sedangkan CROPWAT sebesar  $0.06 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Kebutuhan maksimum (KP-01) terjadi pada awal tengah bulan pertama bulan Mei sedangkan CROPWAT terjadi pada 10 hari terakhir bulan April. Untuk minimum (KP-01) terjadi tengah bulan kedua bulan Maret sedangkan CROPWAT terjadi 10 hari terakhir bulan Januari.

Achmad Rafi'ud Darajat, et al., 2017, melakukan penelitian dengan menganalisis "Efisiensi Saluran Irigasi Di Daerah Irigasi Boro Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah". Saluran irigasi Boro merupakan infrastruktur pengairan Daerah Irigasi Boro yang berfungsi untuk mengalirkan air dari bendung menuju petak sawah. Capaian maksimal dalam proses penghantaran ini akan dipengaruhi oleh seberapa besar efisiensi saluran untuk mengalirkan air tersebut. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis besarnya efisiensi dan kehilangan air di Saluran. Penelitian ini dilakukan pada saluran primer, sekunder dan tersier di Daerah irigasi Boro. Efisiensi pada saluran irigasi dianalisis dengan membandingkan antara besar debit input pada saluran dengan debit *output* saluran. Sedangkan untuk kehilangan air di saluran irigasi dianalisis dengan menghitung besarnya evaporasi, infiltrasi, dan kebocoran pada saluran. Data data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer berupa data kecepatan aliran yang diperoleh dari pengukuran tampang aliran di saluran. Hasilnya menunjukkan bahwa efisiensi total saluran irigasi di Daerah Irigasi Boro adalah 47,61 %. Kehilangan tersebut disebabkan oleh infiltrasi 31,99 %, evaporasi 0,21 %, dan karena kebocoran adalah 67,80%. Kehilangan air di saluran sebagian besar disebabkan oleh banyaknya lining saluran yang rusak, adanya sedimentasi di saluran serta penggunaan aliran untuk kegiatan non irigasi.

Tabel 2.1 Matrik Penelitian terdahulu

No	Nama	Judul	Metode	Variabel	Hasil
1	Hariyanto	Analisis Penerapan Sistem Irigasi Untuk Peningkatan Hasil Pertanian Di Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora	pola tanam dengan Metode SRI ( <i>System of Rice Intensification</i> ) yang menerapkan 2/10 untuk mencapai hasil optimal dan efisien penggunaan air	Karakteristik responden (Petani), jenis tanaman, dan sistem jaringan irigasi	Kesimpulan dari penelitian ini bahwa 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. Jenis jaringan irigasi tertutup debit air rata 0,042 m <sup>3</sup> /menit mampu menggenangi lahan rata-rata 0,5 ha selama 40 jam (dua hari) air mengalir ke area persawahan.
2	Effendy	Disain Saluran Irigasi	Perencanaan dengan menggunakan standar Direktorat Jenderal Pengairan Kementerian Pekerjaan Umum dalam buku Pedoman Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, Edisi	Dimensi saluran dan kemiringan saluran	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa menyatakan bahwa dimensi saluran yang diperoleh antara lain saluran primer dengan dimensi $b = 12.6$ m, $h = 2.75$ m dan kemiringan saluran ( $s$ ) = 0.011 %,

Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

			Agustus 1980		saluran sekunder dengan dimensi $b = 3.8$ m, $h = 1.8$ m dan kemiringan saluran ( $s$ ) = 0.0147 %, saluran tersier dengan dimensi $b = 0.6$ m, $h = 0.6$ m dan kemiringan saluran ( $s$ ) = 0.018 % serta saluran kuarter dengan dimensi $b = 0.4$ m dan $h = 0.4$ m dan kemiringan saluran ( $s$ ) = 0.0113 %.
3	Hanna Triana Siregar	Analisa Perhitungan Dimensi Saluran Irigasi Bendung Sei Padang Daerah Irigasi Bajayu Kab. Serdang Berdagai	Metode penelitian yang digunakan adalah Kriteria Perencanaan Irigasi yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Replik Indonesia sebagai dasar penempatan dimensi saluran irigasi	Curah hujan dan kebutuhan air irigasi	Dari hasil analisa dengan 4 alternatif awal pola tanam yang direncanakan diperoleh kebutuhan bersih air disawah (NFR) sebesar 1,20 lt/dt/ha dan kebutuhan air irigasi (DR) sebesar 1,84 lt/dt/ha yang terjadi pada pertengahan bulan february, dan didapat dimensi saluran primer dan sekunder dengan bentuk



Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

					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.
4	Roni Sigit Wibowo, Wasis Wardoyo, Edijatno	Strategi Pemeliharaan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Blimbing.	Metode Linier Programming yang terdiri dari fungsi tujuan dan kendala	kondisi fisik dan fungsi bangunan irigasi dan membuat urutan prioritas pemeliharaan jaringan irigasi. Kemudian menghitung Benefit and Cost untuk menilai kelayakan.	Hasil yang diperoleh dengan mengacu pada biaya sebesar Rp. 100.000.000, permodelan/optimasi pemeliharaan yang dikaitkan untuk memaksimalkan nilai prioritas atau nilai manfaat diperoleh ruas yang dapat diperbaiki sebanyak 7 ruas dengan anggaran sebesar Rp. 99.998.877. Hasil optimasi dengan memaksimalkan nilai prioritas sama dengan hasil

Tabel 2.1. Matrik Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

					optimasi dengan memaksimalkan nilai manfaat.
5	Wilhelmus Bunganaen, Ruslan Ramang, Lucya M. Raya	Efisiensi Pengaliran Jaringan Irigasi Malaka (Studi Kasus: Daerah Irigasi Malaka Kiri)	Metode debit air masuk – debit air keluar	Kecepatan aliran, faktor fisik saluran yang disebabkan oleh evaporasi dan kondisi fisik saluran.	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa kehilangan air yang terjadi akibat evaporasi sangat kecil, sehingga air yang hilang lebih disebabkan oleh faktor fisik saluran dengan kehilangan yang terkecil terjadi pada saluran <i>inflow</i> yaitu sebesar 3,541% dan kehilangan yang terbesar terjadi pada saluran <i>inflow</i> yaitu sebesar 0.066 m <sup>3</sup> /det. efisiensi rata – rata secara keseluruhan pada jaringan irigasi malaka kiri adalah 84.371% dengan efisiensi saluran primer sebesar 90.343% dan saluran sekunder sebesar

Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

					82.878%.
6	M. Nurul Huda, Donny Harisuseno, Dwi Priyantoro	Kajian Sistem Pemberian Air Irigasi Sebagai Dasar Penyusunan Jadwal Rotasi Pada Daerah Irigasi Tumpang Kabupaten Malang	Metode SCH ( <i>Stagnant Contant Head</i> ) dan metode SRI ( <i>System Rice Of Intensification</i> )	Kondisi eksisting realisasi tanam padi dan palawijaya, ketersediaan air menggunakan intensitas tanam padi dan pemberian air pada tanaman.	Hasil dari penelitian ini dengan menaikkan intensitas tanam padi menjadi 245%, kejadian rotasi pada pembagian air irigasi dengan Q modus dan Q minimum menggunakan metode SCH lebih banyak dibandingkan metode SRI. Kebutuhan air padi dalam satu tahun periode tanam, metode SRI lebih hemat 28% dibandingkan dengan metode SCH.
7	Samino	Studi Efisiensi Saluran Irigasi Primer Pada Daerah Irigasi Bendung Gerak Serayu Banyumas	Metode analisis perbandingan debit air masuk dan keluar dari ruas saluran yang ditinjau.	Faktor koefisien kekasaran dinding saluran, operasi dan pemeliharaan pada saluran induk.	Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah bahwa saluran induk pada jaringan irigasi Bendung Gerak Serayu memiliki tingkat efisiensi yang baik yakni

Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

					diatas 80%. Tipe perkerasan saluran dengan menggunakan beton memiliki tingkat kehilangan air terkecil dengan 0,029 lt/s, pasangan batu 0,0375 lt/s dan dinding tanah 0,0403 lt/s. Fakta tersebut membuktikan, selain operasi dan pemeliharaan, jenis perkerasan dinding saluran sangat berpengaruh terhadap efisiensi irigasi.
8	Yunita Afliana Messah, Lazry Hellen, Paula Lona, Dantje A. T. Sina	Pengendalian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak Dari Perubahan Desain (Studi Kasus: Embung Irigasi Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten Timor	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)	Biaya dan waktu akibat adanya perubahan desain terhadap kinerja pekerjaan konstruksi Irigasi Oenaem	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.

Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

		Tengah Utara)			Kemudian dikendalikan menggunakan metode pemendekan durasi (Crashing Duration) 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 %).
9	Anton Priyonugroho	Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang)	Perhitungan dilakukan dengan dua cara yaitu perhitungan dengan cara manual (konsep KP-01) dan perhitungan menggunakan software CROPWAT	Jenis tanaman dan pola tanaman menggunakan pola tanam padi-padi.	Hasil analisis dari perhitungan manual (KP-01) kebutuhan air irigasi didapat sebesar 2.54 m <sup>3</sup> /dt sedangkan CROPWAT sebesar 1.67 m <sup>3</sup> /dt. Untuk minimum pada manual (Konsep KP-01) sebesar 0.17 m <sup>3</sup> /dt sedangkan

Tabel 2.1. Matrik Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

			version 8.0.		CROPWAT sebesar 0.06m <sup>3</sup> /dt. Kebutuhan maksimum (KP-01) terjadi pada awal tengah bulan pertama bulan Mei sedangkan CROPWAT terjadi pada 10 hari terakhir bulan April. Untuk minimum (KP-01) terjadi tengah bulan kedua bulan Maret sedangkan CROPWAT terjadi 10 hari terakhir bulan Januari.
10	Achmad Rafi'ud Darajat, Fatchan Nurrochmad dan Rachmad Jayadi	Analisis Efisiensi Saluran Irigasi Di Daerah Irigasi Boro Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah	Metode Perbandingan antara besar debit input pada saluran dengan debit output saluran. Sedangkan untuk kehilangan air di saluran irigasi dianalisis dengan menghitung besarnya evaporasi, infiltrasi, dan kebocoran pada saluran.	Kecepatan Aliran, Efisiensi, Infiltrasi, Evaporasi dan Kehilangan Air	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi total saluran irigasi di Daerah Irigasi Boro adalah 47,61 %. Kehilangan tersebut disebabkan oleh infiltrasi 31,99 %, evaporasi 0,21 %, dan karena kebocoran adalah 67,80%. Kehilangan air di saluran sebagian besar disebabkan

Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

					oleh banyaknya lining saluran yang rusak, adanya sedimentasi di saluran serta penggunaan aliran untuk kegiatan non irigasi.
--	--	--	--	--	---

Sumber : Data Jurnal Penelitian Terdahulu (2020)

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Definisi Irigasi

Kata irigasi berasal dari istilah *Irrigatie* (Bahasa Belanda) atau *Irrigation* (Bahasa Inggris) yang diartikan sebagai suatu usaha yang dilakukan untuk mendatangkan air dari sumbernya untuk keperluan pertanian, mengalirkan dan membagikan air secara teratur dan setelah digunakan dapat pula dibuang kembali (Sumber: Erman Mawardi, 2010). Dalam melancarkan kegiatan tersebut diperlukan suatu jaringan irigasi yang terencana dengan baik dan tepat.

Jaringan irigasi merupakan saluran atau bangunan saluran yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaannya.

### 2.2.2 Klasifikasi Irigasi

Dalam perkembangannya irigasi diklasifikasikan berdasarkan sistem irigasinya dapat dibedakan menjadi tiga bagian antara lain:

#### a) Irigasi sistem gravitasi

Irigasi sistem gravitasi merupakan pengaturan dan pembagian air menuju petak-petak sawah secara gravitasi, dimana sumber airnya berasal dari aliran air sungai, waduk, dan danau yang ada di dataran tinggi.

#### b) Irigasi sistem pompa

Irigasi sistem pompa merupakan sistem irigasi yang pengaturan dan pembagian airnya dilakukan dengan menggunakan pompa, dimana sumber airnya berasal dari air tanah.

#### c) Irigasi sistem pasang surut

Irigasi sistem pasang surut merupakan suatu tipe irigasi yang memanfaatkan pengempangan air sungai akibat peristiwa pasang surut air laut. Areal yang direncanakan untuk tipe ini adalah areal yang mendapat pengaruh langsung dari peristiwa pasang surut air laut.

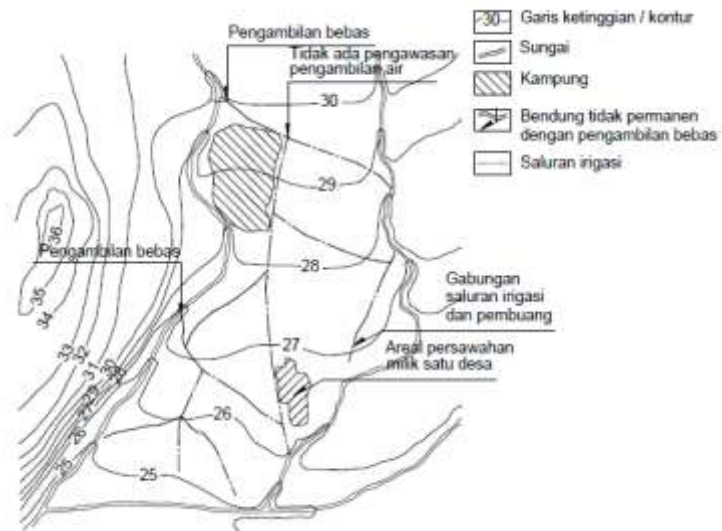
Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan yang diperlihatkan pada tabel 2.2, yakni:

