

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Hasil
1.	Rosyid Setiawan, Azwar, Lucyana, 2023	Perencanaan Jaringan Irigasi Tersier Blok G Daerah Irigasi (D.I) Lempuing Desa Tugu Mulyo Kecamatan Lempuing Kab. Ogan Komering Ilir	Dari hasil perhitungan analisis kebutuhan air irigasi dengan efisiensi debit saluran irigasi tersier diperoleh efisiensi penyaluran air secara keseluruhan yang diambil sebesar 1,159 l/dt/ha, yang berasal dari saluran sub sekunder Wana Sari untuk mengairi luas area 105 ha. Pada umumnya di D.I Lempuing adalah saluran terbuka yang berbentuk persegi dengan lapisan pelindung dari beton. Maka dari hasil analisis, dengan kecepatan aliran standar di saluran 0,72 m/dt, dengan debit rencana 0,122 m³/dt, maka dari itu dimensi saluran irigasi lebar dasar saluran B = 0,4 m dan tinggi saluran H = 0,31 m.
2.	Muhammad Irvan, Nurwakhid Totok Apriyanto, Ratih Pujiastuti, 2023	Peningkatan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Kripik Kota Semarang	Kebutuhan air untuk irigasi D.I Kripik sesudah penambahan areal adalah sebesar 0,086 m³/dtk. Sedangkan untuk bendung diperlukan lebar bendung 30 m dengan tinggi bendung 1,05 m, lebar mercu bendung 28 m, lebar pembilasnya 1 m dan lebar pilar 1 m (2 Pilar masing-masing 1 m). Jari-jari mercu bendung tipe ambang bulat adalah 0,5 m, tipe

			kolam olak adalah USBR Tipe IV dengan panjang 3,50 m.
3.	David Bili, Muhammad Yamin, I Gusti Ngurah Octova S, 2023	Analisis Debit Pada Saluran Sekunder Irigasi Pelambik Kecamatan Praya Barat Daya Kabupaten Lombok Tengah	Kebutuhan air mulai dari persiapan pengolahan hingga penanaman masih cukup sesuai hasil analisis, dimana kebutuhan air selama periode pengolahan pada tanggal 2 Oktober, debit air $Q = 4691.432 \text{ m}^3/\text{s}$ sedangkan kebutuhan air untuk pengolahan $\text{NFR} = 1290 \text{ m}^3/\text{detik}$. Tingkat efisiensi irigasi pada irigasi sekunder Pelambik memiliki efisiensi rata-rata 35%.
4.	Muhammad Haikal Azmi, Andre Primantyo Hendrawan, Dian Sisinggih, 2022	Studi Perencanaan Tanggul Parapet dan Bronjong Sebagai Salah Satu Upaya Penanggulangan Banjir di Sungai Musi Kabupaten Empat Lawang Provinsi Sumatera Selatan	Hasil perencanaan didapatkan bangunan parapet I tinggi 1,7 m, bangunan parapet II tinggi 2,7 m, bangunan parapet III tinggi 3,2 m, dan bangunan bronjong tinggi 4,0 m. Perhitungan stabilitas terkontrol pada berbagai kondisi (guling, geser, gempa, daya dukung tanah).
5.	Nova Nevila Rodh, Wartono Agung Widodo, 2019	Perencanaan Parapet Wall Bengawan Solo Di Desa Kanor Kecamatan Kanor Kabupaten Bojonegoro	Dari hasil perhitungan diperoleh dimensi tinggi parapet wall 3,5 m, lebar pondasi 2,9 m, tebal parapet (bentuk trapesium) 0.5 m. Dari perhitungan stabilitas terhadap guling Parapet Wall diperoleh nilai $1,56 \geq$ faktor aman dan dari perhitungan stabilitas terhadap geser Parapet Wall diperoleh nilai $1,87 \geq$ faktor aman yang disyaratkan yaitu 1,5 jadi parapet Desa Kanor dinyatakan aman.

2.2 Sistem Irigasi

Sistem irigasi meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi, dan sumber daya manusia. Sebagai suatu sistem pengaliran maka Peraturan Menteri PUPR No.30/PRT/M/2015 tentang Pengembangan dan Pengelolaan Sistem Irigasi menganggap irigasi terdiri atas lima (5) pilar irigasi yaitu:

- Ketersediaan air;
- Infrastruktur;
- Pengelolaan irigasi;
- Institusi irigasi;
- Manusia pelaku.

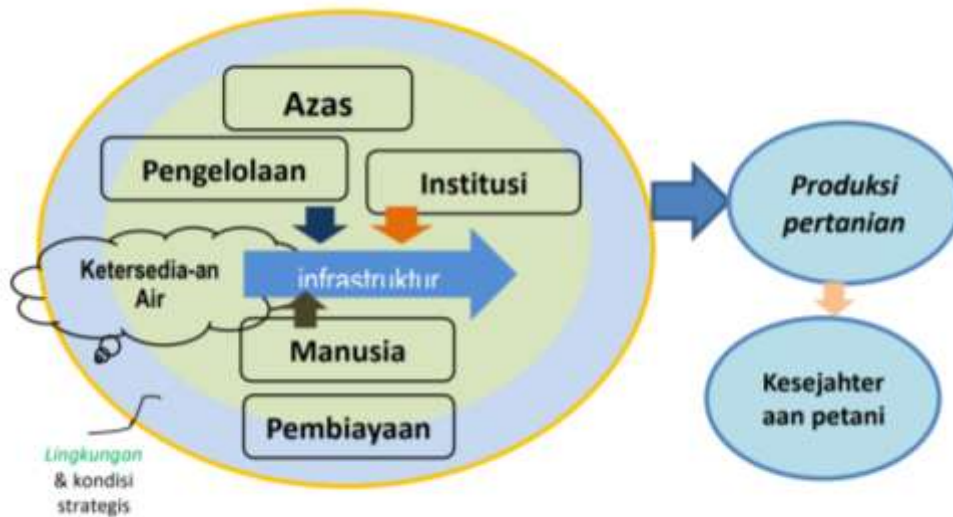
Kelima unsur tersebut harus saling bersesuaian, berhubungan dan saling terkait sehingga dapat dikatakan bahwa irigasi merupakan suatu sistem. Masing-masing unsur tersebut disebut sebagai sub sistem.

