

SKRIPSI

**TINJAUAN KEHILANGAN AIR PADA SALURAN PRIMER IRIGASI KAMPILI
KABUPATEN GOWA**



Oleh:

NUR JANNAH
105 81 2004 13

SANTI
105 81 1850 13

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2018

TINJAUAN KEHILANGAN AIR PADA SALURAN PRIMER IRIGASI KAMPILI

Oleh:

Nur Jannah¹), Santi²)

¹Mahasiswa Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar

²Dosen Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar

Penulis: email: Nurjannahjubram@gmail.com

Abstrak: Efisiensi irigasi didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah air yang diberikan dikurangi kehilangan air dengan jumlah yang diberikan. Kehilangan air irigasi yang terjadi selama pemberian air disebabkan terutama oleh perembesan (seepage) di penampang basah saluran, evaporasi (umumnya relatif kecil) dan kehilangan operasional (operational losses) yang tergantung pada sistem pengelolaan air irigasi. Kehilangan air irigasi dari pintu sadap tersier sampai petakan sawah biasanya disebut sebagai "efisiensi pemberian tersier", sedangkan kehilangan air dari sadap bendung sampai ke sadap tersier dinyatakan sebagai efisiensi pemberian air di jaringan utama. Hasil studi analisis efisiensi yang telah dilakukan, diperoleh rata-rata nilai efisiensi sebesar 81,06 % untuk saluran sepanjang 2.900 meter di Saluran Primer Karau Kiri dan rata-rata sebesar 89,91 % untuk saluran sepanjang 900 meter di Saluran Sekunder Moloh, rata-rata sebesar 89,55 % untuk saluran sepanjang 900 meter di Saluran Sekunder Kampili. Berdasarkan studi ini efisiensi Jaringan Irigasi Kampili perlu ditingkatkan agar mencapai efisiensi yang ditetapkan dalam Kriteria Perencanaan Irigasi yaitu untuk Saluran Primer Efisiensinya 90 % dan di Saluran Sekunder efisiensinya 90 %. Untuk meningkatkan efisiensinya saluran di Daerah Irigasi Karau yang belum dilining harus ditingkatkan dengan cara dilining. Serta melakukan perubahan pola tanam yang ada saat ini.

Kata Kunci : Efisiensi, perembesan, evaporasi, kehilangan air

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERSETUJUAN JUDUL	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Irigasi.....	6
B. Fungsi Irigasi.....	9
C. Jaringan Irigasi	10
D. Kehilangan Air Irigasi.....	14
1. Evaporasi.....	15

2. Perkolasi	16
3. Rembesan	16
E. Efisiensi Pemakaian Air Irigasi	17
1. Definisi Efisiensi Irigasi	19
a. Efisiensi Pemakaian Air	20
b. Efisiensi Penyaluran	21
c. Efisiensi Distribusi	22
2. Manfaat Pengukuran Efisiensi	22
3. Penghematan Air Di Jaringan Distribusi.....	23
4. Kriteria Efisiensi Pengairan	23
5. Debit Air Saluran	25
6. Pengukuran Debit Dengan Pelampung	26
F. Aspek Teknik dan Pengelolaan.....	27
G. Aspek Kultural	28
BAB III. METODE PENELITIAN	30
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	30
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	30
C. Prosedur dan Alat Penelitian	31
D. Analisa dan Pengolahan Data	32
E. Flow Chart/ Bagan Penelitian.....	34
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Hasil Penelitian	35
B. Pengukuran Aliran Permukaan Dengan Pelampung	35

C. Perhitungan Debit Aliran	37
D. Analisis Efisiensi.....	39
BAB V. PENUTUP	46
A. Kesimpulan	46
B. Saran.....	46

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Koefisien Pelampung	25
2. Pengamatan Percobaan Dengan Alat Pelampung Untuk Daerah Hulu	38
3. Perhitungan Debit Air Dengan Metode Pelampung Untuk Daerah Hilir .	39
4. Perhitungan Efisiensi Dan Kehilangan Air di Saluran Induk Kampili	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Jaringan Irigasi Sederhana.....	12
2. Jaringan Irigasi Semi Teknis.....	13
3. Jaringan Irigasi Teknis.....	14
4. Pengukuran Dengan Pelampung.....	29
5. Flow Chart/ Bagan Alur Penelitian.....	32
6. Dimensi Saluran.....	36
7. Grafik Hubungan Titik Pengamtan dan Efisiensi Penyaluran Pada Setiap Ruas Saluran.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. LatarBelakang

Dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan nasional, pemerintah Indonesia telah melaksanakan serangkaian usaha secara kontinyu yang dititikberatkan pada sektor pertanian, berupa pembangunan di bidang pertanian serta pembangunan di bidang pengairan guna menunjang ketahanan pangan nasional. Kondisi ini akan semakin sulit apabila sumber air yang tersedia sangat terbatas, terutama di musim kemarau. Berkaitan, dengan hal ini maka diperlukan langkah untuk membagi air secara bergilir/rotasi.

Reformasi dan desentralisasi sektor sumber daya air yang membutuhkan peningkatan kemampuan pada semua lembaga dan institusi yang baru dibentuk atau yang reorganisasi yang memungkinkan mereka memikul tanggung jawab dan tugas dalam paradigma baru dalam pengelolaan sumber daya air dan irigasi.

Pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi mulai dari pemikiran awal, pengambilan keputusan sampai pada pelaksanaan kegiatan pada tahap perencanaan, pembangunan, peningkatan, operasi pemeliharaan dan rehabilitasi. Oleh karena itu sangat diperlukan sistem 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.

Daerah Jaringan Irigasi Kampili pertama kali di fungsikan pada tahun 2004 dan 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.

Jaringan Irigasi Kampili yang mengalami beberapa kerusakan seperti rusaknya tubuh saluran akibat erosi tebing, tanaman liar pada saluran akibat kurangnya pemeliharaan dan terdapat beberapa saluran yang tidak difungsikan untuk mengaliri lahan sesuai luas pengaliran rencana. Peneliti ingin mengevaluasi kinerja Jaringan Irigasi Kampili apakah sudah berfungsi sesuai rencana selama masa pengoperasian.

Untuk mengetahui seberapa efektifnya Jaringan Irigasi Kampili dapat dinilai dengan cara menganalisis kinerjanya, yaitu dengan melakukan sistem pendekatan yang mengacu pada 3 aspek yaitu aspek fisik, aspek pemanfaatan, dan aspek operasi dan pemeliharaan (O&P). kegiatan pembinaan pemerintah

terhadap kelompok pengelolaan dan pemeliharaan sarana saluran irigasi yaitu P3A (Perkumpulan PetaniPemakai Air).