#### a) Sederhana

Didalam irigasi sederhana, pembagian air tidak diukur atau diatur yang mengakibatkan kelebihan air akan mengalir ke saluran pembuang. 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. Jaringan irigasi ini mempunyai kelemahan antara lain adanya pemborosan air, terdapat banyak penyadapan oleh penduduk, dan pemborosan biaya akibat pembuatan jaringan pengambilan oleh penduduk. Sistem jaringan ini dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini:

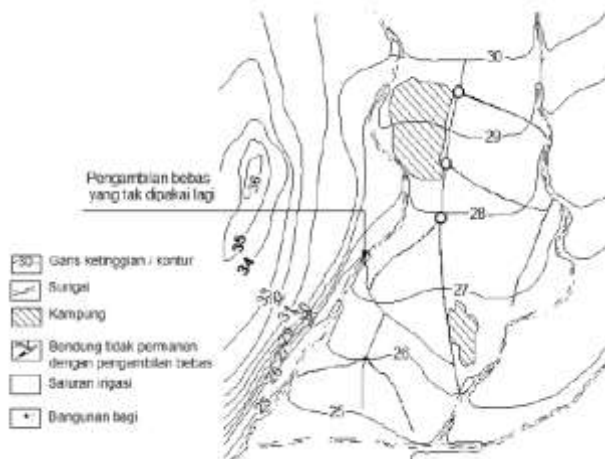


Gambar 2.1 Sistem jaringan irigasi sederhana

Sumber: Standar perencanaan irigasi (2013)

#### b) Semiteknis

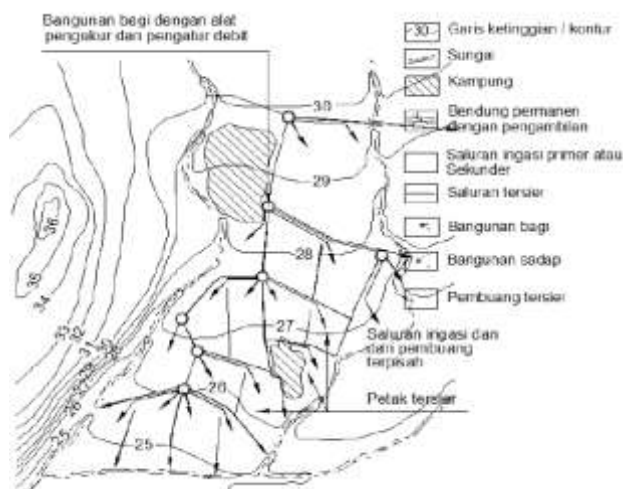
Perbedaan satu-satunya antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan semiteknis adalah bahwa jaringan semiteknis ini bendungnya terletak di sungai lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilirnya dan juga dibangun beberapa bangunan permanen di jaringan saluran. Sistem jaringan ini memerlukan keterlibatan dari pemerintah, dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum. Sistem pembagian air jaringan ini biasanya serupa dengan sistem jaringan sederhana, dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini:



Gambar 2.2 Sistem jaringan irigasi semiteknis  
 Sumber: Standar perencanaan irigasi (2013)

c) Teknis

Prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah adanya pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang. Akan tetapi, baik saluran irigasi maupun saluran pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, dari pangkal hingga ujung. Saluran irigasi mengalirkan air irigasi ke sawah dan saluran pembuang mengalirkan air lebih dari sawah ke saluran pembuang alamiah yang kemudian akan diteruskan ke laut. Sistem jaringan ini dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3 Sistem jaringan irigasi teknis  
 Sumber: Standar perencanaan irigasi (2013)

Tabel 2.2 Klasifikasi jaringan irigasi

No	Uraian	Klasifikasi jaringan irigasi		
		Teknis	Semi teknis	Sederhana
1	Bangunan utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen/semi permanen	Bangunan sementara
2	Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengatur debit	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.

## 2.2.3 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.

#### **2.2.4 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 kedalam 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.