Pada prinsipnya irigasi adalah upaya manusia untuk mengambil air dari sumber air, mengalirkannya ke dalam saluran, membagikan ke petak sawah, memberikan air pada tanaman, dan membuang kelebihan air ke jaringan pembuang. Pemberian air irigasi tersebut harus sesuai dengan kebutuhan berdasarkan hal-hal sebagai berikut:

- a. **Tempat** : setiap daerah irigasi mempunyai karakteristik kebutuhan air yang berbeda tergantung dari jenis tanah dan iklim (evapotranspirasi dan curah hujan efektif), serta kehilangan air di saluran.
- b. **Jumlah** : setiap daerah irigasi memiliki luas dan usaha tani yang berbeda.
- c. **Waktu** : setiap fase tanaman pertumbuhan (fase pengolahan tanah, pertumbuhan dan panen) mempunyai kebutuhan air yang berbeda.
- d. **Mutu** : air irigasi harus memenuhi standar mutu irigasi (contoh: salinitas yang sangat rendah).

Oleh sebab itu irigasi disebut sebagai sistem irigasi. Arif dan Subekti (2013) melengkapi kelima pilar irigasi dengan azas hukum serta pembiayaan sehingga lima pilar tersebut menjadi 5 (lima) dan pilar 1 (satu). Agar dapat bekerja sebagai sebuah

sistem maka sistem itu harus berkesesuaian dengan lingkungannya baik lingkungan strategis maupun lingkungan ekologisnya seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Lima Pilar Irigasi

(arif & subekti, 2013)

Sistem irigasi dibangun dan dikelola oleh manusia untuk tujuan kesejahteraan manusia, sehingga manusia merupakan unsur utama dalam pembangunan dan pengelolaan irigasi. Secara fisik sistem irigasi dinyatakan dua pengertian, yaitu jaringan irigasi dan daerah irigasi. Secara fungsional jaringan irigasi dibedakan menjadi empat komponen utama, yaitu bangunan, saluran pembawa, saluran pembuang dan petak yang diairi.

2.2.1 Tujuan, Fungsi dan Manfaat Irigasi

a. Tujuan irigasi:

- Air yang tersedia dapat dipergunakan atau dimanfaatkan secara efektif dan efisien.
- Air yang tersedia dibagi secara adil dan merata.
- Air yang diberikan ke petak-petak tersier secara tepat cara, waktu dan jumlah, sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman.
- Akibat negatif yang mungkin ditimbulkan oleh air berlebihan dapat dihindari.

b. Fungsi irigasi:

- Mendukung produktivitas usaha tani guna meningkatkan produksi pertanian dalam rangka ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani.

c. Manfaat irigasi antara lain:

- Melancarkan aliran air ke lahan persawahan.
- Menyuburkan/meningkatkan kesuburan tanah.
- Sebagai tempat budidaya tumbuhan.
- Pengatur suhu dalam tanah.

2.2.2 Jenis Irigasi

Jenis irigasi di Indonesia meliputi :

- a. **Irigasi permukaan** : sistem irigasi dimana air digenangkan pada tanaman dan dialirkan lewat permukaan tanah, misalnya sistem irigasi pada sawah. Sistem irigasi ini dilakukan oleh sebagian besar petani dalam budidaya pada sawah.
- b. **Irigasi air tanah** : sistem irigasi dimana sumber airnya dari bawah tanah dan dialirkan jaringan irigasi permukaan atau perpipaan dengan menggunakan pompa. Sistem irigasi ini dilakukan pada daerah yang air permukaannya sangat terbatas.
- c. **Jaringan irigasi pompa** : sistem irigasi permukaan yang pengambilan airnya di sungai atau sumber lainnya dengan menggunakan pompa air.
- d. **Jaringan irigasi rawa** : sistem irigasi permukaan yang pengambilan airnya dari rawa.
- e. **Jaringan irigasi tambak** : sistem irigasi untuk keperluan budidaya tambak ikan.

2.2.3 Tipe Pemberian Air Irigasi

- a. **Irigasi genangan** : pemberian air dengan digenangkan pada lahan pertanian umumnya untuk tanaman padi
- b. **Irigasi tetes/mikro** : pemberian air langsung diteteskan pada tanaman dengan menggunakan emitter/penetes dan apabila sumber air tidak cukup bersih diperlukan penyaringan. Metode ini biasanya digunakan oleh petani maju yang membudidayakan Tanaman Bernilai Ekonomi Tinggi (TBET), misalnya melon, semangka, cabe, dll.
- c. **Irigasi curah** : pemberian air dengan cara membentuk pancaran/semprotan/tetesan mirip hujan ke lahan dengan menggunakan sprinkler dan cocok untuk yang lahannya porus.
- d. **Irigasi alur** : memberikan air melalui alur-alur yang telah disediakan dan membasahi langsung pada akar tanaman.

2.3 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Klasifikasi jaringan irigasi permukaan ditentukan oleh keberfungsian sistem jaringan irigasi, yaitu :

- Mengambil air dari sumber;
- Mengalirkan air ke dalam sistem saluran;
- Membagi ke petak sawah;
- Membuang kelebihan air ke jaringan pembuang.

Berdasarkan faktor pengaturan dan pengukuran debit aliran serta kerumitan sistem pengelolaannya, maka sistem jaringan irigasi dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

- a. **Jaringan irigasi sederhana** dicirikan oleh kesederhanaan fasilitas bangunan yang dimiliki, sehingga operasional pembagian air pada jaringan irigasi sederhana pada umumnya air tidak diukur dan diatur. Kondisi ini mungkin diterapkan jika ketersediaan air berlebihan (pada tanah dengan kemiringan sedang sampai curam) dan jika memiliki keterbatasan ketersediaan air irigasi maka kondisi ini harus segera diatasi.

