

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, industri dan untuk kepentingan-kepentingan lainnya. Sawah merupakan salah satu sistem pertanian yang sangat bergantung pada ketersediaan air untuk mendukung produktivitasnya. Sebagian besar tanaman padi, sebagai komoditas utama yang ditanam di sawah, membutuhkan suplai air yang konsisten dalam jumlah besar untuk tumbuh dengan optimal. Sistem irigasi yang efisien menjadi kunci dalam memastikan distribusi air ke lahan sawah secara tepat waktu dan dalam jumlah yang cukup.

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 tidak terkendali dapat menurunkan efisiensi penggunaan air, meningkatkan biaya produksi, dan berpotensi menurunkan hasil panen. Oleh karena itu, analisis terhadap pola kehilangan air saluran sekunder sangat penting untuk memahami faktor-faktor penyebabnya dan menemukan solusi untuk meminimalkan dampaknya. Dengan demikian, keberlanjutan sektor pertanian khususnya padi dapat lebih terjamin melalui pengelolaan air yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang dihadapi oleh daerah irigasi pada saat studi kasus dilakukan, merupakan fenomena yang lazim terjadi di daerah irigasi lain di Indonesia yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dari uraian di atas dapat

dirumuskan permasalahan yang perlu dikaji lebih detail adalah sebagai berikut:

1. Apa saja faktor-faktor penyebab terjadinya kehilangan air pada Saluran Sekunder D.I DK-2 SKPA Desa Rambah Baru?
2. Seberapa besar tingkat kehilangan air pada Saluran Sekunder D.I DK-2 SKPA Desa Rambah Baru?

1.3 Tujuan dan Manfaat

a. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kehilangan air pada Saluran Sekunder D.I DK-2 SKPA Desa Rambah Baru.
2. Untuk menghitung tingkat kehilangan air pada Saluran Sekunder D.I DK-2 SKPA Desa Rambah Baru.

b. Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya kehilangan air pada Saluran Sekunder D.I DK-2 SKPA Desa Rambah Baru.
2. Dapat mengetahui Tingkat kehilangan air pada Saluran Sekunder D.I DK-2 SKPA Desa Rambah Baru.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk data sebenarnya kondisi Saluran Sekunder D.I DK-2 SKPA Desa Rambah Baru, saya sebagai penulis ingin mengetahui Faktor-faktor yang memengaruhi kehilangan air, tanpa kajian mendalam terkait perubahan iklim jangka panjang. Penelitian ini membahas efisiensi pemakaian air irigasi dalam sistem irigasi, Penelitian ini hanya akan memfokuskan pada jenis-jenis kehilangan air yang terjadi dalam sistem irigasi, dan faktor-faktor yang mempengaruhi kehilangan air tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

1. (Asrori dkk., 2025), “Analisis Kehilangan Air Pada Saluran Sekunder Rambah Baru Daerah Irigasi D.1 Osaka Kabupaten Rokan Hulu (Studi Kasus Saluran Sekunder Bs.Ka-12 Sampai Bdk.L-1)”. Kehilangan air pada saluran irigasi berdampak signifikan terhadap efisiensi dan kinerja jaringan irigasi, baik pada saluran primer, sekunder, maupun tersier di area persawahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kehilangan air serta menghitung besarnya kehilangan air yang terjadi pada saluran sekunder. Studi ini dilaksanakan di Saluran Sekunder Rambah Baru yang terletak di Kecamatan Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu, dalam wilayah Daerah Irigasi (D.I) Osaka. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perbandingan antara debit aliran masuk dan debit aliran keluar. Kecepatan aliran diukur menggunakan alat *Portable Flow Meter*. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa kehilangan air di Saluran Sekunder Rambah Baru disebabkan oleh pengambilan air secara tidak sah, yaitu dengan merusak atau menjebol bangunan irigasi. Dampak dari praktik tersebut menyebabkan penurunan debit di beberapa titik, yaitu:
 - 1) Saluran Sekunder BS.Ka-12 mengalami kehilangan debit sebesar $0,002 \text{ m}^3/\text{s}$,
 - 2) Saluran Sekunder di sisi kanan (akibat pengambilan air ilegal) kehilangan debit sebesar $0,012 \text{ m}^3/\text{s}$,
 - 3) Saluran Sekunder di sisi kiri (juga karena pengambilan air ilegal) kehilangan debit sebesar $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$, dan
 - 4) Saluran Sekunder BDK.I-1 mencatat kehilangan debit terbesar, yakni $0,038 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. (Indrajaya dkk., 2024), “Analisis Kehilangan Air Pada Saluran Irigasi Sekunder Salulemo 4 Kecamatan Baebunta Kabupaten Luwu Utara”, Analisis Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kehilangan air pada jaringan irigasi sekunder Salulemo 4 di Kecamatan