Sistem Irigasi yang ada pada Daerah Irigasi Kampili yang mendapatkan suplai air dari bendung yang mengairi beberapa Daerah saluran primer Minasa Baji (292,00 Ha), Tubarania (208,00 Ha), Assamaturu (1.187.00 Ha), Passereanta (1.144,00 Ha), Kalukuang (865,00 Ha), Jatia (1.046.00), Kalukuang (1.474.00 Ha), Galesong Utara (428.00 Ha). Dengan polatanam padi + palawija pada Daerah Jaringan Irigasi Kampili yang luas areal irigasinya secara keseluruhan mengairi 10,545 Ha lahan sawah di Kabupaten Gowa yang merupakan areal potensial untuk di jadikan lahan pertanian.

Melihat Kondisi ketersediaan air irigasi khususnya masyarakat di Daerah Irigasi Kampili yang beroperasi untuk ketersediaan air bagi masyarakat setempat untuk lahan pertanian mereka hanya mengendalikan air hujan serta mengairi areal sawah dengan sistem pompa.

Dengan Pertimbangan diatas maka kami tertarik untuk menyusun tugas akhir ini dengan judul ***“TINJAUAN KEHILANGAN AIR PADA SALURAN PRIMER IRIGASI KAMPILI KABUPATEN GOWA”***

B. RumusanMasalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Berapa besar kehilangan air padaSaluran Primer Daerah IrigasiKampili ?

2. Berapa besar nilai efisiensi penyaluran air pada saluran primer Daerah Irigasi Kampili ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kehilangan air Saluran Primer Daerah Irigasi Kampili
2. Untuk menghitung nilai efisiensi penyaluran air pada saluran primer Daerah Irigasi Kampili.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan acuan masyarakat dalam membantu dan mewujudkan penggunaan air untuk irigasi
2. Untuk mendapatkan informasi tentang efisiensi pemakaian air pada Jaringan Irigasi.
3. Sebagai bahan acuan atau informasi dalam pengelolaan Jaringan Irigasi yang berkelanjutan.

E. Batasan Masalah

1. Menghitung kehilangan air pada ruas saluran primer yang di mulai dari BL0 – BL17

2. Menghitung efisiensi penyaluran air Daerah Irigasi Kampili.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini meliputi :

Bab I Pendahuluan yang meliputi; latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka yang meliputi ; tentang teorisingkat yang digunakan dalam menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

Bab III Metode Penelitian yang meliputi; tentang Metodologi penelitian mencakup lokasi penelitian, jenis penelitian dan sumber data, analisis dan pengolahan data, bagan alur penelitian.

Bab IV Analisis Dan Hasil Pembahasan yang menjelaskan; tentang pembahasan mencakup efisiensi pemakaian air dan kehilangan air di saluran induk Kampili.

Bab V Penutup yang meliputi ; tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Irigasi

Irigasi berasal dari istilah *irrigatie* dalam bahasa Belanda atau *irrigation* dalam bahasa Inggris. Irigasi dapat pula diartikan sebagai suatu usaha yang dilakukan untuk mendatangkan air dari sumberdaya guna keperluan pertanian, mengalirkan dan membagikan air secara teratur dan setelah digunakan dapat puladi buang kembali. Istilah pengairan yang sering pula didengar dapat diartikan sebagai usaha pemanfaatan air pada umumnya, berarti irigasi termasuk didalamnya.

Irigasi adalah suatu usaha untuk memprbaiki air guna keperluan pertanian yang dilakukan dengan tertib dan teratur untuk daerah pertanian yang dilakukan yang membutuhkannya dan kemudian air itu dipergunakan secara tertib dan teratur dibuang kesaluran pembuang. Istilanya irigasi diartikan suatu pembinaan atas air dari sumber-sumber air, termasuk kekayaan alami hewani yang terkandung didalamnya, baik yang alami maupun yang diusahakan manusia (Ambler, 1991).

Irigasi merupakan suatu proses pengaliran air dari sumber air ke sistem pertanian. Irigasi adalah penambahan air untuk memenuhi kebutuhan lengas bagi pertumbuhan tanaman. Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan,

irigasi rawa, irigasi bawah tanah, irigasi pompa, dan tambak (PP 20/2006). Tindakan intervensi manusia untuk mengubah tagihan air dari sumbernya menurut air dari sumbernya menurut ruang dan waktu serta mengelolah sebagian atau seluruh jumlah tersebut untuk meningkatkan produksi tanaman (Israelsen dan Hansen, 1962).

Sudjarwadi (1987) mendefinisikan irigasi sebagai salah satu faktor penting dalam produksi bahan pangan. Sistem irigasi dapat diartikan sebagai satu kesatuan yang tersusun berbagai komponen, menyangkut upaya penyediaan, pembagian, pengelolaan dan pengaturan air dalam rangka meningkatkan produksi pertanian.

Di era *modern* ini sudah berkembang berbagai macam jenis metode irigasi untuk lahan pertanian. Ada 4 jenis irigasi yang banyak ditemui saat ini yaitu:

- 1) Irigasi Permukaan Irigasi permukaan merupakan jenis irigasi paling kuno dan pertama di dunia. Irigasi ini dilakukan dengan cara mengambil air langsung dari sumber air terdekat kemudian disalurkan ke area permukaan lahan pertanian menggunakan pipa/saluran/pompa sehingga air akan meresap sendiri ke pori-pori tanah. Sistem irigasi ini masih banyak dijumpai di sebagian besar masyarakat Indonesia karena tekniknya yang praktis. Irigasi permukaan dilakukan dengan cara mendistribusikan air ke lahan pertanian dengan cara gravitasi (membiarkan air mengalir di permukaan lahan pertanian). Metode ini

merupakan cara yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Irigasi permukaan yang cenderung tidak terkendali umumnya disebut dengan irigasi banjir atau irigasi basin, yaitu merendam lahan pertanian hingga ketinggian tertentu dengan jumlah air yang berlebih. Irigasi permukaan yang dikelola dengan baik biasanya dilakukan dengan mengalirkan air di antara guludan (*furrow*) atau batas tertentu.

