

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan sangat penting bagi pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, industri dan untuk kepentingan-kepentingan lainnya. Kondisi tersebut perlu mendapat perhatian khusus, karena sangat berpengaruh terhadap pemanfaatan air untuk kebutuhan tanaman. Untuk sektor pertanian yaitu penyediaan kebutuhan air membutuhkan adanya teknik pengelolaan sumber daya air. Teknik tersebut tidak hanya aspek fisik tetapi juga aspek non fisik yaitu sosial budaya. Pengelolaan sumber daya air yang dimaksudkan di sini adalah peningkatan kinerja pendistribusian dan pengalokasian air secara efektif dan efisien. Hal tersebut tidak lepas dari usaha teknik irigasi yaitu memberikan air dengan kondisi tepat mutu, tepat ruang dan tepat waktu dengan cara efektif dan ekonomis.

Kebutuhan air irigasi pada sektor pertanian dengan sistem irigasi memiliki banyak permasalahan. Salah satu persoalan utama yang terjadi dalam penyediaan air irigasi adalah semakin langkanya ketersediaan air pada waktu

tertentu. Jumlah air yang sampai pada waktu tertentu mengalami pengurangan sepanjang saluran yang dilaluinya. Pada sisi lain permintaan air untuk berbagai kebutuhan cenderung semakin meningkat sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk, keragaman pemanfaatan air, pengembangan pembangunan, serta kecenderungan menurunnya kualitas air akibat pencemaran oleh berbagai kegiatan (Bustomi, 2007).

Jaringan Irigasi yang baik untuk mempermudah dalam menunjang ketersediaan air yang lebih optimal. Upaya peningkatan irigasi membutuhkan penanganan tersendiri dalam suatu sistem perencanaan komprehensif yakni bangunan irigasi dan ketersediaan air yang berlebih atau kurang sehingga distribusi air yang secara alami maupun rekayasa manusia, dapat terdistribusi dengan merata.

Air yang mengalir dari saluran primer ke saluran sekunder dan tersier menuju ke sawah sering terjadi kehilangan air sehingga dalam perencanaan selalu dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan air yang terjadi erat hubungannya dengan efisiensi. Besaran efisiensi dan kehilangan air berbanding terbalik. Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Efisiensi irigasi menunjukkan angka daya guna pemakaian air yaitu merupakan perbandingan antara jumlah air yang digunakan dengan jumlah air yang diberikan. Sedangkan kehilangan air adalah selisih antara jumlah air yang diberikan dengan jumlah air yang digunakan.

Kehilangan air yang terjadi pada saluran primer, sekunder dan tersier melalui evaporasi, perkolasi, rembesan, bocoran dan eksploitasi. Evaporasi, perkolasi, bocoran, dan rembesan relatif lebih mudah untuk diperkirakan dan dikontrol secara teliti. Sedangkan kehilangan akibat eksploitasi (faktor operasional) lebih sulit diperkirakan dan dikontrol tergantung pada bagaimana sikap tanggap petugas operasi dan masyarakat petani pengguna air.

Daerah Irigasi D.1 Osaka memiliki Jaringan Irigasi permukaan. Besarnya peningkatan tekanan pada sumber daya air yang tersedia untuk irigasi dan kebutuhan lainnya, terutama selama musim kemarau, membutuhkan Jaringan Irigasi yang memiliki efisiensi yang tinggi untuk menyalurkan air irigasi. Diduga adanya kehilangan air pada saluran irigasi akibat kebocoran, rembesan dan evaporasi pada saluran tersebut.

Pokok permasalahan yang dihadapi di Daerah Irigasi D.1 Osaka sesungguhnya merupakan fenomena yang lazim terjadi di daerah irigasi lain di Indonesia, yaitu pada musim kemarau tidak semua petak sawah dapat terairi secara merata. Gejala kekurangan air irigasi yang dapat dilihat secara kasat mata tersebut antara lain disebabkan kondisi jaringan irigasi yang kurang perawatan, banyaknya tumbuhan di areal bendung dan saluran yang mengganggu aliran air irigasi. Kehilangan air irigasi yang menyebabkan terjadinya kondisi kekurangan air pada petak-petak sawah, dapat

diminimalisir jika program peningkatan dan rehabilitasi irigasi berjalan baik, disamping pelaksanaan kegiatan pemeliharaan rutin dan berkala terhadap seluruh saluran irigasi.

Berdasarkan tinjauan singkat tentang pokok masalah yang dihadapi daerah Irigasi maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian “**ANALISIS KEHILANGAN AIR PADA SALURAN SEKUNDER BDK.II-3 SAMPAI BDK.II-4 DI DAERAH IRIGASI D.1 OSAKA PASIR BARU KABUPATEN ROKAN HULU**” dengan harapan dapat memberikan gambaran dan solusi bagi pengambil kebijakan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan tinjauan singkat tentang pokok masalah yang dihadapi Daerah Irigasi D.1 Osaka dan latar belakang penelitian yang telah dikemukakan di atas, berikut ini adalah rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Apa saja penyebab terjadinya kehilangan air pada saluran Sekunder BDK.II-3 sampai BDK.II-4 ?
2. Berapakah besarnya debit air yang hilang akibat kebocoran, rembesan dan evaporasi pada Saluran Sekunder BDK.II-3 sampai BDK.II-4?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui penyebab terjadinya kehilangan air pada saluran Sekunder BDK.II-3 sampai BDK.II-4.
2. Untuk mengetahui besarnya debit air yang hilang akibat kebocoran, rembesan dan evaporasi pada Saluran Sekunder BDK.II-3 sampai BDK.II-4.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui penyebab terjadinya kehilangan air pada Saluran Sekunder BDK.II-3 sampai BDK.II-4.
2. Dapat mengetahui besarnya debit air yang hilang pada Saluran Sekunder BDK.II-3 sampai BDK.II-4.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah adalah:

1. Tidak menghitung kebutuhan air petak sawah
2. Saluran yang di tinjau daerah irigasi D1 Osaka, saluran irigasi BDK.II-3 sampai BDK.II-4
3. Menghitung debit air yang hilang pada saluran sekunder menggunakan
4. Meninjau kehilangan air akibat kebocoran, rembesan dan evaporasi pada saluran BDK.II-3 sampai BDK.II-4

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian penelitian yang dilakukan penulis. Berikut 10 jurnal yang berkaitan dengan judul proposal saya.