- b. **Jaringan irigasi semi teknis** mempunyai ciri bahwa fasilitas-fasilitas yang ada untuk melaksanakan ke empat fungsinya sudah lebih baik dan lengkap dibandingkan jaringan irigasi sederhana. Misalnya, bangunan pengambilan sudah dibangun permanen, debit sudah diukur, tetapi sistem jaringan pembagi masih sama dengan sistem irigasi sederhana. Hal ini ditunjukkan pemisahan saluran pembawa dan pembuang belum dipisahkan secara baik dan pembagian petak tersier belum dilakukan secara detail, sehingga sulit dilakukan pembagian air.
- c. **Jaringan irigasi teknis** mempunyai fasilitas bangunan yang sudah lengkap. Salah satu prinsip rancang bangun dalam jaringan irigasi adalah pemisahan fungsi jaringan pembawa dengan jaringan pembuang. Bangunan ukur dan bangunan pengatur sangat dibutuhkan dalam pengaturan air irigasi. Petak tersier menjadi sangat penting karena menjadi dasar perhitungan sistem alokasi air, baik jumlah maupun waktu. Jaringan irigasi teknis dilengkapi : Bangunan Pengambilan yang permanen, sistem pembagian air dapat diukur dan diatur, serta jaringan pembawa dan pembuang telah terpisah.

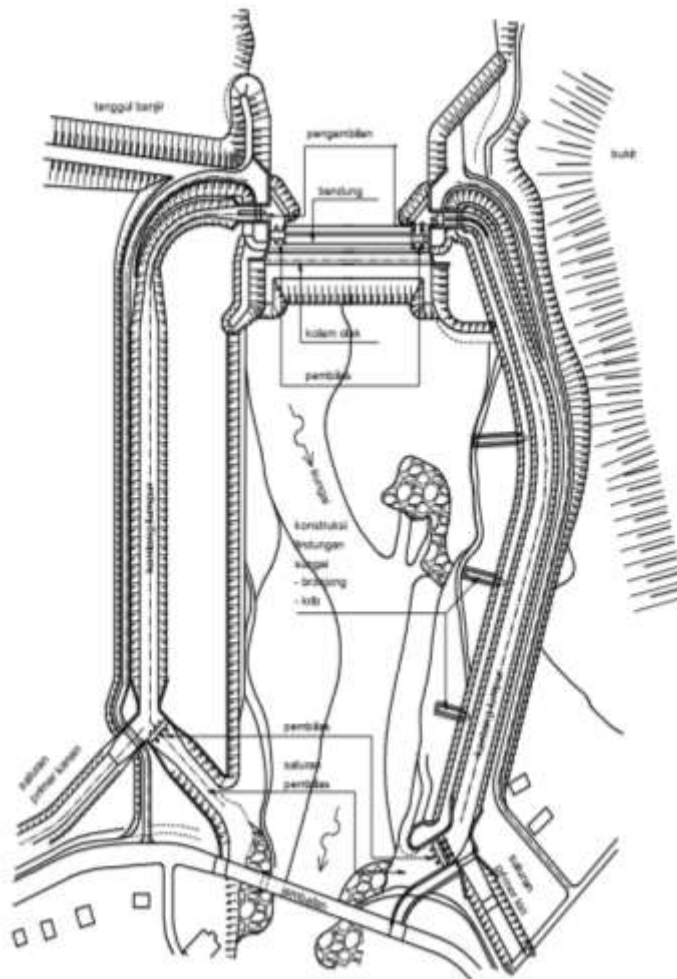
Tabel 2.2 Klasifikasi Jaringan Irigasi

No	Parameter	Jaringan Irigasi		
		Sederhana	Semi Teknis	Teknis
1.	Konstruksi Bangunan	Sederhana	Semi permanen / permanen	Permanen
2.	Pengukuran Debit	Tidak ada	Ada	Ada
3.	Pengaturan Debit	Tidak ada	Tidak ada	Ada
4.	Fungsi Saluran	Saluran pembawa berfungsi ganda sebagai saluran pembuang	Saluran pembawa dan saluran pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran pembawa dan saluran pembuang terpisah

2.4 Bangunan Utama

Bangunan utama (*head works*) dapat didefinisikan sebagai kompleks bangunan yang direncanakan di dan sepanjang sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan saluran agar dapat dipakai untuk keperluan irigasi. Bangunan utama bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan, serta mengukur banyaknya air yang masuk. Bangunan utama terdiri dari:

- Bangunan bendung
- Bangunan pengambilan
- Bangunan pembilas (penguras)
- Kantong lumpur
- Bangunan Perkuatan Sungai
- Bangunan-bangunan pelengkap



Gambar 2.2. Bangunan Utama

2.4.1 Bangunan Bendung dan Bendungan

Bendung (*weir*) dan bendungan (*dam*) adalah dua bangunan yang berbeda. Bendung menurut Direktorat SDA Kementerian PUPR adalah struktur bendungan berkepala rendah (*lowhead dam*), yang berfungsi untuk menaikkan muka air, biasanya terdapat di sungai. Air sungai yang permukaannya dinaikkan akan melimpas melalui puncak / mercu bendung (*overflow*). Bendung dapat digunakan sebagai pengukur kecepatan aliran air di saluran / sungai.

Bendung merupakan bangunan utama dalam irigasi dan memiliki bobot yang tinggi dalam mempengaruhi nilai kinerja sistem irigasi. Dalam melakukan penilaian kinerja sistem irigasi sesuai Peraturan Menteri PUPR Nomor 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi, bendung dibagi menjadi beberapa jenis yakni:

- a. **Bendung Tetap** adalah bangunan yang dipergunakan untuk meninggikan muka air di sungai sampai pada ketinggian yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran irigasi dan petak tersier. Ditinjau dari bahan yang dipergunakan, maka bendung tetap dapat dibagi menjadi : Bendung tetap permanen (misalnya beronjong dari beton, pasangan batu, beronjong dengan mantel); Bendung tetap semi permanen (misalnya dari Beton, pasangan batu, beronjong dengan mantel); Bendung tetap tidak Permanen (misalnya dari kayu, tumpukan batu).
- b. **Bendung Gerak** adalah bangunan yang sebagian besar konstruksinya terdiri dari pintu yang dapat digerakan untuk mengatur ketinggian muka air di sungai.
- c. **Bendung Gerak Karet** adalah bendung gerak yang terbuat dari tabung karet yang mengembang sebagai sarana operasi pembendungan air. Dikategorikan bendung gerak karena karet yang digunakan untuk membendung dapat dikembangkan dan dikempiskan tergantung pada kebutuhan. Bendung gerak karet dilihat dari jenis media pengisi karet terdiri dari dua jenis yakni bendung karet isi udara dan bendung karet isi air.