- 2) Irigasi bawah permukaan adalah irigasi yang dilakukan dengan cara meresapkan air ke dalam tanah dibawah zona perakaran tanaman melalui sistem saluran terbuka maupun dengan pipa bawah tanah. Pada sistem ini air dialirkan dibawah permukaan melalui saluran-saluran yang ada di sisi-sisi petak sawah. Adanya air ini mengakibatkan muka air tanah pada petak sawah naik. Kemudian air tanah akan mencapai daerah penakaran secara kapiler sehingga kebutuhan air akan dapat terpenuhi.
- 3) Irigasi pancaran adalah adalah irigasi *modern* yang menyalurkan air dengan tekanan sehingga menimbulkan tetesan air seperti hujan ke permukaan lahan pertanian. Pancaran air tersebut diatur melalui mesin pengatur baik manual maupun otomatis. Sistem ini banyak digunakan di negara-negara maju. Selain untuk pengairan, sistem ini dapat digunakan untuk proses pemupukan.
- 4) Irigasi tetes adalah sistem irigasi dengan menggunakan pipa atau selang berlubang dengan menggunakan tekanan tertentu yang nantinya air akan keluar dalam bentuk tetesan langsung pada zona tanaman. Perbedaan

jenis sistem irigasi ini dengan sistem irigasi siraman adalah pipa tersier jalurnya melalui pohon, tekanan yang dibutuhkan kecil (1 atm).

B. Fungsi Irigasi

Irigasi tidak hanya digunakan untuk mendistribusikan air, ada juga beberapa fungsi irigasi antara lain:

- a) Membasahi tanah, hal ini merupakan salah satu tujuan terpenting karena tumbuhan banyak memerlukan air selama masa tumbuhnya. Pembasahan tanah ini bertujuan untuk memenuhi kekurangan air apabila hanya ada sedikit air hujan.
- b) Merabuk tanah atau membasahi tanah dengan air sungai yang banyak mengandung mineral.
- c) Mengatur suhu tanah agar tanaman dapat tumbuh dengan baik dengan suhu yang optimal. Air irigasi dapat membantu tanaman untuk mencapai suhu yang optimal tersebut.
- d) Membersihkan tanah dengan tujuan untuk menghilangkan hamatanaman Seperti ular, tikus, dan serangga. Selain itu dapat juga membuang zat-zat Zat-zat yang tidak dibutuhkan oleh tanaman.
- e) Memperbesar ketersediaan air tanah karena muka air tanah akan naik apabila digenangi air irigasi yang meresap. Dengan naiknya muka air tanah, maka debit sungai pada musim kemarau akan naik.

C. Jaringan Irigasi

Jaringan Irigasi merupakan prasarana Irigasi yang terdiri atas bangunan dan saluran air beserta perlengkapannya. Menurut Pekerja Umum No. 32/PRT/M/2007, disebutkan bahwa Jaringan Irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air Irigasi.

Ada beberapa jenis Jaringan Irigasi yaitu :

- 1) Jaringan irigasi primer (saluran induk) yaitu saluran yang langsung berhubungan dengan saluran bendungan yang fungsinya untuk menyalurkan air dari waduk ke saluran yang lebih kecil. Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder yang mengambil langsung air dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil air langsung dari bangunan penyadap. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.
- 2) Jaringan Irigasi sekunder yaitu bagian dari Jaringan Irigasi yang terdiri dari saluran sekunder, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sadap, bangunan sadap dan bangunan pelengkap. Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu

saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda topografi yang jelas misalnya saluran drainase. Luas petak sekunder dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi topografi daerah yang bersangkutan.

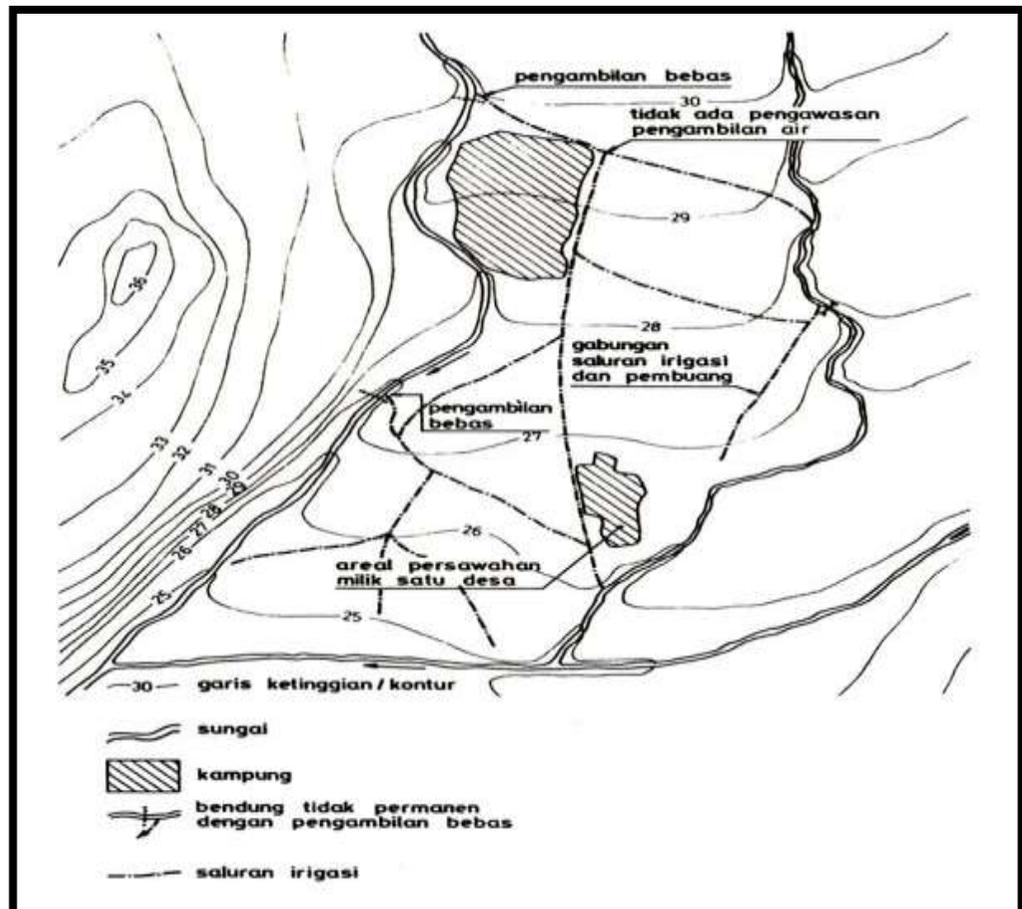
- 3) Jaringan Irigasi tersier adalah Jaringan Irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri atas saluran tersier, saluran kuarter, dan saluran pembuang bokstersier, bokskuarter, serta bangunan pelengkap. Petak tersier terdiri dari beberapa petak kuarter masing-masing seluas kurang lebih 8 sampai dengan 15 hektar. Pembagian air, eksploitasi dan pemeliharaan di petak tersier menjadi tanggungjawab para petani yang mempunyai lahan di petak yang bersangkutan dibawah bimbingan pemerintah. Petak tersier sebaiknya mempunyai batas-batas yang jelas, misalnya jalan, parit, batas desa dan batas-batas lainnya.