Baebunta, Kabupaten Luwu Utara. Data dikumpulkan melalui dokumentasi dan wawancara dengan pihak terkait, serta dilakukan observasi lapangan dan studi literatur sebagai metode penelitian. Hasil analisis menunjukkan debit air pada saluran sepanjang 1.050 meter sebesar 0,580 m³/det. Kehilangan air pada saluran ini tercatat sebesar 5,952%. Penelitian ini memberikan wawasan mengenai efisiensi distribusi air pada jaringan irigasi tersebut.

3. [3], “Analisa Kehilangan Air Pada Saluran Irigasi Daerah Irigasi Sudi Mampir Kecamatan Racaekek kabupaten bandung”, daerah irigasi Sudi Mampir mencakup area seluas 291,61 Ha dengan jaringan saluran sepanjang ±6,5 km. Namun, kinerja saluran ini terganggu oleh kehilangan air yang disebabkan oleh berbagai faktor. Penelitian bertujuan mengukur kehilangan air menggunakan metode pelampung untuk debit saluran dan analisis iklim untuk evaporasi. Kehilangan air diakibatkan oleh evaporasi (0,386 lt/dt), rembesan (8,325 lt/dt), dan eksploitasi (4,167 lt/dt). Kondisi ini mengganggu distribusi air, terutama ke area sawah hilir, khususnya ketika debit air dari bendung tidak mencukupi.
4. [4], “Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE), Vol. 25, No. 1, Bulan Mei, Tahun 2021 JPE-UNHAS Analisis Kehilangan Air Irigasi Saluran Sekunder pada Daerah Irigasi Dakaino”, Saluran irigasi D.I. Dakaino terdiri dari dua jenis saluran, yaitu beton pracetak sepanjang 617 m dan pasangan batu sepanjang 1848 m. Penelitian membandingkan pengukuran lapangan, analisis empiris, dan simulasi HEC-RAS dengan parameter tinggi muka air, debit, kekasaran, kehilangan energi, dan efisiensi. Hasil menunjukkan kehilangan energi pada beton pracetak 0,39 m dan pasangan batu 19,84 m, dengan kehilangan air masing-masing 0,03 m³/det dan 0,07 m³/det. Efisiensi saluran beton adalah 66,39%, sedangkan pasangan batu 66,87%. Kekasaran saluran berkontribusi signifikan terhadap kehilangan energi.
5. (Jonizar dkk., 2020), melakukan penelitian dengan judul “Analisa Kehilangan Air Irigasi Di Desa Kota Negara Kecamatan Madang Suku Ii Kabupaten Oku Timur.” Jaringan irigasi di Desa Kota, Kecamatan Negara, Madang Suku II, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur, mengalami

kehilangan air irigasi yang cukup besar. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa penyebab utamanya meliputi kerusakan pada saluran, pertumbuhan tanaman liar di dinding saluran, penumpukan sampah, serta penguapan pada musim kemarau. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur besarnya kehilangan air irigasi pada saluran sekunder, dimulai dari bangunan sadap BGT1 hingga BGT4. Saluran beton yang digunakan dalam sistem irigasi mengalami kerusakan seiring waktu, sehingga memicu pertumbuhan tanaman liar dan gangguan lain yang berkontribusi terhadap kehilangan air selama proses distribusi. Data penelitian diperoleh melalui survei lapangan, serta pengumpulan data primer dan sekunder. Hasil analisis menunjukkan bahwa kehilangan air terbesar terjadi pada hari pertama pagi hari sebesar 0,325 m³/detik, hari keenam sore hari sebesar 0,332 m³/detik, dan hari ketujuh sore hari sebesar 0,184 m³/detik. Sementara itu, kehilangan air terkecil tercatat pada hari kelima pagi hari sebesar 0,128 m³/detik, hari kelima sore hari sebesar 0,129 m³/detik, dan hari pertama sore hari sebesar 0,02 m³/detik. Rata-rata kehilangan air tertinggi terjadi pada hari kedua dengan hasil 0,297 m³/detik di pagi hari, 0,322 m³/detik di siang hari, dan 0,184 m³/detik di sore hari.