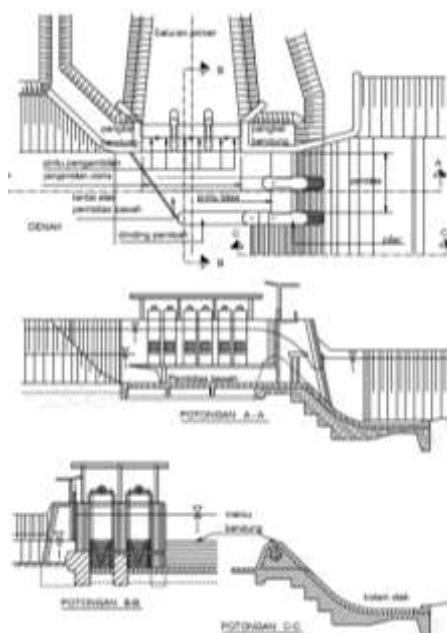
Sedangkan bendungan menurut Peraturan Menteri PUPR Nomor 27/PRT/M/2015 tentang Bendungan mendefinisikan bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, dan beton, yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang, atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk.

2.4.2 Bangunan Pengambilan

Bangunan Pengambilan adalah sebuah bangunan berupa pintu air. Air irigasi dibelokkan dari sungai melalui bangunan ini. Pertimbangan utama dalam merencanakan sebuah bangunan pengambilan adalah debit rencana pengelakan sedimen.

2.4.3 Bangunan Pembilas

Pada tubuh bendung tepat di hilir pengambilan, dibuat bangunan pembilas guna mencegah masuknya bahan sedimen kasar ke dalam jaringan saluran irigasi. Pembilas dapat direncanakan sebagai: pembilas pada tubuh bendung dekat pengambilan, pembilas bawah (undersluice), shunt undersluice¹⁰ dan pembilas bawah tipe boks.



Gambar 2.3. Bangunan Pengambilan dan Bangunan Pembilas

2.4.4 Kantong Lumpur

Bangunan ini berfungsi untuk mengendapkan sedimen halus yang terbawa masuk ke dalam saluran irigasi. Biasanya kantong lumpur ditempatkan setelah bangunan pengambilan. Kantong lumpur dibuat lebih lebar daripada saluran irigasi dengan panjang tertentu agar tercipta kecepatan aliran yang lebih lambat sehingga memberikan kesempatan kepada sedimen halus untuk mengendap. Dasar saluran kantong lumpur juga dibuat lebih rendah yang berfungsi sebagai tempat penampungan endapan sedimen halus tersebut.

Pembersihan kantong lumpur dapat dilakukan dengan membuka pintu penguras kantong lumpur sehingga endapan terbuang kembali ke sungai. Dalam kondisi tidak terdapat pintu penguras kantong lumpur maka pembersihan dilakukan dengan pengerukan baik secara manual maupun menggunakan alat.

2.4.5 Bangunan Perkuatan Sungai

Adanya bangunan bendung yang melintang sungai akan mengubah pola aliran yang dapat menimbulkan sedimentasi maupun penggerusan pada dasar dan tepi sungai. Gerusan dapat membahayakan konstruksi bangunan sehingga diperlukan bangunan perkuatan sungai. Perlindungan terhadap gerusan di hulu tubuh bendung dapat dilakukan dengan membuat pasangan batu atau lantai beton di depan bangunan bendung. Selain pada hulu bendung, sisi hilir bendung juga rawan terhadap gerusan. Gerusan pada hilir dapat diatasi dengan membuat lapisan batu kosong atau menggunakan bronjong yang ditempatkan setelah kolam olak.

Gerusan juga dapat terjadi terhadap tanggul sungai baik di hulu maupun di hilir bendung. Perkuatan tanggul sungai dapat menggunakan bronjong, pasangan batu kosong, pasangan batu maupun beton. Dalam kondisi sungai pada hilir bendung yang lebar dan dalam dapat digunakan krib yang dibangun tegak lurus terhadap tanggul.

2.4.6 Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap irigasi adalah bangunan air yang melengkapi sistem drainase dan saluran primer dan sekunder. Beberapa contoh bangunan pelengkap irigasi adalah:

- a. **Talang** merupakan saluran buatan yang melintasi permukaan tanah yang rendah (lembah, saluran irigasi/pembuang, sungai). Talang dipergunakan pada tempat dimana perbedaan tinggi antara saluran irigasi dengan permukaan tanah yang dilewati cukup tinggi dan dipandang lebih ekonomis dibandingkan dengan siphon. Talang dapat terbuat dari beton, baja, kayu atau paralon PVC/HDPE.
- b. **Siphon** merupakan bangunan saluran tertutup yang berguna untuk mengalirkan air yang melintasi tempat dengan perbedaan tinggi yang relatif kecil dibanding dengan muka air di saluran. Siphon dipakai untuk mengalirkan air irigasi dengan menggunakan gravitasi di bawah saluran pembuang, cekungan, anak sungai atau sungai. Siphon juga dipakai untuk melewatkan air irigasi dibawah jalan, jalan kereta api atau bangunan-bangunan lainnya.
- c. **Bangunan terjun** adalah bangunan yang berfungsi untuk mengurangi kemiringan saluran. Bangunan terjun dapat dipisahkan menjadi dua tipe, yaitu bangunan terjun tegak dan bangunan terjun miring. Bangunan terjun tegak pada umumnya dipergunakan pada perbedaan ketinggian maksimum 1,5 m dengan debit lebih kecil dari 2,5 m³/detik atau perbedaan ketinggian 0,75 m dengan debit lebih besar dari 2,5 m³/detik. Jika perbedaan ketinggian air antara 1,5 - 2,5 m, maka dipergunakan bangunan terjun miring. Untuk mencegah muka air yang tinggi atau rendah di saluran akibat terjunan, dipakai mercu tetap atau celah kontrol trapesium (trapeziodal notch).
- d. **Bangunan got miring** dipergunakan pada trase saluran dengan kemiringan yang cukup tajam. Got miring berupa potongan saluran yang diberi pasangan (lining) dengan aliran super kritis, dan umumnya mengikuti kemiringan medan alamiah dengan beda tinggi di atas 2,5 m. Bangunan ini

dilengkapi dengan kolam olak pada bagian hilir dan untuk mencegah muka air yang tinggi atau rendah di saluran akibat terjunan, dipakai mercu tetap atau celah kontrol trapesium (trapeziodal notch)