Untuk klasifikasi Jaringan Irigasi apabila ditinjau dari segi pengaturannya maka dapat dibedakan menjadi tiga jenis yakni:

- 1) Jaringan Irigasi Sederhana

Di dalam 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

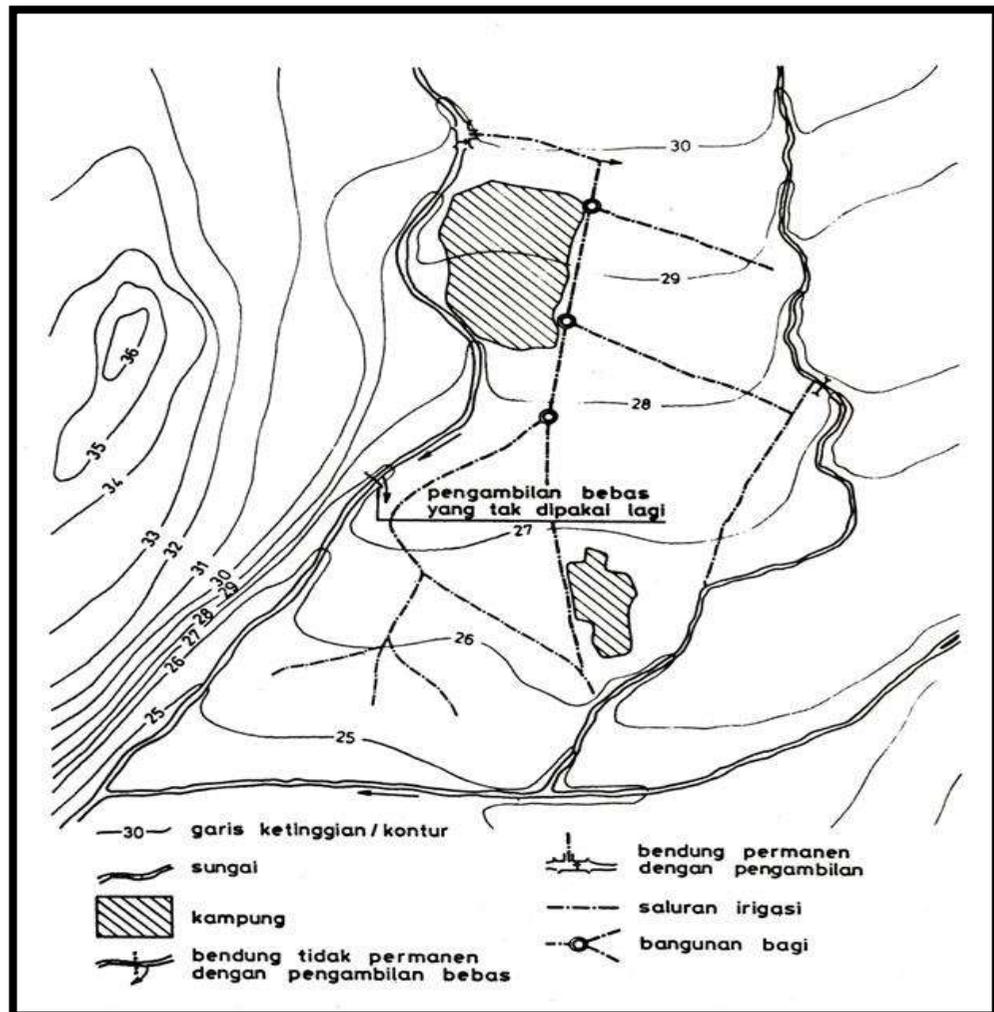
pemborosan air, sering terjadi pengendapan, dan pembuangan biaya akibat jaringan serta penyaluran yang harus dibuat oleh masing-masing desa.



Gambar 1. Jaringan Irigasi Sederhana, (Ahmad Ansori, Anton Ariyanto, Syahroni)

2) Jaringan Irigasi Semi Teknis

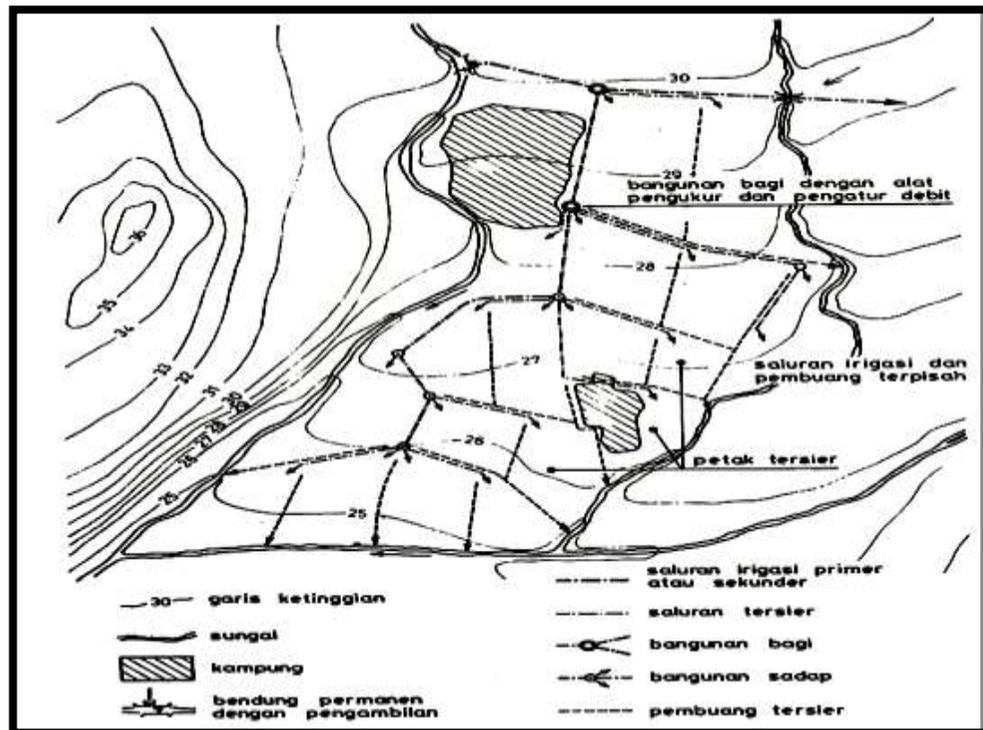
Di dalam irigasi jaringan semi teknis, bangunan bendungnya terletak di sungai lengkap dengan pintu pengambilan tanpa bangunan pengukur di bagian hilirnya. Beberapa bangunan permanen biasanya sudah dibangun di jaringan saluran. Bangunan pengaliran dipakai untuk melayani daerah yang lebih luas dibanding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