1. (Idrus, A. 2024), melakukan penelitian dengan judul “*Analisis kehilangan air pada saluran sekunder Salulemo 4 Kecamatan Baebunta Kabupaten Luwu Utara*” Penelitian ini dilaksanakan di saluran irigasi Sekunder Salulemo 4 Kecamatan Baebunta Kabupaten Luwu Utara. Waktu penelitian berlangsung pada bulan Januari sampai Februari 2024. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kehilangan air pada jaringan irigasi sekunder salulemo 4 Kecamatan Baebunta Kabupaten Luwu Utara. Data diperoleh dari dokumentasi yang tersedia dan hasil wawancara dengan pejabat/petugas yang relevan dengan tujuan penelitian ini. Hasil analisis menunjukkan bahwa debit air yang di dapatkan pada saluran sekunder Salulemo 4 dengan panjang saluran 1.050 meter sebesar $0.580 \text{ m}^3/\text{detik}$, sedangkan kehilangan air secara keseluruhan pada saluran irigasi sekunder Salulemo 4 dengan panjang saluran 1.050 meter sebesar 5,952%.
2. (Kurniadi, A. 2023), melakukan penelitian dengan judul “*analisis esisiensi dan kehilangan air pada saluran sekunder Bialo D.I Bettu Kabupaten Bulukumba*” Untuk memenuhi kebutuhan air tersebut manusia melakukan berbagai upaya untuk mendapatkannya. Dalam hal ini pemenuhan air bersih yang akan dikonsumsi, baik untuk air minum maupun untuk kebutuhan lainnya dapat dilakukan dengan berbagai cara, disesuaikan

dengan sarana dan prasarana yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kehilangan air di jaringan irigasi yang disebabkan penguapan, pengambilan air untuk keperluan lain, atau kebocoran disepanjang saluran. Berdasarkan kriteria perencanaan irigasi, besarnya kehilangan air di jaringan irigasi dapat diminimalkan dengan cara perbaikan sistem pengelolaan air dan perbaikan fisik prasarana irigasi. Maka pada saluran sekunder Bialo memiliki tingkat efisiensi sebesar 58% yang masih berada pada kategori baik atau masih berfungsi baik untuk mengalirkan air ke saluran tersier. Tingkat efisiensi ini didukung dengan bangunan fisik irigasi saluran sekunder bialo yang masih dalam kondisi baik dan saluran sekunder Bialo ini meskipun kondisi fisik bangunan masih baik, namun tetap mengalami kehilangan air yang disebabkan karena adanya kehilangan evaporasi dan rembesan yang menyebabkan kehilangan air sebesar $0,1368 \text{ m}^3/\text{s}$. Meskipun mengalami kehilangan air tetapi masih memiliki tingkat efisiensi yang masih dalam kondisi baik.

3. (Permadi, D. 2022) *melakukan penelitian dengan judul “efisiensi saluran irigasi di daerah Rawa Terantang kabupaten Barito Kuala”* Daerah Irigasi Rawa Terantang merupakan salah satu daerah irigasi rawa yang ada di Kabupaten Barito Kuala. Irigasi ini bertujuan untuk menyalurkan dan mengalirkan air ke lokasi petak sawah atau pertanian. Luas lahan potensial yang ada yaitu kurang lebih seluas 3.020 Ha. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis besarnya efisiensi dan kehilangan air di Saluran. Perhitungan Efisiensi dan kehilangan air dianalisa dengan menggunakan metode Debit Masuk dan Debit Keluar. Data-data yang dipakai dalam analisa ini adalah data primer berupa data kecepatan aliran dengan pelampung dan current meter serta luas penampang pada saluran tersier. Hasil perhitungan data yang telah didapat sesuai dengan pengukuran dilapangan pada tanggal 03 Juni 2022 untuk debit aliran rata-rata diperoleh hasil dengan metode pelampung adalah $0,342 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan metode current meter yaitu $0,424 \text{ m}^3/\text{detik}$. Untuk kehilangan debit air metode pelampung adalah $0,119 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan current meter $0,145 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sedangkan untuk efisensi rata-rata metode pelampung yaitu 70,2

% dan metode current meter 70,2 %. Hasil Perhitungan efisiensi saluran tersier masih dibawah standart perencanaan irigasi Kp-01 sebesar 80%, sehingga perlu dilakukan rehabilitasi saluran agar kinerjanya dapat lebih optimal.

4. (Udin DKK, 2021), melakukan penelitian dengan judul “*Optimisasi Debit Air Saluran Irigasi Pada bendung Sungapan Kecamatan Pamalang Kabupaten Pamalang Studi Kasus Saluran Induk Simangu 844,74 Ha* ” Penelitian tersebut menyelidiki ketersediaan air, kebutuhan air dan bagaimana membagi air yang ada secara merata dan adil agar semua tanaman dapat tumbuh dengan baik. Salah satu tahap penting dalam perencanaan dan pengelolaan air irigasi adalah seberapa besar banyak air yang dibutuhkan untuk irigasi. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui efisiensi penyaluran dan jumlah kehilangan air pada saluran sekunder dan tersier dari jaringan irigasi yang dipilih, saluran induk simangu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saluran induk simangu memiliki efisiensi penyaluran rata-rata 52,47%, dan kehilangan rata-rata 0.048% m^3/dtk dan 81,11% masing-masing karena penguapan $2,3 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{dtk}$. Hal ini menghasilkan efisiensi penyaluran air tersier sekitar 71,88%. Namun, kinerja jaringan tetap buruk.
5. (Sunaryo ,2020) melakukan penelitian dengan judul “*analisis kehilangan air irigasi pada saluran primer dan skunder daerah irigasi rentang jawa barat*” penelitian ini dilakukan pada saluran primer dan skunder, dalam menganalisis kehilangan air dilakuakn dengan menggunakan current meter. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah menganaslis besarnya kehilangan air pada saluran irigasi rentang. Berdasarkan hasil analisis kehilangan air secara keseluruhan pada jaringan irigasi rentang adalah 12,713%, yaitu pada saluran primer induk utara cipelang U.T 09 untill U.T 18, dengan Panjang 20095 meter, diperoleh rata-rata kehilangan air sebesar 0,17 m^3/s dengan nilai persentase sebesar 5,522%. Dan dan kehilangan air disaluran sekunder waru Wa 1.1 sampai W.a 7 dengan panjang 12900 meter, diperoleh rata rata kehilangan air sebesar 0,070 m^3/s dengan nilai persentase sebesar 7,191%.