6. [6] “Analisis Kehilangan Air Irigasi pada Saluran Primer dan Sekunder Daerah Irigasi Rentang Jawa Barat”, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi besarnya kehilangan air pada jaringan irigasi Rentang yang berlokasi di Desa Panaongan, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat. Penelitian difokuskan pada saluran primer dan sekunder. Analisis kehilangan air dilakukan dengan menghitung selisih antara debit air di awal dan akhir saluran, sedangkan pengukuran kecepatan aliran dilakukan menggunakan alat *current meter*. Berdasarkan hasil analisis, total kehilangan air pada jaringan irigasi Rentang mencapai 12,713%. Pada saluran primer, yaitu Induk Utara Cipelang dari U.T 09 hingga U.T 18 dengan panjang 20.095 meter, rata-rata kehilangan air tercatat sebesar 0,17 m³/detik, yang setara dengan persentase 5,522%. Sementara itu, pada saluran sekunder Waru (Wa 1.1 hingga Wa 7) yang memiliki panjang

12.900 meter, kehilangan air rata-rata sebesar 0,070 m³/detik atau sekitar 7,191%.

2.2 Keaslian Penelitian

Penelitian ini memang mempunyai kemiripan dengan penelitian terdahulu tetapi dipertegas lagi terhadap perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya diantaranya yaitu :

- 1 Tempat penelitian dilakukan di DK-2 SKPA Desa Rambah baru Kecamatan Rambah Samo.
- 2 Penelitian ini membahas efisiensi pemakaian air irigasi dalam sistem irigasi, Penelitian ini hanya akan memfokuskan pada jenis-jenis kehilangan air yang terjadi dalam sistem irigasi , dan faktor-faktor yang mempengaruhi kehilangan air tersebut.
- 3 Perhitungan Kecepatan Aliran / Secara Langsung menggunakan alat *Portable flow meter*.
- 4 Penelitian dilakukan pada Minggu pagi Tanggal 12 Februari 2025 sampai dengan selesai.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Irigasi

Irigasi adalah upaya penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian. Irigasi adalah pembuangan air buatan dari sumber air yang tersedia ke suatu lahan dengan tujuan mengalirkannya secara teratur sesuai dengan kebutuhan tanaman pada saat suplai infiltrasi Tanah tidak mencukupi untuk mendukung pertumbuhan tanaman, Sehingga tanaman bisa tumbuh normal.

Menurut Abdullah Agoeda dalam *The History of Irrigation in Indonesia*, dikutip dalam laporan pemerintah Belanda, irigasi didefinisikan sebagai “secara teknis mengarahkan air melalui saluran pengalihan ke lahan pertanian dan setelah diambil, hasil maksimal akan mengalir terus menerus.”

Menurut Gandakoesuma (1981: 9), irigasi adalah usaha memasukkan air dengan cara membangun gedung-gedung dan saluran-saluran untuk mengalirkan air untuk keperluan pertanian, mendistribusikan air sungai atau ladang secara teratur, dan mengolah air yang sudah tidak digunakan lagi, setelah semua air habis. Harus mengambil tindakan untuk membatasi pengambilan air dari sumber air di bawah ke tempat yang membutuhkan air atau harus didistribusikan ke tanaman yang membutuhkannya.

Menurut Wirosoedarmo, irigasi adalah suatu kegiatan yang berkaitan dengan usaha memperoleh air untuk sawah, ladang, perkebunan, perikanan atau tambak, dan lain-lain, yang pada hakikatnya untuk keperluan pertanian.

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 pelengkapnya.

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 airnya 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

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_{ujung} = Debit air yang diukur pada ujung saluran (m^3/dtk)

Sehingga persentase kehilangan air dapat dihitung dengan rumus:

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

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.

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):

$$E = k \cdot E_p \quad (1)$$

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.

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

$$E_{loss} = E \cdot A \quad (2)$$

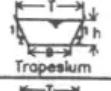
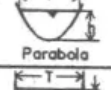
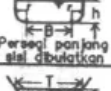
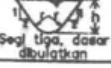
Dimana :

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

E = Evaporasi dari badan air (mm/hari)

A = luas permukaan saluran (m^2)