Gambar 2. Jaringan Irigasi Semi Teknis, (Ahmad Ansori, Anton Ariyanto, Syahroni)

3. Jaringan Irigasi Teknis

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.



Gambar 3. Jaringan Irigasi Teknis, (Ahmad Ansori, Anton Ariyanto, Syahrone)

D. Kehilangan Air Irigasi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam memperkirakan kebutuhan air pengairan, diantaranya jenis dan sifat tanah, macam dan jenis tanaman, keadaan iklim, keadaan tofografi, luas areal pertanaman, kehilangan air selama penyaluran antara lain disebabkan oleh evaporasi, perkolasi, rembesan dan kebocoran saluran. terjadi kehilangan air (Winpenny, 1997), yaitu :

1. Di tingkat petani (*farm level*)
2. Pada tingkat jaringan (*scheme*)

3. Di tingkat daerah aliran sungai (*basin*)

Di tingkat petani, efisiensi berhubungan dengan yang diberikan ke areal pertanian, lebih diarahkan pada pola tanam, jenis tanaman, dan prosedur alokasi air ke Jaringan Irigasi.

Kehilangan air pada tiap ruas pengukuran debit masuk (*Inflow*) – debit keluar (*Outflow*) diperhitungkan sebagai selisih antara debit masuk dan debit keluar. (Bunganaen W, 2011:3)

$$H_n = I_n - O_n \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

H_n = kehilangan air pada ruas pengukuran/bentang saluran ke n (m³/det)

I_n = debit masuk ruas pengukuran ke n (m³/det)

O_n = debit keluar ruas pengukuran ke n (m³/det)

1. Evaporasi

Evaporasi adalah penguapan yang terjadi dari permukaan (seperti laut, danau, sungai), permukaan tanah (genangan diatas 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 (Triatmodjo B, 2008:49-50) :

(a) radiasi matahari (%); (b) temperatur udara (0C); (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 dibanding dari permukaan air yang luas. Untuk itu hasil pengukuran dari panci evaporasi harus dikalikan dengan suatu koefisien. (Triatmodjo B, 2008:69) :

2. Perkolasi

Perkolasi artikan sebagai kecepatan air yang meresap ke bawah secara vertikal sebagai kelanjutan proses infiltrasi. Perkolasi merupakan faktor yang menentukan kebutuhan air tanaman (Etc = 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 rembesan.

3. Rembesan

Rembesan air 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 dan aliran keluar (Hansen dkk. 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.

E. Efisiensi Pemakaian Air Irigasi

Indonesia merupakan negara agraris dimana pembangunan dibidang pertanian menjadi prioritas utama. Karena Indonesia merupakan salah satu negara yang memberikan komitmen tinggi terhadap pembangunan ketahanan pangan sebagai komponen startegis dalam pembangunan nasional.

Pengairan merupakan salah salah satu segi dari pengawetan air dan secaralangsung ditujukan untuk mengamankan dan meningkatkan produksi

pangan. Pengairan atau irigasi merupakan suatu usaha pengendalian, penyaluran, dan pembagian air.

Untuk mendapatkan manfaat penggunaan air semaksimal mungkin harus ada perencanaan, pengelolaan serta pendistribusian air yang seimbang. Oleh karena itu diperlukan perhitungan yang teliti mengenai besarnya air yang tersedia dan kebutuhan air bagi pertumbuhan tanaman. Jumlah air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman dan besarnya air irigasi yang diberikan pada suatu daerah pengairan dipengaruhi beberapa faktor antara lain jenis tanaman, kebutuhan air setiap tanaman, ketersediaan air untuk irigasi, serta luas daerah aliran irigasi.

Kajian efisiensi operasional saluran irigasi untuk menunjang penyediaan bahan pangan nasional sangat diperlukan, sehingga ketersediaan air di lahan akan terpenuhi walaupun lahan akan terpenuhi walaupun lahan tersebut berada jauh dari sumber air permukaan. Hal tersebut tidak terlepas dari usaha teknik irigasi memberikan air dengan kondisi tepat mutu, tepat ruang dan tepat waktu dengan cara yang efektif dan ekonomis.

Kontribusi prasarana dan sarana irigasi terhadap ketahanan pangan selama ini cukup besar yaitu sebanyak 84 persen produksi beras nasional bersumber dari daerah irigasi (Hasan, 2005).

Tolak ukur keberhasilan pengelolaan Jaringan Irigasi adalah efisiensi dan efektifitas. Efektifitas pengelolaan Jaringan Irigasi ditunjukkan oleh 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 area (Ramadhan F, 2013:27).

$$\text{Indeks Luas Areal } i = \frac{\text{Luas Areal Terairi}}{\text{Luas Rancangan}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dalam hal ini, semakin tinggi nilai IA menunjukkan semakin efektif pengelolaan jaringan irigasi.

1. Definisi Efisiensi Irigasi

Menurut Sudjawardi (1987:30) efisiensi irigasi adalah pemanfaatan air untuk tanaman, yang di ambil dari sumber air atau sungai yang di alirkan ke areal irigasi melalui bendung.

Secara kuantitatif efisiensi irigasi suatu jaringan irigasi sangat kurang diketahui dan merupakan parameter yang sukar diukur. Akan tetapi sangat penting dan umumnya diasumsikan untuk menambah 40% sampai 100% terhadap keperluan air irigasi di bendung. Kehilangan air irigasi pada tanaman padi berhubungan dengan : (a) kehilangan air di saluran primer, sekunder dan tersier melalui rembesan, evaporasi, pengambilan air tanpa ijin dan lain-lain, (b) kehilangan akibat pengoperasian termasuk pemberian air yang berlebihan.