#### **2.2.5 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.

#### **2.2.6 Penentuan Hujan Kawasan**

Data curah hujan diperoleh dari besarnya debit curah hujan yang diterima oleh stasiun penakar curah hujan yang terdapat pada suatu DAS. Apabila dalam suatu daerah terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar, hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama. Dalam analisis hidrologi untuk menentukan hujan pada daerah tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan metode Rerata Aritmatik (Aljabar).

Metode rerata aritmatik (Aljabar) adalah metode yang paling sederhana yang digunakan untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Persamaan perhitungan hujan rerata pada seluruh DAS menggunakan metode aritmatik (Aljabar) diberikan dengan bentuk:

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- $\bar{P}$  = Hujan rerata kawasan
- $P_1 + P_2 + P_3$  = Hujan di stasiun 1,2 3 ... n
- n = Jumlah stasiun

**2.2.7 Perencanaan Saluran Irigasi**

**2.2.7.1 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 mempengaruhinya 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:

$$Q = \frac{cNFRA}{e} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

- Q = Debit rencana, ltr/dt
- c = Koefisienpengurangankarenaadanyasistem golongan,

NFR = Kebutuhan bersih (*netto*) air di sawah, ltr/dt/Ha  
 A = Luas daerah yang diairi, Ha  
 e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

### 2.2.7.2 Kebutuhan Air Bersih Irigasi (NFR)

Kebutuhan air untuk tanaman berasal dari dua sumber yaitu dari hujan maupun dari air irigasi. Air irigasi adalah sejumlah air yang diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi, guna menjaga keseimbangan jumlah air di lahan pertanian.

Besarnya kebutuhan air di sawah untuk padi ditentukan oleh faktor – faktor sebagai berikut:

- 1) Cara penyiapan lahan
- 2) Kebutuhan air untuk tanaman
- 3) Perkolasi dan rembesan
- 4) Pergantian lapisan air, dan
- 5) Curah hujan efektif.

Kebutuhan total air di sawah (GFR) mencakup faktor 1 sampai 4. Kebutuhan bersih (*netto*) air di sawah (NFR) juga memperhitungkan curah hujan efektif. Kebutuhan air di sawah dinyatakan dalam mm/hari atau l/dt/ha tidak disediakan kelonggaran untuk efisiensi irigasi di jaringan tersier dan utama. Kebutuhan air di sawah ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$NFR = Etc + P - Re + WLR \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

NFR = Kebutuhan air irigasi di sawah (lt/dtk/Ha)  
 DR = Kebutuhan air dipintu pengambilan (lt/dtk/Ha)  
 Etc = Penggunaan konsumtif (mm/hari)  
 P = Perkolasi (mm/hari)  
 WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari)  
 Re = Curah hujan efektif  
 e = Efisiensi irigasi

Tahapan perhitungan kebutuhan air bersih (Netto) irigasi (NFR) sebagai berikut:

- a) Kebutuhan air konsumtif (Etc)

Penggunaan konsumtif adalah jumlah air yang dipakai oleh tanaman untuk proses fotosintesis, dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Etc = Eto \times kc \dots \dots \dots (2.4)$$



Dimana :

Etc = Evapotranspirasi tanaman, mm/hari

Kc = Koefisien tanaman

Eto = Evapotranspirasi tanaman acuan, mm/hari

Harga-harga Koefisien Tanaman Padi dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 Harga-harga Koefisien Tanaman Padi

Bulan	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0.5	1.20	1.20	1.10	1.10
1.0	1.20	1.27	1.10	1.10
1.5	1.32	1.33	1.10	1.05
2.0	1.40	1.30	1.10	1.05
2.5	1.35	0	1.10	0.95
3.0	1.24		1.05	0
3.5	1.12		0.95	
4.0	0 <sup>4</sup>		0	

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi, (2013)

Besarnya evapotranspirasi dapat diperoleh dengan menggunakan berbagai rumus perhitungan evaporasi secara empiris diantaranya evaporasi Pan Kelas A, perhitungan Penman, persamaan Seyhan (1990), dan sebagainya.