- e. **Gorong-gorong** adalah bangunan yang berfungsi untuk mengalirkan air di bawah bangunan (jalan, rel kereta api) atau untuk mengalirkan air di persilangan antara saluran pembuang dengan saluran pembawa.
- f. **Terowongan** dibangun apabila keadaan ekonomi/anggaran memungkinkan untuk saluran tertutup guna mengalirkan air melewati bukit-bukit dan medan yang tinggi. Aliran yang mengalir dalam terowongan adalah aliran terbuka.
- g. **Bangunan pelimpah samping** berfungsi untuk membatasi debit yang masuk ke saluran pembawa dan melimpaskan kelebihan air hujan yang masuk ke saluran pembawa.
- h. **Jalan dan Jembatan.** Jalan yang dimaksud adalah jalan masuk dan jalan inspeksi, untuk menunjang kegiatan operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi pembawa dan pembuang oleh instansi yang membidangi irigasi. Untuk menghubungkan jalan inspeksi yang dipisahkan oleh saluran irigasi, saluran pembuang dan sungai diperlukan jembatan. Masyarakat dapat menggunakan fasilitas ini untuk sarana transportasi sesuai ketentuan yang ditetapkan oleh pengelola irigasi. Jika saluran dibangun sejajar dengan jalan umum di dekatnya, maka tidak diperlukan jalan inspeksi di sepanjang ruas saluran tersebut.
- i. **Tanggul** diperlukan untuk melindungi daerah irigasi terhadap banjir yang berasal dari sungai atau saluran pembuang yang besar. Pada umumnya tanggul diperlukan di sepanjang sungai di sebelah hulu bendung atau di sepanjang saluran primer.

2.5 Saluran Irigasi

Saluran irigasi adalah bangunan yang berfungsi untuk mengalirkan air dari sumbernya ke lahan pertanian. Saluran irigasi memiliki beberapa fungsi, di antaranya: mengambil air dari sumber air, membawa air ke lahan pertanian, mendistribusikan air ke tanaman, dan mengatur dan mengukur aliran air. Saluran irigasi memiliki beberapa jenis, di antaranya:

- a. **Saluran pembawa** merupakan prasarana jaringan irigasi untuk mengalirkan air irigasi. Terdiri dari :
 - **Saluran primer atau saluran induk**, yaitu saluran yang membawa air dari bangunan utama ke saluran sekunder
 - **Saluran sekunder**, yaitu saluran yang membawa air dari saluran primer ke petak-petak yang dilayani. Saluran ini dimulai dari bangunan bagi/sadap di saluran primer dan berakhir pada bangunan sadap terakhir di saluran sekunder.
 - **Saluran tersier**, yaitu saluran yang membawa air dari bangunan sadap tersier di saluran primer maupun sekunder ke saluran kuarter. Saluran ini dimulai dari bangunan sadap tersier dan berakhir pada boks kuarter terakhir.
 - **Saluran kuarter**, yaitu saluran yang membawa air dari boks kuarter ke petak-petak yang diari.
- b. **Saluran pembuang**, yaitu saluran yang mengalirkan air lebih dari saluran pembuang sekunder ke luar daerah irigasi.

Dalam melakukan perencanaan saluran pembawa perlu memperhatikan data topografi, kapasitas rencana, data geoteknik serta data sedimen. Data-data tersebut akan mempengaruhi pemilihan trase saluran, dimensi saluran, jenis konstruksi saluran serta kemiringan saluran. Perencanaan saluran dilakukan secara matang agar menghasilkan biaya konstruksi dan pemeliharaan yang terendah. Perencanaan saluran dapat mengacu pada Kriteria Perencanaan Irigasi (KP-03) bagian Saluran dan Kriteria Perencanaan Irigasi (KP-05) bagian Petak Tersier.

2.6 Kebutuhan Air Irigasi

Tanaman membutuhkan air agar dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Air tersebut berasal dari air hujan maupun air irigasi. Air irigasi adalah sejumlah air yang pada umumnya diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi, guna menjaga keseimbangan jumlah air lahan pertanian.

Berdasarkan persamaannya, kebutuhan air irigasi dapat diartikan sebagai jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah.

Kebutuhan air untuk berbagai jenis tanaman ditinjau terhadap tanaman padi dan palawija. Faktor-faktor yang menentukan untuk tanaman padi tergantung pada :

2.6.1 Evapotranspirasi

Transpirasi (penguapan melalui tanaman) dan evaporasi (proses penguapan bebas) dari permukaan tanah bersama-sama disebut evapotranspirasi atau kebutuhan air (*consumptive-use*). Evapotranspirasi ada tiga macam yaitu:

- a. **Evapotranspirasi Potensial (ET_p)** adalah besarnya evapotranspirasi dari suatu keadaan dimana terdapat kandungan air optimum, dan pengaturan agronomi yang optimum. ET_p dipengaruhi oleh keadaan iklim dan cuaca serta kemampuan tanaman mengabsorpsi air. ET_p selalu lebih besar atau sama dengan Evapotranspirasi Actual (ET_a).
- b. **Evapotranspirasi Actual (ET_a)** adalah evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi yang sebenarnya dari suatu jenis tanaman. ET_a dipengaruhi oleh iklim, cuaca dan kemampuan tanaman mengabsorpsi air dalam kondisi *moisture content* tanah yang sebenarnya.
- c. **Evapotranspirasi Acuan (ET_o)** adalah evapotranspirasi dari suatu permukaan tanah yang ditumbuhi oleh rumput hijau homogen setinggi 8 s/d 15 cm, yang tumbuh dengan aktif menutupi tanah secara sempurna dan tidak kekurangan air.