Efisiensi pemakaian air adalah perbandingan antara jumlah air yang sebenarnya yang dibutuhkan tanaman untuk evapotranspirasi dengan jumlah air yang sampai pada sesuatu inlet jalur. Untuk mendapatkan gambaran efisiensi irigasi secara menyeluruh diperlukan gambaran secara menyeluruh dari

gabungan saluran irigasi dan drainase mulai dari bendung : saluran irigasi primer, sekunder, tersier, dan kuarter : petak tersier dan jaringan irigasi/drainase dalam petak tersier.

Pada pemberian air terhadap efisiensi saluran irigasi nampaknya mempunyai dampak yaitu berdasarkan sesuai areal daerah irigasi, metoda pemberian air secara rutinitas atau kontinyu dan luasan dalam unit rotasi. Apabila air diberikan secara kontinyu dengan debit kurang lebih konstan maka tidak akan terjadi masalah pengorganisasian.

a. Efisiensi Pemakaian Air

Efisiensi pemakaian air (*application efficiency*) di sawah EPA adalah perbandingan antara jumlah air irigasi yang diperlukan tanaman (V_n) dengan jumlah air yang sampai ke suatu inlet jalur atau petakan sawah (V_{sw}). Jumlah air irigasi yang diperlukan tanaman disebut dengan V netto adalah jumlah air yang diperlukan tanaman (W) dikurangi dengan hujan efektif (H_e). Untuk padi sawah nilai W adalah perjumlahan dari nilai ET, Perkolasi, dan Genangan.

bEfisiensi Penyaluran

Efisiensi penyaluran di beberapa Daerah Irigasi di banyak Negara telah sering dikaji dan nampaknya merupakan suatu fungsi dari (a) luas areal irigasi, (b) metode pemberian air (kontinyu atau rotasi) dan (c) luasan dari unit rotasi. Apabila air diberikan secara kontinyu dengan debit kurang lebih konstan maka tidak akan terjadi masalah pengorganisasian.

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. 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 (%).

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

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 (KP-01, 1986: 10) : (1) jaringan tersier = 80 % ; (2) jaringan sekunder = 90 %; dan (3) jaringan primer

= 90 %. Sedangkan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan adalah $80 \% \times 90 \% \times 90 \% = 65 \%$.

c. Efisiensi Distribusi

Efisiensi distribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni (a) kehilangan rembesan, (b) ukuran *grup inlet* yang menerima air irigasi lewat satu inlet pada sistem petak tersier, dan (c) lama pemberian air dalam grup inlet. Untuk mendapatkan efisiensi distribusi yang wajar, jaringan tersier harus dirancang dengan baik, dan mudah dioperasikan oleh petani. Suatu contoh tipikal jaringan irigasi dan drainase pada petak tersier .

Efisiensi distribusi untuk aliran kontinu dalam petak tersier terutama disebabkan oleh besarnya rembesan. Pada tekstur tanah berliat umumnya sekitar 90%. Akan tetapi aliran kontinu umumnya tidak digunakan jika petani menginginkan sejumlah debit tertentu (*main d'eau*) yang dipasok berbasis rotasi pada setiap grup inlet.

Distribusi pada pasok rotasi dalam tersier akan lebih rendah daripada pasok kontinu, karena kehilangan air akan terjadi pada waktu pengisian saluran.

2. Manfaat pengukuran efisiensi

Manfaat pengukuran efisiensi pada Jaringan Irigasi adalah : a) untuk menghasilkan penggunaan air Irigasi yang efisien di tingkat petani yang disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman. b) untuk penelitian terapan dalam evaluasi tingkat efisiensi penggunaan air irigasi permukaan, misalnya

rembesan/bocoran di saluran, debit yang diperlukan, panjang alur (furrow) dan sebagainya. c) untuk keperluan saluran pelayanan air irigasi diperlukan alat ukur untuk menetapkan jumlah air yang telah digunakan dan besarnya saluran air yang harus dibayar oleh pemakaian air tersebut.

3. Penghematan Air Di Jaringan Distribusi

Efisiensi penyaluran air merupakan tahap awal dari konsep efisiensi Irigasi untuk menghitung kehilangan air. Setelah air sampai di areal pertanian, maka muncul masalah pemakaian air secara efisien. Jumlah air yang diberikan pada areal pertanian biasanya lebih besar dari kemampuan tanah untuk menahan jumlah air tersebut. Konsep efisiensi pemakaian air digunakan untuk mengukur dan menitikberatkan perhatian terhadap jumlah air yang disimpan didalam daerah perakaran yang digunakan oleh tanaman.

Efisiensi distribusi air berguna untuk menunjukkan keseragaman penyebaran air di daerah perakaran untuk irigasi bukan genangan selama waktu irigasi, dan dapat dinyatakan dengan persamaan Hansen (1979), yaitu :

Sehingga dengan demikian efisiensi penyaluran air ini dipengaruhi oleh sifat fisik tanah, dimensi dan macam saluran, evaporasi serta bocoran yang terjadi pada tanggul saluran.

4. Kriteria Efisiensi Pengairan

Efisiensi pengairan yang pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder yaitu dari bangunan pembagi sampai petak sawah, Efisiensi irigasi didasarkan asumsi sebagian dari jumlah air yang

diambil akan hilang baik di saluran maupun di petak sawah. Kehilangan air yang diperhitungkan untuk operasi irigasi meliputi kehilangan air di tingkat tersier, sekunder dan primer. Besarnya masing-masing kehilangan air tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran, luas permukaan saluran, keliling basah saluran dan kedudukan air tanah.

Besarnya nilai efisiensi irigasi ini dipengaruhi oleh jumlah air yang hilang selama di perjalanan. Efisiensi kehilangan air pada saluran primer, sekunder dan tersier berbeda pada daerah Irigasi. Besarnya kehilangan air di tingkat saluran primer 90%, sekunder 90% dan tersier 80%. Sehingga efisiensi Irigasi total $90\% \times 90\% \times 80\% = 65\%$.

Besarnya efisiensi irigasi tergantung dari besarnya kehilangan air yang terjadi pada saluran pembawa, mulai dari bendung sampai petak sawah. Kehilangan air tersebut disebabkan karena penguapan. Perkolasi, kebocoran dan sadap liar. Besarnya angka efisiensi tergantung pada penelitian lapangan pada Daerah Irigasi. Pada perencanaan Jaringan Irigasi, tingkat efisiensi ditentukan menurut kriteria standar perencanaan yaitu sebagai berikut :

- a. Kehilangan air pada saluran primer adalah 7,5 – 12,5 %, diambil 10% faktor koefisien 1,10.
- b. Kehilangan air pada saluran sekunder adalah 7,5 – 15,5 %.
- c. Kehilangan air pada saluran tersier diambil 25% faktor koefisien 1,25 %.