6. (Hamonongan,2019) melakukan penelitian dengan judul “ *Evaluasi dan analisa jaringan irigasi kaiti samo mengenai besaran kebutuhan air, debit saluran sekunder, primer, dan tersier. Menghitung dimensi bangunan pelengkap (pintu bangunan air) yang direncanakan pada areal seluas 818,1 Ha* “. Tujuan penelitian ini dapat menganalisis perhitungan debit dan kebutuhan air untuk areal pertanian seluas 818,1 ha, di dapatkan kebutuhan air sebesar = 3,999 l/detik/ha debit rencana sebesar = 5,770 m³/detik dan dari hasil perhitungan debit yang dianalisa di dapatkan debit saluran sebesar = 5,320 m³/detik. Sehingga dapat disimpulkan saluran irigasi kaiti samo pada ruas saluran tertentu tidak mampu memenuhi pemanfaatan kebutuhan air rencana untuk mengairi areal lahan pertanian, sehingga perlu dilakukan peninjauan ulang Kembali terhadap perhitungan dimensi saluran di kaiti samo.
7. (Husna, 2018), melakukan penelitian dengan judul “ *Analisis kehilangan air pada saluran tersier daerah irigasi pattiro kabupaten bone*” Analisis kehilangan air pada saluran tersier daerah irigasi pattiro kabupaten bone dibimbing oleh Ratna musa dan Muhammad Yunus Ali. Sistem irigasi yang ada pada Daerah Irigasi Pattiro yang dibangun pada tahun 1927 yang terletak di Kelurahan Mattungengke, Kecamatan Cina, Desa Awo, Kabupaten Bone. Bendung Pattiro mengalir beberapa daerah saluran dan terdiri dari 4 Sub Ranting yaitu, Sub Ranting Apala mengairi areal seluas 1.642 Ha, Sub Ranting Kampuno (1.332 Ha), Sub Ranting Bajo (1.428 Ha), dan Sub Ranting Bendung (560 Ha). Dengan system pola tanam padi dan palawija pada Daerah Jaringan Irigasi Pattiro yang luas areal irigasinya secara keseluruhan mengairi 4.944 Ha lahan sawah di Kabupaten Bone. Penelitian ini adalah menganalisis besarnya efisiensi dan kehilangan air pada jaringan irigasi pattiro, Kabupaten Bone. Penelitian dilakukan pada saluran tersier. Efisiensi dan kehilangan air dianalisis dengan menggunakan metode Debit Masuk – Debit Keluar. Data – data yang dipakai dalam analisis ini adalah data primer berupa data kecepatan aliran dengan current meter untuk saluran tersier. Kecepatan aliran yang diperoleh sesuai dengan pengukuran pada bagian hulu tersier rata-rata

adalah 1.16 m/det sedangkan untuk di hilir rata-rata yaitu 0.946 m/det. Untuk Debit bagian Hulu sebesar 0.378 m³/detik dan untuk bagian hilir sebesar 0.307 m³/detik. Kehilangan Air secara keseluruhan pada jaringan irigasi tersier rata-rata yaitu 0.037 m³/detik. Sedangkan untuk efisiensi rata-rata yaitu 81.02 %

8. (Darajat et al., 2017), melakukan penelitian dengan judul *“Analisis 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 bending 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.
9. (Purwanto & Ikhsan, 2016), melakukan penelitian dengan judul *“analisis kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi bendung mircani”* Untuk merencanakan besarnya debit kebutuhan air yang diperlukan pada areal persawahan secara keseluruhan, maka perlu dilakukan suatu analisa kebutuhan air. mulai. Tujuan dari penelitian ini pada adalah melakukan analisa hitungan untuk mendapatkan besarnya debit kebutuhan air irigasi

maksimal pada daerah irigasi Bendung. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil data sekunder. Data tersebut dikompilasikan dengan metode Penman yang dimodifikasi untuk menentukan evapotranspirasi acuan (Eto), kemudian dikalikan dengan koefisien tanaman akan didapatkan nilai penggunaan konsumtif (consumptive use). Dengan faktor-faktor lainnya yang menunjang hitungan kebutuhan air seperti curah hujan efektif yang disesuaikan dengan jenis tanaman (padi/palawija), perkolasi besarnya diasumsikan dan kemudian menentukan pola tanamnya. Setelah itu dengan menggunakan rumus efisiensi tiap-tiap saluran maka kebutuhan air dapat ditentukan. Dari hasil analisis dengan menggunakan metode Penman dengan menggunakan sistem pola tanam Padi-Padi-Palawija dan menggunakan kebutuhan pengambilan 3 golongan dalam jangka waktu penyiapan lahan satu bulan, maka didapatkan besarnya nilai debit kebutuhan air irigasi maksimal masing-masing pada alternatif I yaitu $0,271 \text{ m}^3/\text{dtk}$, alternatif II yaitu $0,254 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan alternatif III yaitu $0,261 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Didapatkan nilai debit kebutuhan air irigasi maksimal yang terkecil yaitu $0,254 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

10. (Pongoh et al., 2015), melakukan penelitian dengan judul “*Analisis kehilangan air pada jaringan irigasi bendung talawaan kabupaten minahasa utara*” Bendung Talawaan dibangun sejak tahun 1912 pada pemerintahan kolonial Belanda. Saat ini bendungan yang sudah berumur lebih dari seratus tahun ini direncanakan akan mengairi lahan sawah sebesar 1037 ha yang meliputi beberapa Desa yakni Desa Kolongan, Talawaan, Tumbohon, Mapanget, dan Desa Winetin. Tujuan penelitian ini untuk menyajikan informasi kondisi fisik jaringan irigasi bendung Talawaan. Penelitian ini dilakukan selama empat bulan (November 2014 - Februari 2015) di Bendung Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. Pengambilan data menggunakan metode survey, dan pelampung. Berdasarkan hasil penelitian jaringan irigasi bendung Talawaan tidak sesuai dengan skema yang direncanakan dalam hal jumlah bangunan dan luasan lahan yang diari. Terdapat kekurangan pintu air di saluran kanan

serta terdapat beberapa titik luapan dan kebocoran di jaringan irigasi bendung Talawaan.

2.2 Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian diperlukan sebagai bukti agar tidak adanya plagiat antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan. Dari segi keaslian penelitian sebelumnya yang dijadikan perbandingan pada penelitian antara lain :

- a. Data primer yang di kumpulkan oleh peneliti survei di lapangan.
- b. Perbedaan Lokasi dan Kondisi Saluran.
- c. Mengambil data debit aliran menggunakan alat portable flow meter.
- d. Jenis saluran di daerah D.1 Osaka saluran sekunder BDK.II-3 sampai BDK.II-4 itu berbentuk trapesium.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Irigasi

Irigasi merupakan kegiatan penyediaan dan pengaturan air untuk memenuhi kepentingan pertanian dengan memanfaatkan air yang berasal dari permukaan dan air tanah. Pengaturan pengairan bagi pertanian tidak hanya tertuju untuk penyediaan air. Tetapi juga untuk mengurangi berlimpahnya air hujan di daerah-daerah yang kelebihan air dengan maksud mencegah peluapan air dan kerusakan tanah. Irigasi atau pengairan adalah suatu usaha untuk memberikan air guna keperluan pertanian yang dilakukan dengan tertib dan teratur untuk daerah pertanian yang membutuhkannya dan kemudian air itu dipergunakan secara tertib dan teratur dan dibuang ke saluran pembuangan. Sebagian sumber air untuk irigasi adalah air permukaan yang berasal dari air hujan. Air ini secara alami mengalir di sungai-sungai, yang membawanya ke laut.