- 1) Evaporasi dengan Pan Kelas A, maka nilai evaporasi pan harus dikoreksi dengan koefisien pan Kp sebesar antara 0,65 sampai dengan 0,85. Biasanya diambil koefisien panci tahunan sebesar 0.7.

$$E_{to} = k_p \times E_{pan} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

Kp = Koefisien panci

E<sub>pan</sub> = Evaporasi dalam panci

- 2) Evaporasi Penman

$$E_{to} = c [ W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(u)(e_a - e_d) ] \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

c = Faktor koreksi atau faktor pengantian kondisi cuaca akibat siang dan malam

W = Faktor berat yang mempengaruhi penyinaran matahari pada evapotranspirasi potensial

$R_n$  = Radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari terbit (mm/hari)

$(1-W)$  = Faktor berat sebagai pengaruh angin dan kelembaban pada Eto

$f(u)$  = Fungsi pengaruh angin pada Eto

$$= 0.27 \times \left(1 + \frac{u_2}{100}\right)$$

$u_2$  = Kecepatan angin pada jarak 2 m diatas permukaan air (m/d)

$e_a$  = Tekanan uap jenuh pada suhu  $t^{\circ}C$  (mbar)

$e_d$  = Tekanan uap jenuh (mbar)

### 3) Persamaan Seyhan

$$Eto = 0,35 (e_s - e_d) (0,5 + 0,54 u_2) \dots\dots\dots(2.7)$$

Tekanan uap air aktual ( $e_d$ ) adalah tekanan yang disebabkan oleh tekanan uap air diudara, dapat dihitung dengan rumus:

$$e_d = e_s \times RH/100 \text{ mbar} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

$e_s$  = Tekanan uap jenuh (mmHg)

$e_d$  = Tekanan uap udara (mmHg)

$u_2$  = Kecepatan angin pada jarak 2 m diatas permukaan air (m/d)

RH = Kelembaban relatif rata-rata bulanan (%)

Nilai  $e_s$  dapat diperoleh dari tabel 2.4 untuk berbagai temperatur udara yang dinyatakan dalam mmHg, mbar dan Pa sebagai berikut:

Tabel 2.4 Tekanan uap air jenuh es

Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Tekanan uap air jenuh es		
	Mm Hg	Mm bar	Pa
10	9.20	12.27	1228
11	9.84	13.12	1313
12	10.52	14.02	1403
13	11.23	14.97	1498
14	11.98	15.97	1599
15	12.78	17.04	1706
16	13.63	18.17	1819
17	14.53	19.37	1938
18	15.46	20.61	2065
19	16.46	21.94	2198
20	17.53	23.37	2339
21	18.65	24.86	2488
22	19.82	26.42	2645
23	21.05	28.06	2810
24	22.27	29.69	2985
25	23.75	31.66	3169
26	25.31	33.74	3363
27	26.74	35.65	3567
28	28.32	37.76	3781
29	30.03	40.03	4007
30	31.82	42.42	4244
31	33.70	44.93	4494
32	35.66	47.54	4756
33	37.73	50.30	5032
34	39.90	53.19	5321
35	42.18	56.23	5652

Sumber: Hidrologi Terapan (Bambang Triadmodjo, 2013)

b) Perkolasi

Perkolasi adalah gerakan air kebawah dari daerah tidak jenuh (antara permukaan tanah ke permukaan air tanah). Laju perkolasi sangat bergantung kepada sifat-sifat tanah, dan sifat tanah umumnya bergantung pada kegiatan pemanfaatan lahan atau pengelolaan lahan. Laju perkolasi dapat berkisar antara 1-3 mm/hari.

c) Penggantian lapisan air (WLR)

Setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan. Jika tidak ada penjadwalan tersebut, maka

penggantian dilakukan sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/ hari selama ½ Bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

d) Curah hujan efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan andalan yang jatuh disuatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Untuk irigasi pada curah hujan efektif bulanan diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun

$$Re = 0,7 \times \frac{1}{15} (R_{80}) \dots\dots\dots(2.9)$$

$R_{80}$  didapat dari urutan data dengan rumus Harza:

$$m = \frac{n}{5} + 1 \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

m = Ranging dari urutan terkecil

n = Jumlah tahun pengamatan

### 2.2.7.3 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) Jangka waktu irigasi untuk tanaman pertama lebih lama, akibatnya lebih 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.

#### 2.2.7.4 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

- a) Efisiensi pengangkutan, dimana kehilangan airnya dihitung dari sistem saluran induk dan sekunder.
- b) 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 :

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

Efisiensi secara keseluruhan (total) dihitung sebagai berikut :

Efisiensi jaringan tersier (et) x efisiensi jaringan sekunder (es) x efisiensi jaringan primer (ep)

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.