Tabel 3.1 Unsur-unsur Geometris Penampang Saluran

Penampang	Luas A	Kellling basah O	Jari-jari hidrolis R	Lebar puncak T	Kedalaman hidrolis D	Faktor penampang Z
 Persegi Panjang	Bh	$B+2h$	$\frac{Bh}{B+2h}$	B	h	$Bh^{1.5}$
 Trapezium	$(B+zh)h$	$B+2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(B+zh)h}{B+2h\sqrt{1+z^2}}$	$B+2zh$	$\frac{(B+zh)h}{B+2zh}$	$\frac{[(B+zh)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2zh}}$
 Segi tiga	zh^2	$2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zh$	$\frac{1}{2}h$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zh^{2.5}$
 Lingkaran	$\frac{1}{2}(\theta - \sin\theta)d_0^2$	$\frac{1}{2}\theta d_0$	$\frac{1}{4}(1 - \frac{\sin\theta}{\theta})d_0$	$\frac{(\sin \frac{1}{2}\theta)d_0}{2\sqrt{h(d_0-h)}}$	$\frac{1}{8}(\frac{\theta - \sin\theta}{\sin \frac{1}{2}\theta})d_0$	$\frac{\sqrt{2}(\theta - \sin\theta)^{1.5}}{32(\sin \frac{1}{2}\theta)^{0.5}}d_0^{2.5}$
 Parabola	$\frac{1}{2}Th$	$T + \frac{8}{3}h^{2/3}$	$\frac{2T^2h^{1/3}}{3T^2 + 8h^{2/3}}$	$\frac{3}{2} \frac{A}{h}$	$\frac{2}{3}h$	$\frac{2}{9}\sqrt{6}Th^{1.5}$
 Persegi panjang sisi dibulatkan	$(\frac{\pi}{2}-2)r^2 + (B+2r)h$	$(\pi-2)r+B+2h$	$\frac{(\frac{\pi}{2}-2)r^2 + (B+2r)h}{(\pi-2)r+B+2h}$	$B+2r$	$\frac{(\frac{\pi}{2}-2)r^2}{B+2r} + h$	$\frac{[(\frac{\pi}{2}-2)r^2 + (B+2r)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2r}}$
 Segi tiga, dasar dibulatkan	$\frac{T^2}{4} - \frac{r^2}{2}(1 - \cot^2 \frac{1}{2}\alpha)$	$\frac{T}{2}\sqrt{1+z^2} - \frac{2r}{\alpha}(1 - \cot^2 \frac{1}{2}\alpha)$	$\frac{A}{O}$	$2[z(h-r) + r\sqrt{1+z^2}]$	$\frac{A}{T}$	$A\sqrt{\frac{A}{T}}$

Perhitungan debit Q dalam saluran tergantung pada bentuk penampangnya, kecepatan aliran, dan parameter seperti kemiringan saluran serta kekasaran permukaan. Rumus dasar untuk debit adalah:

$$Q = A \cdot v \quad (3)$$

Dimana:

Q : Debit (m^3/s)

A : Luas penampang basah (m^2)

v : Kecepatan rata-rata aliran (m/s)

Namun, untuk tiap bentuk penampang, diperlukan perhitungan spesifik untuk luas penampang basah (A), keliling basah (P), dan jari-jari hidrolis ($R = \frac{A}{P}$) sebelum menggunakan rumus seperti Persamaan Manning.

1. Penampang Persegi Panjang

- a. Luas penampang:

$$A = b \cdot h \quad (4)$$

- b. Keliling basah:

$$P = b + 2h \quad (5)$$

- c. Jari-jari hidrolis:

$$R = \frac{b \cdot h}{b + 2h} \quad (6)$$

2. Penampang Trapesium

- a. Luas penampang

$$A = \frac{1}{2} (a + b) \cdot h \quad (7)$$

- c. Keliling basah:

$$p = a + b + \sqrt{h^2 + \left(\frac{a-b}{2}\right)^2} \quad (8)$$

- d. Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} \quad (9)$$

3. Penampang Segitiga

- a. Luas penampang

$$A = \frac{1}{2} \cdot b \cdot h \quad (10)$$

- b. Keliling basah

$$p = b + 2 + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + h^2} \quad (11)$$

- c. Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} \quad (12)$$

4. Penampang Lingkaran

- a. Luas penampang

$$A = \pi r^2, P = 2\pi r, R = 2r \quad (13)$$

b. Keliling basah

$$A=2r^2(\theta-\sin\theta), P=r\cdot\theta \quad (14)$$

c. Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} \quad (15)$$

5. Penampang Parabola

a. Luas penampang

$$A = \frac{2}{3} \cdot b \cdot h \quad (16)$$

b. Keliling basah

$$p = \int_{-b/3}^{b/2} \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \quad (17)$$

c. Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} \quad (18)$$

6. Penampang Persegi Panjang dengan Sisi dibulatkan

a. Luas penampang

$$A = b \cdot h + \frac{2}{1} \pi r^2 \quad (19)$$

b. Keliling basah

$$P = b + 2h + \pi r \quad (20)$$

c. Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} \quad (21)$$

7. Penampang Segitiga dengan Sisi dibulatkan

a. Luas penampang

$$A = \frac{2}{1} b \cdot h + \frac{2}{1} \pi r^2 \quad (22)$$

b. Keliling basah

$$p = b + 2 \sqrt{h^2 + r^2} + \pi r \quad (23)$$

c. Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} \quad \pi r \quad (24)$$