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

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

3.1.1 Sistem Irigasi

Undang undang nomor 20 tahun 2006 menjelaskan bahwa sistem irigasi meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi, dan sumber daya manusia.

Pengelolaan air irigasi dari hulu (*upstream*) sampai dengan hilir (*downstream*) memerlukan sarana dan prasarana irigasi yang memadai. Sarana dan prasarana tersebut dapat berupa:

1. Bendungan

Bendungan adalah usaha untuk menaikkan tinggi permukaan air, mengarahkan air sungai dengan cara membendung sungai mengumpulkannya dengan *reservoir* sebelum dialirkan ke saluran pembawa. Dengan demikian pada musim hujan air dapat disimpan dan dialirkan pada musim kemarau, selain untuk air pengairan digunakan juga untuk air minum dan energi.

2. Bendung

Bendung adalah usaha untuk menaikkan tinggi permukaan air, mengarahkan air sungai dengan cara membendung sungai tanpa *reservoir*. Jumlah dan tinggi permukaan dipengaruhi oleh debit sungai musim hujan dan kemarau.

3. Saluran Irigasi

Saluran irigasi air tanah adalah bagian dari jaringan irigasi air tanah yang dimulai setelah bangunan pompa sampai lahan yang diairi. Saluran irigasi terdiri dari saluran bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Saluran irigasi dibedakan atas :

- a. Saluran Irigasi Primer

Saluran primer adalah saluran yang langsung berhubungan dengan saluran bendungan yang fungsinya untuk menyalurkan air dari bangunan utama (bendung/bendungan) saluran induk/primer, saluran sekunder dan bangunan sadap serta bangunan pelengkapannya.

- b. Saluran Irigasi Sekunder

Saluran sekunder adalah saluran pembawa air irigasi yang mengambil air dari bangunan bagi di saluran primer yang berada dalam jaringan irigasi.

c. Saluran Irigasi Tersier

Saluran tersier adalah saluran yang membawa air dari bangunan sadap tersier ke petak tersier.

d. Saluran Irigasi Kwarter

Saluran irigasi kwarter adalah saluran irigasi yang membawa air dari boks bagi tersier ke petak-petak sawah.

3.1.2 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Untuk klasifikasi jaringan irigasi apabila tinjau dari segi pengaturannya maka dapat dibedakan menjadi tiga jenis yakni:

1. Jaringan Non Teknis (sederhana)

Pada Irigasi Sederhana, pembagian air tidak diukur dan diatur sehingga kelebihan air yang ada pada suatu petak akan dialirkan ke saluran pembuang. Pada jaringan ini terdapat beberapa kelemahan antara lain adanya pemborosan air, sering terjadi pengendapan, dan pembuangan biaya akibat jaringan serta penyaluran yang harus dibuat oleh masing-masing desa.

2. Jaringan Irigasi Semi Teknis

Di dalam irigasi jaringan semi teknis, bangunan bendungnya terletak di sungai lengkap dengan pintu pengambilan tanpa bangunan pengukur di bagian hilirnya. Beberapa bangunan permanen biasanya sudah dibangun di jaringan saluran. Bangunan pengaliran dipakai untuk melayani daerah yang lebih luas dibanding jaringan irigasi sederhana.

Irigasi Teknis merupakan suatu sistem irigasi yang dilengkapi dengan alat pengatur dan pengukur air pada bangunan pengambilan, bangunan bagi dan bangunan sadap sehingga air dapat terukur dan teratur hingga sampai pada bangunan bagi dan sadap, dengan kualitas baik dan memiliki nilai efisiensinya yang tinggi. Pada jaringan irigasi teknis, saluran pembawa, dan saluran pembuang sudah benar-benar terpisah. Pembagian air dengan menggunakan jaringan irigasi teknis adalah merupakan yang paling efektif karena mempertimbangkan waktu seiring merosotnya kebutuhan air.

Pada irigasi jenis ini dapat memungkinkan dilakukan pengukuran pada bagian hilir. Perkerjaan irigasi teknis pada umumnya terdiri dari :

- a. Pembuatan bangunan penyadap yang berupa bendung atau penyadap bebas.
 - b. Pembuatan saluran primer (induk) termasuk bangunan- bangunan didalamnya seperti bangunan bagi, bangunan bagi sadap, dan bangunan sadap. Bangunan ini dikelompokkan sebagai bangunan air pengatur, disamping itu ada kelompok bangunan air pelengkap diantaranya bangunan terjun, got miring, gorong-gorong, pelimpah, talang, jembatan,dan lain-lain.
 - c. Pembuatan saluran tersier termasuk bangunan-bangunan didalamnya, seperti boks tersier, boks kuarter, dan lain-lain.
 - d. Pembuatan saluran sekunder, termasuk bangunan-bangunan didalamnya seperti bangunan bagi-sadap, dan bangunan pelengkap seperti yang ada pada saluran induk.
 - e. Pembuatan saluran pembuang sekunder dan tersier termasuk bangunan gorong-gorong pembuang.
3. Irigasi Teknis Maju

Suatu sistem irigasi yang airya dapat diatur dan terukur pada seluruh jaringan dan diharapkan efisiensinya tinggi merupakan definisi dari Irigasi Teknis Maju. Petak irigasi adalah petak lahan yang memperoleh air irigasi. Petak tersier adalah kumpulan petak irigasi yang merupakan kesatuan dan mendapatkan air irigasi melalui saluran tersier yang sama. Petak tersier terdiri dari beberapa petak kuarter masing-masing seluas kurang lebih 8 sampai dengan 15 hektar. Pembagian air eksploitasi dan pemeliharaan di petak tersier menjadi tanggung jawab para petani yang mempunyai lahan di petak yang bersangkutan dibawah bimbingan pemerintah. Petak tersier mempunyai batas- batas yang jelas, misalnya jalan, parit, dan batas desa. Ukuran petak tersier berpengaruh terhadap efisiensi pemberian air. Beberapa faktor lainnya yang berpengaruh dalam penentuan luas petak tersier antara lain jumlah petani, topografi dan jenis tanaman (Pengairan, 2010).