5. Debit Air Saluran

Mengetahui kehilangan air di saluran pada dasarnya perlu mengetahui debit air di saluran. Debit (discharge) atau besarnya aliran saluran adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang saluran per satuan waktu. Jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu disebut debit aliran (Q). Debit aliran diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu, sehingga satuannya adalah meter kubik per detik (m³/detik) atau satuan yang lain (liter/detik, liter/menit, dsb). Dalam pengukuran debit air secara tidak langsung, yang sangat perlu diperhatikan adalah kecepatan aliran dan luas penampang aliran. Rumus umum yang biasa digunakan adalah sebagai berikut : (Soewarno, 1991)

$$Q = \Sigma (A \times V) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

Q = debit air (m³/det)

A = luas bagian penampang basah saluran (m²)

V = kecepatan aliran rata-rata saluran (m/det).

Pengukuran debit dapat dilaksanakan secara langsung (direct) atau secara tidak langsung dengan (indirect). Pengukuran debit secara langsung dilakukan dengan memakai bangunan ukur yang dibuat sedemikian sehingga debit dapat langsung dibaca atau dengan mempergunakan tabel. Pengukuran secara tidak langsung dilakukan dengan mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang basah. Debit dihitung berdasarkan hasil-hasil pengukuran.

6. Pengukuran Debit dengan Pelampung

Dalam pelepasan pelampung harus diingat bahwa pada waktu pelepasannya, pelampung tidak stabil oleh karena itu perhitungan kecepatan tidak dapat dilakukan pada saat pelampung baru dilepaskan, keadaan stabil akan dicapai 5 detik sesudah pelepasannya. Pada keadaan pelampung stabil baru dapat dimulai pengukuran kecepatannya. Debit aliran diperhitungkan berdasarkan kecepatan rata – rata kali luas penampang.

Pada pengukuran dengan pelampung, dibutuhkan paling sedikit 2 penampang melintang. Dari 2 pengukuran penampang melintang ini dicari penampang melintang rata – ratanya, dengan jangka garis tengah lebar permukaan air kedua penampang melintang yang diukur pada waktu bersama – sama disusun berimpitan, penampang lintang rata-rata didapat dengan menentukan titik – titik pertengahan garis – garis horizontal dan vertikal dari penampang itu, jika terdapat tiga penampang melintang, maka mula – mula dibuat penampang melintang rata – rata antara penampang melintang rata – rata yang diperoleh dari penampang lintang teratas dan terbawah.

Sehingga untuk mendapatkan besarnya debit air yang mengalir di lokasi pengukuran adalah jumlah lintasan di bagi dengan jarak tempuh pelampung dari titik A ke titik B. Alat ukur lebar aliran yang dapat dipergunakan antara lain. a) Tali, b) Meteran. Adapun perlengkapan penunjang yang perlu tersedia antara lain : a) alat tulis, b) Stop Watch, c) Kalkulator.

Pada kementrian konstruksi di Jepang, jenis pelampung dalamnya air dan kedalaman tangkai ditentukan sebagai berikut :

Tabel 1. Koefisien Pelampung

Pelampung	1	2	3	4	5
d (m)	< 0,70	0,7 - 1,30	1,30- 2,60	2,60- 5,40	> 5,20
h (m)	0,00	0,50	1,00	2,00	4,00
k	0,85	0,88	0,91	0,94	0,96

F. Aspek Teknik dan Pengelolaan

Kebutuhan pangan terutama beras terus meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Di sisi lain ketersediaan pangan terbatas sehubungan dengan terbatasnya lahan yang ada untuk bercocok tanam, teknologi, modal dan tenaga kerja, sehingga defisit penyediaan bahan pangan masi sering terjadi di negeri ini. Untuk itu berbagai pihak tidak henti-hentinya berupaya untuk mengatasi masalah tersebut diatas melalui berbagai kebijakasanaan dan program (Sudjawardi, 1990).

Sudjawardi (1990) mendefinisikan irigasi merupakan salah satu faktor penting dalam produksi bahan pangan. Sistem Irigasi dapat diartikan sebagai suatu kesatuan yang tersusun dari berbagai komponen, menyangkut upaya penyediaan, pembagian, pengelolaan dan pengaturan air dalam rangka meningkatkan produksi.

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder yang mengambil langsung air dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil air langsung dari bangunan penyadap. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan

cara menyadap air dari saluran sekunder (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

Agar pemberian air Irigasi sesuai dengan yang direncanakan perlu dilakukan pengaturan aliran bangunan sadap (awal saluran primer), cabang saluran jaringan primer serta bangunan sadap primer dan sekunder. Bangunan pengatur muka air dimaksudkan untuk dapat mengatur muka air sampai batas-batas yang diperlukan untuk dapat memberikan debit yang konstan dan sesuai yang dibutuhkan. Sedangkan bangunan pengukur dimaksudkan untuk dapat memberi informasi mengenai besar aliran yang di alirkan. (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

G. Aspek Kultural

Salah satu faktor penentu keberhasilan usahatani padi dilahan sawah adalah adanya Jaringan Irigasi yang efisien dan efektif. Bertujuan untuk membahas operasional Jaringan Irigasi terutama menyangkut tingkat efisien dan efektivitasnya dalam mendukung produktivitas usahatani padi sawah.

Usaha peningkatan produksi tanaman pangan khususnya padi, pada dasarnya dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan antara lain eksentensifikasi, intensifikasi dan rehabilitasi, namun upaya tersebut memerlukan waktu yang panjang. Dalam jangka pendek pilihan yang layak untuk meningkatkan optimalisasi pemanfaatan sumberdaya. Pada usahatani padi sawah optimalisasi

pemanfaatan sumberdaya yang dapat dilakukan salah satunya melalui alokasi air irigasi secara efektif dan efisien.