### 2.2.7.5 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

$$Q = A.V \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

- $Q$  = Debit air yang mengalir,  $m^3/det$ .
- $A$  = Luas penampang basah saluran,  $m^2$ .
- $V$  = 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 2.5

Tabel 2.5 Kecepatan aliran Standar

Debit ( $m^3/dt$ )	Kecepatan Aliran Standar ( $m/dt$ )
< 0,15	0,25 – 0,30
0,15 – 0,30	0,25 – 0,35
0,30 – 0,40	0,30 – 0,40
0,40 – 0,50	0,35 – 0,45
0,50 – 0,75	0,40 – 0,50
0,75 – 1,50	0,40 – 0,55
1,50 – 3,00	0,45 – 0,60
3,00 – 4,50	0,50 – 0,65
4,50 – 6,00	0,55 – 0,70
6,00 – 7,50	0,60 – 0,70
7,50 – 9,00	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)

### 2.2.7.6 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

$$V = C \sqrt{RI} \dots\dots\dots (2.12)$$

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 mantap yang merata

- b) Rumus kecepatan Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/det)

n = Koefisien Manning

R = Jari-jari hidrolis

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

- c) Rumus kecepatan Strickler

$$V = K_s \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/det)

K<sub>s</sub> = 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 2.6 berikut:

Tabel 2.6 Koefisien Kekasaran Strickler yang dianjurkan

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

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi Kp-03, 2013

### 2.2.7.7 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

$$R = A/P \dots \dots \dots (2.15)$$

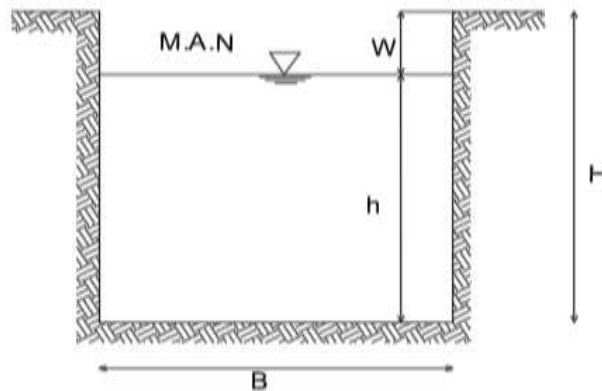
$$A = B \times H \dots \dots \dots (2.16)$$

$$P = H + B + H \dots \dots \dots (2.17)$$

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

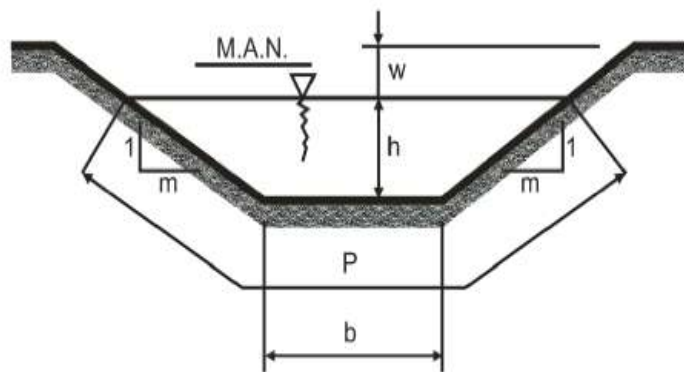
b) Penampang saluran trapesium

$$R = A/P \dots\dots\dots(2.18)$$

$$A = bh + mh^2 \dots\dots\dots(2.19)$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots(2.20)$$

- 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 tabel 2.7 sebagai berikut:

Tabel 2.7 Parameter perhitungan untuk kemiringan saluran

<b>Q (m<sup>3</sup>/dt)</b>	<b>m</b>	<b>n</b>	<b>k</b>
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 (1999)

Dimana: k = Koefisien kekasaran strickler

m = 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 2.8 sebagai berikut:

Tabel 2.8 Perbandingan (B/h)

Debit saluran (m <sup>3</sup> /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 tabel 2.9 berikut:

Tabel 2.9 Tinggi jagaan minimum

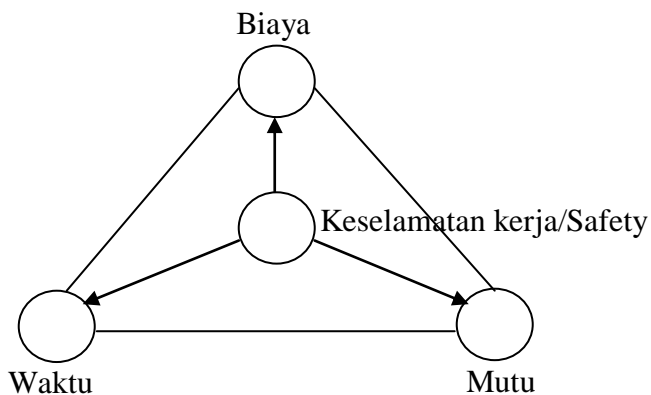
Debit saluran	Tinggi jagaan
< 0,50	0,40
0,50 – 1,50	0,50
1,50 – 5,00	0,60
5,00 – 10,00	0,75
10,00 – 15,00	0,85
> 15,00	1,00