3.2 Kehilangan Air Irigasi

Untuk tujuan-tujuan perencanaan, dianggap bahwa seperlima sampai seperempat dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai ke sawah. Kehilangan ini disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan perembesan. Kehilangan akibat evaporasi dan rembesan umumnya lebih kecil dibandingkan kehilangan akibat kegiatan eksploitasi. Perhitungan rembesan hanya dilakukan apabila kelulusan tanah cukup tinggi. Pemakaian air hendaknya diusahakan seefisien mungkin, terutama untuk daerah dengan ketersediaan air yang terbatas. Kehilangan-kehilangan air dapat diminimalkan melalui (PUPR.KP-03, tahun 2013) :

1. Perbaiki sistem pengelolaan air :

- Sisi operasional dan pemeliharaan (O&P) yang baik
- Efisiensi operasional pintu
- Pemberdayaan petugas (O&P)
- Pengutan institusi (O&P)
- Meminimalkan pengambilan air tanpa izin
- Partisipasi P3A

2. Perbaiki fisik prasarana irigasi :

- Mengurangi kebocoran disepanjang saluran
- Meminimalkan penguapan
- Menciptakan irigasi yang andal, berkelanjutan dan diterima petani

Menurut (Winpenny, 1997) kehilangan air secara umum dibagi dalam 2 kategori, antara lain : Kehilangan akibat fisik dimana kehilangan air terjadi karena adanya rembesan air di Saluran dan perkolasi di tingkat usaha tani (sawah) dan Kehilangan akibat operasional terjadi karena adanya pelimpasan dan kelebihan air pembuangan pada waktu pengoperasian saluran dan pemborosan penggunaan air oleh petani. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam memperkirakan kebutuhan air pengairan, diantaranya jenis dan sifat tanah, macam dan jenis tanaman, keadaan iklim, keadaan topografi, luas areal pertanaman, kehilangan air selama penyaluran antara lain disebabkan oleh evaporasi, perkolasi, rembesan dan kebocoran saluran. Terjadi kehilangan air, yaitu :

1. Ditingkat petani (*farm level*)
2. Pada tingkat jaringan (*scheme*)
3. Ditingkat daerah aliran sungai (*basin*)

Ditingkat petani, efisiensi berhubungan dengan yang diberikan keareal pertanian, lebih diarahkan pada pola tanam, jenis tanaman, dan prosedur alokasi air ke jaringan irigasi.

Kehilangan air pada saluran-saluran irigasi (*conveyance loss*) meliputi komponen kehilangan air melalui evaporasi, perkolasi, perembesan (*seepage*) dan bocoran (*leakage*). Pada saluran yang dilapisi bahan kedap, kehilangan air dapat ditekan dan hanya melalui proses evaporasi yang relatif kecil. Pada saluran irigasi yang ditumbuhi rumput (*aquatic weed*) seperti enceng gondok (*Eichornia sp*) terjadi kehilangan melalui evapotranspirasi. Kehilangan air pada tiap ruas pengukuran debit masuk (*inflow*) – debit keluar (*outflow*) diperhitungkan sebagai selisih antara debit masuk dan debit keluar.

Untuk menghitung kehilangan air irigasi adalah:

$$Q_{\text{kehilangan}} = Q_{\text{pangkal}} = Q_{\text{ujung}}$$

$$Q_{\text{kehilangan}} = \text{Debit air yang hilang selama penyaluran (m}^3/\text{dtk)}$$

$$Q_{\text{pangkal}} = \text{Debit air yang diukur pada pangkal saluran (m}^3/\text{dtk)}$$

$$Q_{\text{ujung}} = \text{Debit air yang diukur pada ujung saluran (m}^3/\text{dtk)}$$

Sehingga persentase kehilangan air dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{Q_{\text{kehilangan air}}}{Q_{\text{pangkal}}} \times 100\%$$

A. Evaporasi

Evaporasi adalah penguapan yang terjadi dari permukaan (seperti laut, danau, sungai), permukaan tanah (genangan di atas tanah dan penguapan dari permukaan air tanah yang dekat dengan permukaan tanah), dan permukaan tanaman (*intersepsi*). Laju evaporasi dinyatakan dengan volume air yang hilang oleh proses tersebut tiap satuan luas dalam satu satuan waktu, yang biasanya diberikan dalam mm / hari atau mm/bulan.

Adapun dua metode evaporasi meliputi :

a. *Single effect* evaporation

Metode ini menggunakan satu evaporator, dimana uap dari zat cair yang mendidih dikondensasikan dan dibuang.

b. *Double effect* evaporation

Metode ini memasukkan uap dari satu evaporator ke dalam rongga uap evaporator kedua, dan uap evaporator kedua dimasukkan ke dalam condenser (kondensator).

Metode yang digunakan untuk menghitung evapotranspirasi adalah :

a. Metode *Blaney-Criddle*

Metode menggunakan data suhu udara, panjang hari, fungsi letak lintang, dan musim untuk memperkirakan evapotranspirasi tanaman. Metode *Blaney-Criddle* Menghitung evapotranspirasi digunakan dengan rumus :

$$ET_o = P \times (0.4572 \times T + 8.128) \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

ET_o = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

P = presentase waktu penyinaran

T = suhu rata-rata ($^{\circ}C$)

b. Metode *Hargreaves*

Metode ini menggunakan data suhu udara, panjang hari, dan radiasi surya untuk menghitung evapotranspirasi potensial. Namun, metode ini tidak bisa digunakan di semua daerah karena tidak semua daerah memiliki data yang dibutuhkan. Metode *Hargreaves* Menghitung evapotranspirasi digunakan dengan rumus :

$$ET_o = 0.0023 \times R_a \times (T_{avg} + 17.8) \times TD^{0.5} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana:

ET_o = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

R_a = radiasi matahari ekstraterrestrial (mm/hari)

T_{avg} = temperature rata-rata harian ($^{\circ}C$)

TD = rentang suhu harian ($^{\circ}C$)

c. Metode *Thornthwaite*

Metode ini menggunakan indeks panas bulanan untuk mendekati laju evaporasi potensial. Metode ini cocok untuk tanaman yang pendek dan rapat. Metode *Thornthwaite* Menghitung evapotranspirasi berdasarkan dengan suhu rata-rata bulanan. Langkah-langkah perhitungan meliputi :

1. Hitung indeks panas bulanan (I)

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

T = suhu bulanan rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)

2. Hitung indeks panas tahunan

$$I = \sum i$$

3. Hitung ETP

$$ETP_x = 16 \times \frac{10T^a}{I} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

a = dihitung dari rumus polinomial berdasarkan nilai I

4. Koreksi ETP

$$ETP = f \times ETP_x \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana :

F = faktor koreksi berdasarkan lokasi

d. Metode Penman

Metode ini bervariasi tergantung dari temperatur, lama penyinaran matahari, kelembapan relatif, dan kecepatan angin. Metode Penman untuk menghitung evapotranspirasi adalah :

$$E_{To} = c [W \cdot R_n + (1 - w) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)] \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

E_{To} = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

c = faktor penyesuaian kondisi cuaca

W = faktor yang mempengaruhi penyinaran

R_n = radiasi matahari (mm/hari)

$f(u)$ = fungsi kecepatan angin

$e_a - e_d$ = perbedaan tekanan uap (Mbar/100 pascal)

Evaporasi sangat dipengaruhi oleh kondisi klimatologi, meliputi :

- a. radiasi matahari (%)
- b. temperatur udara ($^{\circ}C$)
- c. kelembapan udara (%)
- d. kecepatan angin (km/hari)

Cara yang paling banyak digunakan untuk mengetahui volume evaporasi dari permukaan air bebas adalah dengan menggunakan panci evaporasi.

Beberapa percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa evaporasi yang terjadi dari panci evaporasi lebih cepat disbanding dari permukaan air yang luas untuk itu hasil pengukuran dari panci evaporasi harus dilakukan dengan suatu koefisien seperti terlihat pada rumus dibawah ini (Triatmodjo, 2008):

$$E = k \cdot E_p \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana :

E = evaporasi dari badan air (mm/hari)

K = Koefisien Panci (0.8)

E_p = evaporasi dari panci (mm/hari)

Koefisien panci bervariasi menurut musim dan lokasi, yaitu berkisar antara 0.6 sampai 0.8. Biasanya digunakan koefisien panci tahunan sebesar 0.7.

Untuk menghitung besarnya kehilangan air akibat penguapan pada saluran dapat menggunakan rumus dibawah ini (Soewarno, 2008):

$$E_{\text{loss}} = E \cdot A \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana :

E_{loss} = kehilangan air akibat evaporasi (mm^3/hari)

E = Evaporasi dari badan air (mm/hari)

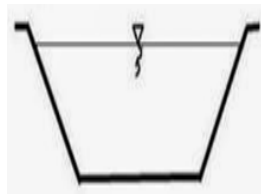
A = luas permukaan saluran (m^2)

Untuk mengukur luas permukaan saluran rumus yang digunakan bergantung pada jenis saluran:

a. Trapesium

Luas permukaan trapesium dihitung dengan rumus:

$$A = \frac{1}{2} \times (a+b) \times h \dots\dots\dots (3.9)$$



Gambar 3. 1 Saluran drainase bentuk trapesium

Dimana:

a dan b = panjang sisi atas dan bawah

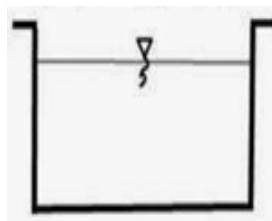
h = tinggi trapesium, untuk keliling gunakan rumus:

$$P = a + b + c + d$$

b. Persegi

Luas permukaan persegi dihitung dengan:

$$A = s^2 \dots\dots\dots (3.10)$$



Gambar 3. 2 Saluran drainase bentuk persegi

Dimana:

A = luas persegi

S = panjang sisi

B. Perkolasi

Perkolasi diartikan sebagai kecepatan air yang meresap ke bawah secara vertical sebagai kelanjutan proses infiltrasi. Perkolasi merupakan faktor yang menentukan kebutuhan air tanaman (E_{tc} = Evaporasi konsumtif). Laju perkolasi sangat tergantung kepada sifat-sifat tanah. Penyelidikan perkolasi di lapangan sangat diperlukan untuk mengetahui secara benar angka- angka perkolasi terjadi. Laju perkolasi normal pada tanah lempung sesudah dilakukan penggenangan berkisar antara 1 sampai 3 mm/hari. Di daerah – daerah miring perembesan dari sawah ke sawah dapat mengakibatkan banyak kehilangan air. Di daerah-daerah dengan kemiringan diatas 5% paling tidak akan terjadi kehilangan 5 mm/hari akibat perkolasi dan perembesan.

C. Rembesan

Rembesan adalah proses dimana air tanah bergerak ke permukaan bumi melalui celahatau pori-pori, seringkali membentuk mata air atau aliran permukaan.

Rembesan dari saluran irigasi merupakan persoalan yang serius. Bukan hanya kehilangan air, melainkan juga persoalan drainase adalah kerap kali membebani daerah sekitarnya atau daerah yang lebih rendah. Kadang-kadang air merembes keluar dari saluran masuk ke sungai yang di lembah, dimana air ini dapat diarahkan kembali atau masuk ke suatu aquifer yang dipakai lagi. Metode yang dapat digunakan adalah metode *inflow-outflow* yang terdiri dari pengukuran aliran yang masuk dan aliran yang keluar dari suatu penampang saluran yang dipilihnya. Ketelitian cara ini meningkat dengan perbedaan antara hasil banyaknya aliran masuk aliran keluar (Hansen, rembesan, 1992).

Rembesan air dan kebocoran pada saluran irigasi pada umumnya berlangsung ke samping (horizontal) terutama terjadi pada saluran-saluran irigasi yang dilapisi (kecuali kalau kondisinya retak). Kehilangan air sehubungan dengan terjadinya perembesan dan kebocoran tidak terjadinya

rembesan dan bocoran tidak terjadi (Hansen, rembesan air pada saluran irigasi, 1992). rembesan dapat diprediksi menggunakan metode numerik seperti *finite element method (FEM)*, yang memodelkan bendungan dan kondisi hidrauliknya.

Rumus rembesan, menggunakan rumus oleh (Davis dan Wilson, 1980) :

$$Si = 0,4 \times C \times \frac{P \cdot L}{4 \times 10^6 \times 3650 \times \sqrt{V}} \dots \dots \dots (3.11)$$

Dimana:

Si = kehilangan air akibat rembesan ($m^3/m.hari$)

C = koefisien bahan pelapis saluran (m/s)

P = keliling basah (m)

L = Panjang saluran (m)

V = kecepatan aliran rata-rata (m/s)

Jika tidak ada uji laboratorium, bisa menggunakan estimasi nilai koefisien rembesan beton :

Tabel 3. 1 Nilai Koefisien Berdasarkan Kondisi Beton

Kondisi Beton	Koefisien Rembesan (k)(m/s)
Beton tanpa retak (kedap)	$10^{-10} - 10^{-18}$
Beton dengan retakan kecil	$10^{-6} - 10^{-4}$
Beton dengan retakan besar	$10^{-4} - 10^{-2}$

Sumber : (Neville, A.M., 1995 & ACI Committee, 2001)

D. Efisiensi Pemakaian Air Irigasi

Tolak ukur keberhasilan pengelolaan jaringan irigasi adalah efisiensi dan efektifitas. Efektifitas pengelolaan Jaringan Irigasi ditunjukkan oleh suatu perbandingan antara luas areal terairi terhadap luas rancangan, juga dapat diartikan bahwa irigasi yang dikelola secara efektif mampu mengairi areal sawah sesuai dengan yang diharapkan. Dalam hal ini tingkat efektifitas ditunjukkan oleh indeks luas areal (Ramadhan, 2013).