Evapotranspirasi adalah faktor dasar untuk menentukan kebutuhan air dalam rencana irigasi dan merupakan proses yang penting dalam siklus hidrologi. Satuan daripada evapotranspirasi pada umumnya dinyatakan dalam mm/hari atau mm/masa pertumbuhan.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ mm/hari} &= 10.000 \text{ liter/ha.hari} \\
 &= 1 \text{ liter/m}^2.\text{hari} \\
 &= 10 \text{ m}^3/\text{ha.hari} \\
 &= 0,11574074 \text{ liter/detik.hari}
 \end{aligned}$$

2.6.2 Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Pada umumnya jumlah air yang dibutuhkan untuk penyiapan lahan dapat ditentukan berdasarkan kedalaman serta porositas tanah disawah. Rumus berikut dipakai untuk memperkirakan kebutuhan air untuk lahan.

$$PWR = \frac{(Sa-Sb)N.d}{10^4} + Pd + Fl \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

PWR = Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (mm)

Sa (%) = Derajat kejenuhan tanah setelah penyiapan lahan dimulai

Sb (%) = Derajat kejenuhan tanah sebelum penyiapan lahan dimulai

N = Porositas tanah dalam (%) pada harga rata-rata untuk kedalaman tanah

D = Asumsi kedalaman tanah setelah pekerjaan penyiapan lahan (mm)

Pd = Kedalaman genangan setelah pekerjaan penyiapan lahan (mm)

Fl = Kehilangan air disawah selama 1 hari (mm).

2.6.3 Kebutuhan Air Selama Penyiapan Lahan

Untuk menghitung kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlsha (1968). Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam liter/detik selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan rumus sebagai berikut.

$$Lp = M.e^k / (e^k - 1) \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

- Lp = kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari)
M = kebutuhan air irigasi untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan
e = bilangan Napier (2,72)
k = konstanta.

$$M = Eo + P \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

- Eo = evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 Eto selama penyiapan lahan (mm/hari)
P = perkolasi (mm/hari)

$$k = (M \times T) / S \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- T = jangka waktu penyiapan lahan (hr)
S = kebutuhan air, dengan lapisan 50 m

Kebutuhan air irigasi untuk penyiapan lahan dengan menggunakan rumus di atas dapat diperlihatkan pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Kebutuhan Air Irigasi Selama Penyiapan Lahan

Eo+p mm/hari	T = 30 hari		T = 45 hari	
	S = 250 hari	S = 300 hari	S = 250 hari	S = 300 hari
5	11,1	12,7	8,4	9,5
5,5	11,4	13	8,8	9,8
6	11,7	13,3	9,1	10,1
6,5	12	13,6	9,4	10,4
7	12,3	13,9	9,8	10,8
7,5	12,6	14,2	10,1	11,1

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986

2.6.4 Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif adalah jumlah air yang dipakai oleh tanaman untuk proses fotosintesis dari tanaman tersebut. Penggunaan konsumtif dihitung dengan rumus berikut:

$$Etc = Kc \times Eto \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

Etc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Eto = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

Kc = Koefisien tanaman

Harga-harga koefisien tanaman yang akan dipakai untuk menghitung evapotranspirasi potensial menggunakan Penman modifikasi yang diperkenalkan oleh Nedeco/Prosida atau FAO adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4 Harga-Harga Koefisien Tanaman

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

Sumber: Standard perencanaan (KP 01)

2.6.5 Perkolasi

Perkolasi adalah gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh, yang tertekan di antara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah (zona jenuh). Daya perkolasi (P) adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan, yang besarnya dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam zona tidak jenuh yang terletak antara

permukaan tanah dengan permukaan air tanah. Pada pedoman kriteria perencanaan irigasi tahun 1981, berikut :

Tabel 2.5 Nilai-Nilai Perkolasi

Daerah	Perkolasi (mm/hari)				
	I	II	III	IV	IV
Up Land	6	5	4	3	0
Low Land	3	2	2	1	0

Sumber: Anonim, 1981

Tabel 2.6 Harga Perkolasi Dari Berbagai Jenis Tanah

No.	Macam Tanah	Perkolasi (mm/hr)
1.	Sandy Loam	3-6
2.	Loam	2-3
3.	Clay	1-2

Sumber: Soemarto, 1987

2.6.6 Penggantian Lapisan Air (WLR)

Penggantian lapisan air dilakukan setelah permukaan. Penggantian lapisan air dilakukan menurut kebutuhan. Jika ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama 1/2 bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

2.6.7 Analisis Curah Hujan Efektif

Analisis curah hujan digunakan untuk menentukan curah hujan rata-rata tengah bulanan. Menentukan curah hujan efektif R80 kemudian mencari curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija. Secara empiris curah hujan dapat dihitung metode rangking :

- Data curah hujan tahunan dirangking dari besar ke yang kecil
- Rangking urutan R80 dapat ditentukan dengan memakai metode probabilitas yaitu dengan Metode Weibull:

$$R_{80} = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

R_{80} = curah hujan sebesar 80%

N = jumlah tahun data data

m = nomor urut data dari besar ke kecil

Untuk irigasi padi curah hujan efektif bulanan diambil 70% dari curah hujantengah bulanan yang terlampaui 80% dari periode waktu tersebut. Untuk curah hujan efektif untuk palawija ditentukan dengan periode bulanan (terpenuhi 50%) dikaitkan dengan curah hujan rata-rata bulanan.

Untuk padi:

$$Re = 0,7 \times R_{80} / \text{periode pengamatan} \dots \dots \dots (2.7)$$

Untuk palawija:

$$Re = 0,5 \times R_{80} / \text{periode pengamatan} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

R_{80} = curah hujan dengan kemungkinan terjadi sebesar 80%

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

2.6.8 Pola Tanam

Untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Tabel dibawah ini merupakan contoh pola tanam yang dapat dipakai.