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi Kp-03, 2013

### 2.2.8 Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi merupakan upaya yang dilakukan untuk mengatur sumber daya yang terlibat dalam proyek konstruksi agar dapat mencapai tujuan dari kegiatan proyek. Sumber daya yang dimaksud terdiri dari sumber daya biaya/modal, tenaga kerja, peralatan/mesin dan material. Sedangkan tujuan manajemen konstruksi adalah untuk mengelola fungsi manajemen atau mengatur pelaksanaan kegiatan pembangunan sehingga diperoleh hasil yang optimal sesuai dengan persyaratan (*specification*) dari tujuan kegiatan proyek.

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Proses kegiatan proyek konstruksi berpegangan pada tiga indikator kinerja Proyek (*triple constrain*) yaitu sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan (Mutu), sesuai *time schedule* (Waktu) dan sesuai biaya yang direncanakan.



Gambar 2.6 Indikator Kinerja Kerja (*Triple constrain*)

Sumber : Manajemen Proyek (Ir. Abrar Husen, 2011)

#### 2.2.4.1 Manajemen Biaya

Manajemen biaya (*Cost management*) merupakan fungsi utama dari manajemen proyek dengan tujuan mengontrol biaya dalam seluruh tahap proyek. Biaya merupakan salah satu sumber daya yang diperlukan dalam suatu proyek yang dapat mencapai jumlah yang sangat besar dan tertanam dalam kurun waktu yang cukup lama.

Komponen biaya proyek biasanya terdiri atas:

a) Biaya Langsung (*Direct cost*)

Biaya langsung merupakan biaya tetap yang digunakan secara langsung dalam pelaksanaan proyek. Diantaranya biaya tenaga kerja, material dan peralatan.

b) Biaya Tak Langsung (*Indirect cost*)

Biaya tak langsung merupakan biaya yang tidak tetap yang digunakan secara tidak langsung dan dibutuhkan dalam penyelesaian proyek. Diantaranya biaya tagihan pajak, biaya asuransi, administrasi, keuntungan/profit dan lain sebagainya.

Perencanaan biaya dalam suatu proyek konstruksi sering dikenal dengan istilah rencana anggaran biaya proyek. Rencana anggaran biaya proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan suatu bangunan atau proyek konstruksi. Penyusunan anggaran biaya sangat bergantung pada gambar dan peraturan atau syarat-syarat pelaksanaan suatu pelaksanaan bangunan atau proyek. Tahapan perencanaan anggaran biaya proyek terdiri dari:

a) Volume bangunan

Merupakan perhitungan jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Misalnya volume batu kali, dan sebagainya.

b) Analisis harga satuan pekerjaan

Merupakan perhitungan harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis.

c) Rencana anggaran biaya

Merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Biaya ini diperoleh dari perkalian antara volume dengan harga satuan pekerjaan.

#### 2.2.4.2 Manajemen Waktu

Manajemen waktu proyek merupakan kegiatan mengatur lamanya waktu yang diperlukan oleh seluruh tahapan kegiatan proyek dengan merujuk pada penggunaan sumber daya.

Beberapa proses penjadwalan dalam proyek dapat dibagi menjadi :

a) Barchart

Diagram batang yang secara sederhana dapat menunjukkan informasi rencana jadwal proyek beserta durasinya yang kemudian dibandingkan

dengan progres aktual sehingga dapat diketahui jika suatu proyek mengalami keterlambatan.

b) Kurva – S

Berguna dalam pengendalian kinerja waktu yang ditunjukkan dari bobot penyelesaian kumulatif masing-masing kegiatan dibandingkan dengan keadaan aktual untuk mengetahui jika suatu proyek mengalami keterlambatan.

c) Jaringan Kerja (*Network planning*)

Merupakan jaringan kerja berbagai kegiatan yang dapat menunjukkan kegiatan-kegiatan kritis yang membutuhkan pengawasan agar tidak terjadi keterlambatan proyek dan mengetahui kegiatan yang longgar waktu penyelesaiannya berdasarkan *total float* kegiatan.

d) Kurva *Earned Value*

Menyatakan progres waktu berdasarkan *baseline* yang telah ditentukan untuk periode tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek. Selain itu, dapat mengoreksi kegiatan yang terlambat dan meramalkan durasi kegiatan (penjadwalan ulang) dengan menambah jumlah tenaga kerja.