1. Defenisi Efisiensi Irigasi

Secara umum efesiensi adalah perbandingan “output” terhadap “input” pada suatu usaha kerja atau kegiatan. Ditinjau dari segi pertanian, efesiensi irigasi dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah air yang nyata bermanfaat bagi tanaman yang diusahakan terhadap jumlah air yang tersedia atau diberikan (partowijoto, 1984).

efesiensi Irigasi menunjukkan tingkat efesiensi pemakaian air yang tersedia berdasarkan metode penilaian yang berbeda-beda. Rancangan sistem Irigasi, tingkat persiapan tanah, pemeliharaan system irigasi akan mempengaruhi efesiensi Irigasi.

Kehilangan air secara berlebihan perlu dicegah dengan cara peningkatan saluran menjadi permanen dan pengontrolan operasional sehingga debit tersedia dapat dimanfaatkan secara maksimal bagi peningkatan produksi pertanian dan taraf hidup petani. Kehilangan air yang relatif kecil akan meningkatkan efesiensi jaringan irigasi, karena efesiensi irigasi sendiri merupakan tolak ukur suksesnya operasi pertanian dalam semua Jaringan Irigasi.

Efesiensi Irigasi menunjukkan angka daya guna pemakaian air yaitu merupakan perbandingan antara jumlah air yang digunakan dengan jumlah air yang diberikan yang dinyatakan dalam persen (%).

$$\text{Efesiensi} = \frac{\text{debit air yang keluar}(\frac{m^3}{dt})}{\text{debit air yang masuk}(\frac{m^3}{dt})} \times 100\% \dots\dots\dots(3.12)$$

$$K = 100\% - E_p \dots\dots\dots(3.13)$$

Bila angka kehilangan air naik maka efesiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Efesiensi diperlukan karena adanya pengaruh kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi, perkolasi, infiltrasi, kebocoran dan rembesan. Perkiraan efesiensi irigasi ditetapkan sebagai berikut :

- a. jaringan tersier = 80% ;
- b. jaringan sekunder = 90 % ;
- c. Jaringan Primer = 90%. Sedangkan faktor efesiensi irigasi secara keseluruhan adalah 80% x 90% x 90% = 65%.

E. Metode Pengukuran

Metode pengukuran yang dipakai sebagai berikut ;

1. Kecepatan Aliran dan Debit Aliran

Kecepatan dan debit aliran adalah dua dasar parameter yang digunakan dalam penentu gerakan aliran. Kecepatan aliran adalah jarak pengaliran per satuan waktu dinyatakan dalam satuan seperti ; ft/s atau fps atau m/s. Kecepatan aliran pada saluran tertutup, kecepatan bervariasi mulai dari nol di dinding saluran sampai batas maksimum di dekat saluran sampai maksimum di dekat permukaan saluran. Jadi kecepatan yang digunakan dalam aliran fluida biasanya kecepatan rata-rata (Hariany & Rosadi, 2011).

Debit volume atau sering disebut debit (Q) merupakan parameter yang paling sering digunakan, yang merupakan banyaknya air yang mengalir pada saluran yang memiliki luas penampang A dan kecepatan aliran.

2. Klasifikasi Aliran

Pada umumnya tipe aliran melalui saluran terbuka adalah turbulen, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding relatif besar. Aliran melalui saluran terbuka akan turbulen apabila Reynolds $Re > 4.000$, dan laminar apabila $Re < 2000$. Dalam hal ini panjang karakteristik yang ada pada angka Reynolds adalah jari-jari hidraulik, yang didefinisikan sebagai perbandingan antara luas tampang basah dan keliling basah.

Aliran melalui saluran terbuka disebut seragam (*uniform*) apabila berbagai variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan dan debit pada setiap tampang di sepanjang aliran adalah konstan. Pada aliran seragam, garis energi, garis muka air dan dasar saluran adalah sejajar sehingga kemiringan dari ketiga garis tersebut adalah sama. Kedalaman air pada aliran seragam disebut dengan kedalaman normal Y_n . Untuk debit aliran dan luas tampang lintang saluran tersebut, kedalaman normal adalah konstan di saluran panjang saluran.

3. Perhitungan Debit

Debit atau besarnya aliran sungai adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Biasanya

dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt) atau liter per detik (l/dt). Aliran adalah pergerakan didalam alur sungai. Pengukuran debit yang dilaksanakan di suatu pos duga air tujuannya terutama adalah membuat lengkung debit dari pos duga air yang bersangkutan. Pada dasarnya pengukuran debit adalah pengukuran luas penampang basah, kecepatan aliran dan tinggi muka air. Untuk perhitungan debit pengaliran dalam percobaan ini dilakukan dengan cara, yaitu:

a. Pengukuran Langsung Debit/ Kecepatan Aliran

Pengukuran kecepatan aliran yang langsung dilakukan di lapangan dengan menggunakan alat ukur *portable flow meter*. Adapun rumus yang digunakan :

$$Q = A \cdot v \quad (m^3/det) \quad \dots\dots\dots(3.14)$$

Dimana :

Q = debit air (m^3/s atau L/s)

A = Luas Penampang (m^2)

v = kecepatan aliran air (m/det).