Tabel 2.7 Pola Tanam

No.	Ketersediaan air untuk jaringan irigasi	Pola tanam dalam satu tahun
1.	Tersedia air cukup banyak	Padi-Padi-Palawija
2.	Tersedia air dalam jumlah cukup	Padi-Padi-Bero Padi-Palawija-Palawija
3.	Daerah cenderung kekurangan air	Padi-Palawija-Bero Palawija-Padi-Bero

Sumber: S.K. Sidharta, Irigasi dan Bangunan Air, 1997

2.7 Kebutuhan Air di Sawah

Perkiraan banyaknya air untuk irigasi didasarkan pada faktor-faktor jenis tanaman, jenis tanah, cara pemberian airnya, cara pengolahan tanah, banyak turun curah hujan, waktu penanaman, iklim, pemeliharaan saluran dan bangunan bendung dan sebagainya. Banyaknya air untuk irigasi pada petak sawah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$NFR = Etc + P + WLR - Re \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

NFR = *Netto Field Water Requirement*, kebutuhan bersih air di sawah
(mm/hari)

Etc = Evaporasi tanaman

P = Perkolasi (mm/hari)

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = kedua penggantian lapis air

Kebutuhan air irigasi untuk padi dihitung dari kebutuhan air sawah dibagikan efesiensi keseluruhan dengan koefisien = 0,65. Dapat diperkirakan dengan rumus:

$$IR = \frac{NFR}{Ef} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

IR = kebutuhan air irigasi untuk padi (mm/hr)

NFR = kebutuhan air disawah (mm/hr)

Ef = efisiensi yang terdiri dari efisiensi di saluran dan bangunan tersier
(0,65)

Dan untuk kebutuhan air total pengambilan pada sumbernya adalah air yang diperlukan untuk kebutuhan pengambilan pada sumbernya dihitung dari kebutuhan air irigasi untuk padi lalu dibagikan dengan konstanta pengubah mm/hr ke l/dt/ha

dengan koefisien penentunya = 8,64 dan dijumlahkan untuk pencarian dimensi talang air.

$$DR = \frac{IR}{8,64} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

DR = kebutuhan air pengambilan (lt/dt/ha)

IR = kebutuhan air untuk padi (mm/hr)

8,64 = konstanta pengubah mm/hr ke lt/dt/ha

2.7.1 Kebutuhan Total Air di Sawah (GFR)

Kebutuhan total air disawah adalah air yang diperlukan dari mulai penyiapan lahan, pengolahan lahan, sehingga siap untuk di tanami, sampai pada masa panen. Dengan kata lain, air yang di perlukan dari awal sampai selesainya penanaman. Kebutuhan total air disawah dapat di hitung dengan rumus:

$$GFR = Etc + P + WLR \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

GFR = Kebutuhan total air di sawah (mm / hari atau Lt / hari. ha)

Etc = Evaporasi tanaman (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

WLR = kedua penggantian lapis air

2.8 Debit Aliran

Menurut Dumairy (1992), debit adalah suatu koefisien yang menyatakan banyaknya air yang mengalir dari suatu sumber persatuan waktu, biasanya diukur dalam satuan liter per detik. Kecepatan aliran juga bisa diukur dengan menggunakan alat *current meter*. Alat berbentuk propeler tersebut dihubungkan dengan kotak pencatat, kemudian dimasukkan kedalam irigasi yang akan diukur kecepatan alirannya. Bagian ekor alat tersebut menyerupai sirip dan akan berputar karena gerakan aliran air. Tiap putaran ekor akan dicatat oleh alat monitor dan kecepatan aliran air ditentukan dengan jumlah putaran per detik untuk dihitung

dengan menggunakan persamaan matematik yang khusus dibuat untuk lama waktu pengukuran tertentu. Dalam pengukuran debit air secara tidak langsung, yang perlu diperhatikan adalah kecepatan aliran dan luas penampang aliran.

Debit rencana sebuah saluran dihitung dengan rumus umum berikut :

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(2.13)$$

$$Q = DR \text{ Total} \times L \text{ (luas area sawah)} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

Q = Debit rencana (l/dt)

V = kecepatan aliran (m/s)

A = Luas daerah yang diairi (ha)

DR Total = kebutuhan air pengambilan (lt/dt/ha)

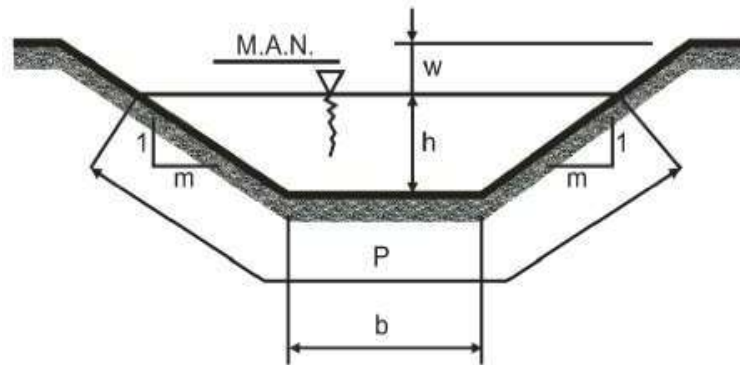
L = luas area sawah yang belum teraliri

2.9 Penampang Ekonomis

Saluran terdiri dari saluran tertutup dan saluran terbuka. Saluran tertutup contohnya saluran yang menggunakan pipa, dan saluran terbuka contohnya saluran air untuk drainase kota. Menurut Triatmodjo B., (1993) saluran terbuka yang ekonomis adalah saluran yang dapat mengalirkan debit yang besar dan keliling basah minimum. Bentuk saluran yang demikian dapat diperoleh dari penampang berbentuk setengah lingkaran Saluran yang berpenampang dengan bentuk setengah lingkaran sangat sulit proses pembuatannya jika dibandingkan dengan saluran yang mempunyai penampang berbentuk segiempat atau trapesium. Oleh karena itu walaupun bentuk saluran setengah lingkaran paling ekonomis, namun bentuk ini sangat jarang digunakan di lapangan. Alternatif lain yang diterapkan di lapangan adalah dengan memakai saluran berbentuk segiempat untuk dinding beton dan pasangan batu, dan saluran tanah didesain dengan bentuk trapesium. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan mutu dan keamanan bangunan saluran.