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 celah atau 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 akuifer 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, 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, 1992). rembesan dapat diprediksi menggunakan metode numerik seperti *finite element method* (FEM), yang memodelkan bendungan dan kondisi hidrauliknya.

Rumus rembesan melibatkan koefisien permeabilitas k dan gradient hidrolik, dengan rumus dasar:

$$Q = k \cdot A \frac{\Delta h}{L} \quad (25)$$

Dimana:

Q adalah debit rembesan

A adalah luas penampang

Δh adalah beda tinggi muka air, dan L adalah panjang aliran

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. Definisi Efisiensi Irigasi

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

efisiensi Irigasi menunjukkan tingkat efisiensi pemakaian air yang tersedia berdasarkan metode penilaian yang berbeda-beda. Rancangan sistem Irigasi, tingkat persiapan tanah, pemeliharaan system irigasi akan mempengaruhi efisiensi 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 efisiensi jaringan irigasi, karena efisiensi irigasi sendiri merupakan tolak ukur suksesnya operasi pertanian dalam semua Jaringan Irigasi.

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

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{debit air yang keluar}(\frac{m^3}{dt})}{\text{debit air yang masuk}(\frac{m^3}{dt})} \times 100\% \quad (26)$$

$$K = 100\% - E_p \quad (27)$$

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

- a. jaringan tersier = 80% ;
- b. jaringan sekunder = 90 % ;
- c. Jaringan Primer = 90%. Sedangkan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan adalah $80\% \times 90\% \times 90\% = 65\%$.

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 :

$$Q = v \cdot A \text{ (} m^3/\text{det) } \quad (28)$$

Dimana :

v = kecepatan aliran dengan menggunakan alat ukur portable flow meter (m/det).

A = Luas Penampang (m^2).

Penentuan jumlah titik pengukuran kecepatan aliran di tiap titik vertikal 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 h kedalaman permukaan air. Hasil pengukuran pada titik 0,6 h kedalaman aliran ini merupakan kecepatan rata rata vertikal yang bersangkutan. Kecepatan aliran dihitung dengan rumus (Santoso, 1999):

$$V = V_{0,6}$$

Dimana :

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

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

Pada kedalaman 0,2 h. Kecepatan aliran diukur pada 0,2 kedalaman. Kecepatan rata-rata adalah;

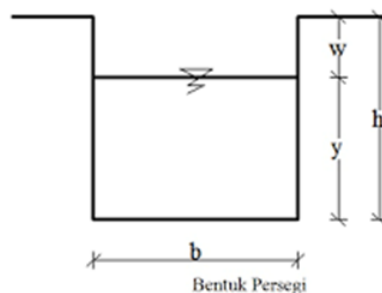
$$V = c_2 \times V_{0,20}$$

Dimana :

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

C_2 = Konstanta yang ditentukan dengan kalibrasi

Alat ukur portable flow meter



Gambar 3.2 Penampang Saluran

c. Pengukuran Tidak Langsung

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

$$V = \frac{1}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2} \text{ (m/det)} \quad (29)$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/det)

n = koefisien manning

R = jari-jari hidrolis (m)

d. 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 :

$$V = a \cdot n + b \text{ (m/det)} \quad (30)$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/dtk)

N = jumlah putaran baling-baling per satuan waktu.

A, b = konstanta yang biasanya telah ditentukan dari pabriknya atau ditentukan dari kalibrasi alat ukur arus digunakan sampai periode waktu tertentu.

4. Pengukuran Rembesan

Pengukuran rembesan, langsung di lapangan untuk mendapatkan data tentang kondisi saluran dan material pembentuknya.

Hitung kehilangan air akibat rembesan, gunakan rumus :

$$Q_s = k \cdot p \quad (30)$$

Q_s adalah kehilangan air karena rembesan ($m^3/detik$)

k adalah koefisien yang ditentukan oleh bahan saluran

p adalah keliling saluran (m).



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.