Untuk mengukur luas penampang saluran, rumus yang digunakan bergantung pada jenis saluran:

1. Saluran Persegi

$$A = B \times h \quad \dots\dots\dots(3.15)$$

Dimana:

B = lebar dasar

h = tinggi air

2. Saluran Trapesium

$$A = \frac{(B+T)}{2} \times h \quad \dots\dots\dots(3.16)$$

Dengan T sebagai lebar atas muka air

Penentuan jumlah titik pengukuran kecepatan aliran ditiap titik vertical dilakukan dengan metode pendekatan matematis. Pendekatan matematis yang dimaksud disini adalah distribusi kecepatan aliran pada sebuah

aliran vertikal dianggap berbentuk kurva parabolis, elips atau berbentuk lain dimana kecepatan aliran rata-rata disebuah garis aritmatik.

b. Metode Satu Titik

Pada kedalaman 0,6 (0,6 H), Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada titik 0,6 meter kedalaman permukaan air. Hasil pengukuran pada titik 0,6 m kedalaman aliran ini merupakan Kecepatan rata-rata vertikal yang bersangkutan. Kecepatan aliran dihitung dengan rumus (Santoso, 1999):

$$V = V_{0,6} \quad (3.17)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/dt)

$V_{0,6}$ = Kecepatan pada 0,6 meter kedalaman (m/dt)

c. Metode dua titik

Pada kedalaman 0,2 meter (0,2 H). Kecepatan aliran diukur pada 0,2 meter kedalaman. Kecepatan rata-rata adalah:

$$V = \frac{(V_{0,2} + V_{0,6})}{2} \quad (3.18)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/dt)

$V_{0,2}$ = kecepatan pada 0,2 meter kedalaman (m/dt)

$V_{0,6}$ = Kecepatan pada kedalaman meter kedalaman 0,6 dari permukaan air (m/d)

d. Pengukuran Tidak Langsung

Rumus yang digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran yang tidak langsung di lapangan adalah rumus *mannig* sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2} \quad (m/det) \quad (3.19)$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/det)

n = koefisien manning

R = jari-jari hidrolis (m)

e. Perhitungan Kecepatan Aliran / Secara Langsung

Portable flow meter adalah salah satu alat ukur kecepatan arus yang memberikan tingkat ketelitian yang cukup tinggi. Adapun rumus umum kecepatan *portable flow meter* adalah :

$$v = \frac{D}{t} \quad \text{.....(3.20)}$$

Dimana:

D = jarak yang ditempuh oleh gelombang ultrasonik

t = waktu yang diperlukan untuk perjalanan gelombang



Gambar 3. 3 *Portable Flow Meter*

Pengukuran dengan portable flow meter tidak dapat dilakukan di sembarang tempat untuk mendapatkan ketelitian yang tepat, maka lokasi penukuran harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Mempunyai pola aliran yang seragam dan mendekati jenis aliran sub kritis, kecepatan aliran tidak terlalu lambat atau terlalu cepat.
2. Tidak terkena pengaruh peninggian muka air dan aliran lahar.
3. Kedalaman aliran pada pengukuran harus cukup, kedalaman aliran yang kurang dari 20 cm biasanya sulit diperoleh hasil yang baik.
4. Aliran turbulen yang disebabkan oleh batu-batu vegetasi, penyempitan lebar alur sungai atau karena sebab lain harus dihindarkan.

5. Penampang pengukuran debit sebaiknya dekat pos duga air, sehingga antara penampang pengukuran debit dan lokasi pos duga air tidak terjadi perubahan.

4. Pengukuran Evaporasi

Rumus ini juga digunakan dalam penelitian Muhammad Misdam, (2020) Universitas Bosowa Makassar menunjukkan bahwa rumus Evaporasi sebagai berikut:

Gunakan panci evaporasi: Tempatkan panci evaporasi di tempat yang representatif untuk mengukur laju evaporasi.

Hitung laju evaporasi dengan rumus:

$$E = k \cdot E_p \quad (3.21)$$

Dimana:

E = evaporasi dari badan air (mm/hari)

k = koefisien panci (biasanya antara 0,6 hingga 0,8)

E_p = evaporasi dari panci (mm/hari).

Hitung kehilangan air akibat evaporasi,gunakan rumus :

$$E_{loss} = E \cdot A \quad (3.22)$$

Dimana :

E_{loss} = kehilangan air akibat evaporasi (mm³/hari/bulan)

E = Evaporasi dari badan air (mm/hari/bulan)

A = luas permukaan saluran (m²).

Hitung Luas Permukaan evaporasi, gunakan rumus :

$$A = L \cdot P \quad (3.23)$$

L = luas permukaan saluran (m²)

P = panjang saluran (m)



Gambar 3. 4 Panci Penguapan



Gambar 3. 5 *Cup Counter anemometer 0.5m*



Gambar 3. 6 Termometer Apung

Alat Pengamatan Penguapan :

a. Penguapan Panci Klas A

Alat yang dipergunakan untuk mengukur penguapan salah satu diantaranya adalah Penguapan Panci terbuka (panci klas A).

Biasanya alat ini dilengkapi dengan :

1. Thermometer air.
2. *Cup Counter Anemometer*.
3. *Hook Gauge* (alat pengukur tinggi air).
4. *Still Well* (tempat menempatkan *Hook Gauge* pada waktu pengamatan).

Hal-hal yang perlu diperhatikan menyangkut alat Open Pan :

1. Waktu mengisi air panci terbuka, tinggi air dari bibir panci ± 5 cm.
2. Bila air didalam panci berkurang ($\pm$ skala 17), maka airnya harus segera ditambah sampai pada ketinggian awal.
3. Waktu mengisi air baru, sebelumnya dan sesudahnya harus diukur tingginya.
4. Air untuk pengisian panci harus bersih dan tidak mengandung minyak.
5. *Hook Gauge* dan *Still Well* harus dibersihkan dan diperiksa apakah terjadi kebocoran terutama pada sambungan panci. Sebaiknya panci dibersihkan dua kali sebulan segera setelah pengamatan.
6. Kayu untuk alas panci diusahakan tetap terawat baik.
7. Hindarkan tumbuhnya rumput disekitar alat.

b. Cara pengamatan :

1. Baca thermometer air.
2. Amati kecepatan angin dari :
 - a) *Wind Force*
 - b) *Cup Counter Anemometer* setinggi 0.5 m atau 2 m.
3. Pasang alat pengukur tinggi air diatas still well.
4. Putar sekrup pengatur pada hook gauge perlahan-lahan sampai ujung jarum menyentuh permukaan air.
5. Angkat hook gauge dan baca skala tinggi yang ditunjukkan.

6. Menghitung Keliling Basah

Menghitung keliling basah pada saluran irigasi bentuk trapesium yang digunakan oleh, (Chow, V.T., 1995 & Mays, L.W., 2001) seperti rumus di bawah ini :

$$P = \sqrt{h^2 + 1 + h^2} \dots \dots \dots (3.24)$$

$$= \sqrt{h^2 + m^2} \cdot h^2$$

$$= h\sqrt{1 + m^2}$$

Maka:

$$P = (b + m \cdot h) \sqrt{1 + m^2} \dots \dots \dots (3.25)$$

Dimana :

p = keliling basah (m)

b = lebar dasar saluran (m)

m = talud/ kemiringan (m)

h = tinggi muka air (m)