2.9.1 Saluran Trapesium

Penampang saluran dikatakan ekonomis apabila pada debit aliran tertentu luas penampang saluran minimum dengan R maksimum atau P minimum. Untuk saluran trapesium, penampang ekonomis dapat dihitung sebagai berikut:



Gambar 2.4 Saluran Trapesium

$$\text{Luas (A)} = (b+mh) h \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$\text{Jari-jari Hidrolik} = \frac{(b+mh)' h}{b+2h\sqrt{1+m^2}} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$\text{Lebar Puncak (T)} = b+2mh \dots\dots\dots (2.18)$$

$$\text{Faktor Penampang} = \frac{(b+2mh)h}{b+2mh} \dots\dots\dots (2.19)$$

2.10 Perencanaan Hidrolis

2.10.1 Kecepatan Maksimum

Kecepatan-kecepatan maksimum untuk aliran subkritis berikut ini dianjurkan pemakaiannya :

- pasangan batu, kecepatan maksimum 2 m/dt
- pasangan beton, kecepatan maksimum 3 m/dt
- pasangan tanah, kecepatan maksimum yang diizinkan
- Ferrocemen, kecepatan 3 m/dt

Kecepatan maksimum yang diizinkan juga akan menentukan kecepatan rencana untuk dasar saluran tanah dengan pasangan campuran. Prosedur perencanaan

saluran untuk saluran dengan pasangan tanah adalah sama dengan prosedur perencanaan saluran tanah. Ada beberapa rumus Kecepatan antara lain:

- a. Rumus Kecepatan Chezy

$$v = C \sqrt{R} \dots \dots \dots (2.20)$$

- b. Rumus Kecepatan Manning

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot \sqrt{S} \dots \dots \dots (2.21)$$

- c. Rumus Kecepatan Strickler

$$v = K_{st} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana:

C = Koefisien kekasaran dinding saluran (koef. Chezy)

R = Radius hidrolis

S = Kemiringan dasar saluran

K_{st} = Koefisien kekasaran Strickler

2.10.2 Tinjauan kehilangan dan Efisiensi penyaluran air

Perhitungan kehilangan air pada saluran diperhitungkan sebagai selisih antara debit *inflow* dan debit *outflow* untuk setiap ruas pengukuran dengan persamaan ;

$$K = (Q_{in} - Q_{out}) \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana;

K = jumlah kehilangan air

Q_{in} = debit inflow (debit masuk)

Q_{out} = debit outflow (debit keluar)

Efisiensi penyaluran air menunjukkan tingkat efisiensi pemakaian daya air yang tersedia yang dinyatakan dalam (%).

$$Ef = Q_{in} / Q_{out} \times 100\% \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana:

Ef = efisiensi irigasi

Q_{in} = debit inflow

Q_{out} = debit outflow

2.11 Perencanaan Struktur Parapet

2.11.1 Pengertian Parapet

Parapet merupakan pembatas penghalang, oleh karena itu parapet menjadi bagian dari dinding eksterior yang menerus ke atas permukaan atau terusan dari bangunan di bawahnya. Terkait teknis pengerjaan parapet, ada metode yang digunakan mulai dari pekerjaan galian, pekerjaan pembesian, pemasangan bekisting dan pengecoran dinding parapet untuk menahan penambahan debit air akibat perluasan area alokasi pembagian air hingga ke petak tersier.

2.11.2 Analisis Stabilitas

Analisis stabilitas parapet sangat penting dalam merancang struktur yang aman dan tahan lama. Analisis ini mempertimbangkan berbagai faktor beban dan kondisi yang dapat mempengaruhi kekuatan dan kestabilan parapet. Dengan melakukan analisis yang tepat, dapat memastikan bahwa parapet tidak hanya berfungsi secara fungsional, tetapi juga aman terhadap berbagai potensi kegagalan struktural.

a. Dimensi

Berikut data dimensi yang digunakan dalam perhitungan perencanaan parapet :

- Lebar total pondasi (B) : meter (m)
- Unit panjang (L) : meter (m)
- Variasi lebar (b_{12} , b_{21} , b_{22}) : meter (m)
- Variasi tinggi (h_1 , h_{31} , h_4) : meter (m)

b. Parameter

Parameter yang digunakan dalam perhitungan perencanaan parapet adalah sebagai berikut:

- Beban bergerak (q) : t/m^2
- Berat jenis beton (γ_c) : t/m^3
- Berat volume air (γ_w) : t/m^3
- Berat volume tanah (γ_{soil}) : t/m^3

- Berat volume tanah dalam keadaan jenuh (γ_{sat}) : t/m^3
- Kohesi (c) : t/m^2
- Sudut geser (ϕ) : $^\circ$ (derajat)
- Sudut alpha (α) : $^\circ$ (derajat)
- Sudut beta (β) : $^\circ$ (derajat)
- Koefisien seismik (K_h)
- Koefisien gesekan (μ)
- Koefisien uplist (U_μ)
- Faktor keamanan guling ($|e|$)
- Faktor keamanan geser (f_s)
- Daya dukung tanah maksimum (q_{maks}) : t/m^2

Beberapa perhitungan yang biasanya terlibat dalam analisis stabilitas parapet meliputi:

- Perhitungan faktor keamanan terhadap guling (*overturning*) dengan membandingkan momen yang menyebabkan guling dengan momen yang menahan guling (biasanya momen dari beban berat parapet).
- Perhitungan gaya geser dan momen untuk memastikan parapet dapat menahan beban yang bekerja pada posisi tertentu.
- Perhitungan daya dukung tanah yang mendukung parapet, untuk memastikan tanah dasar dapat mendukung beban yang ditransfer dari parapet tanpa terjadinya penurunan berlebihan.

Tabel 2.8 Analisis Stabilitas

Faktor Keamanan	Keadaan Normal	Keadaan Seismik
Faktor keamanan terguling	$ e < B/6$	$ e < B/6$
Faktor keamanan terhadap geser	$F_s > 1.5$	$F_s > 1.5$
Daya dukung tanah maksimum	$q_{\text{maks}} > q_a$	$q_{\text{maks}} > q_{ae}$