Terjadinya interaksi kegiatan irigasi dengan teknologi lainnya dalam mendukung produktivitas usahatani, menyebabkan peran Irigasi tersebut tidak secara eksplisit dapat diidentifikasi dampaknya terhadap peningkatan produksi. Hal tersebut, secara empiris di lapangan ditunjukkan oleh keragaan perolehan produktivitas usahatani.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Daerah Irigasi Kampili terletak di desa Kampili Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa. Daerah tersebut secara terletak pada titik koordinat $05^{\circ}16'$ LS - $119^{\circ}30'$ BT, lokasi penelitian dapat dilihat pada lampiran 1. Daerah Irigasi Kampili mendapat suplai air dari Bendungan Kampili, yang terletak pada titik koordinat $05^{\circ}16'$ LS - $119^{\circ}31'$ BT. Penelitian ini dilakukan di Daerah Jaringan Irigasi Kampili Kabupaten Gowa dimulai bulan Desember 2017 sampai bulan April 2018.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

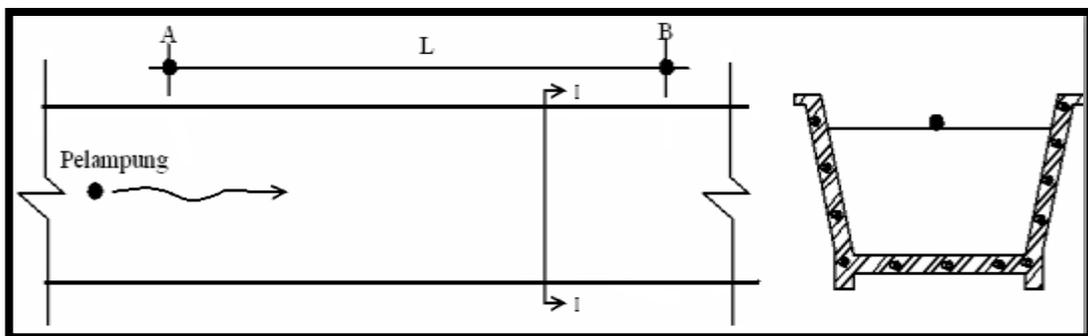
Jenis penelitian ini menggunakan penelitian secara langsung di lokasi dengan mengambil data yang diperlukan dalam penelitian ini. Penelitian ini dilaksanakan di Kampili Kabupaten Gowa pada tahun 2017. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer merupakan data yang diperoleh dari lapangan yaitu observasi dan data pengukuran yang didapatkan di lokasi penelitian di jaringan Irigasi Kampili. Data-data dalam penelitian ini berupa data primer. Data primer antara lain kecepatan aliran (V), debit aliran air (Q), luas penampang basah saluran (A), dan panjang saluran (L).

Selain itu dikumpulkan juga data kepustakaan yaitu mengumpulkan data yang bersifat teoritis, dokumen, diperoleh melalui skripsi-skripsi kepustakaan,

diklat, jurnal, buku lain yang sesuai dengan materi penelitian serta dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Gowa, UPT Dinas PSDA.

C. Prosedur Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat dibutuhkan dalam penelitian ini berupa : pelampung (bola pingpong), meter roll, stopwatch, mistar ukur.



(a) Denah (b) Potongan I –

Gambar 4. Pengukuran dengan Pelampung : (Ludiana, Wilhelmus Bunganaen, Tri M. W Sir)

Pengukuran kecepatan aliran dengan pelampung diilustrasikan pada Gambar di atas, dengan prosedur pengukuran sebagai berikut :

- a) Menentukan titik awal, misalnya titik A, yang berfungsi sebagai titik acuan untuk melepaskan pelampung.
- b) Menentukan panjang (L) lintasan pelampung.
- c) Menentukan titik akhir, titik ini terletak pada akhir lintasan pelampung, dianggap sebagai titik finish (titik B).
- d) Pelampung dilepaskan dari titik A bergerak menuju titik B, waktu tempuh

pelampung untuk bergerak menuju titik B diukur dengan *stopwatch*.

e) Pengukuran pada masing – masing ruas dilakukan beberapa kali kemudian rata-rata.

f) Panjang lintasan pelampung (L) dan waktu (t), dapat di hitung kecepatan

Penelitian dasar biasanya tidak langsung memberikan informasi yang siap pakai untuk menyelesaikan masalah akan tetapi lebih menekankan bagi pengembangan teori yang menunjukkan semua variabel terkait dalam situasi dan berhipotesis mengenai hubungan antara variabel-variabel tersebut. Oleh karena itu tidak jarang pemecahan masalah baru dapat dicapai lewat pemanduan hasil penelitian yang berkaitan.

D. Analisa dan Pengolahan Data

Jenis penelitian ini adalah penelitian tentang kebijakan. Penelitian kebijakan adalah suatu proses penelitian yang dilakukan pada masalah sosial yang mendasar, sehingga hasil dari penelitian dapat dijadikan sebagai rekomendasi dalam pembuatan keputusan untuk bertindak secara praktis dalam menyelesaikan kasus-kasus. Parameter yang diteliti dalam penulisan ini adalah efisiensi dan efektifnya pengelolaan jaringan Irigasi, dalam hal ini efisiensi dan efektif pelayanannya diukur dari pencapaiannya layanan irigasi terhadap tingkat intensitas yang diinginkan.

Selanjutnya hasil dari penelitian ini menjadi rekomendasi bagi pihak-pihak yang terkait dalam pengambilan kebijakan. Penelitian dilakukan untuk

memperoleh efektivitas merupakan pengelolaan jaringan irigasi. Pengukuran efisiensi dan efektivitas merupakan salah satu indikator kinerja bagi pelaksanaan suatu kegiatan yang telah ditetapkan untuk menyajikan informasi tentang seberapa besar pencapaian sasaran atas target.

Dalam tahapan ini dilakukan kegiatan pengumpulan data yang diperlukan dalam studi ini. Pengumpulan data ini harus terencana dengan baik agar tepat sasaran dan efektif. Data yang dijadikan bahan acuan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini dapat diklasifikasikan dalam dua jenis data pengelolaan data meliputi kegiatan pengakumulasian, pengelompokan jenis data, kemudian dengan analisis.

Teknik analisa data dalam penulisan ini melalui tahapan sebagai berikut

1. Analisis kecepatan aliran dengan alat ukur pelampung.
2. Analisis debit masuk dan debit keluar pada saluran primer
4. Analisis kehilangan air pada saluran primeryaitu cara selisih antara debit masuk dan debit keluar
5. Analisis efisiensi pada saluran primer

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh melalui pengukuran kecepatan aliran pada keadaan diatas muka air normal, yang dapat diteliti dan diamati dengan cara manual yaitu melepaskan bola pимpong diatas permukaan aliran dan mencatat waktu yang diperlukan oleh bola pимpong, dalam menempuh jarak 100 meter. Pada pengukuran kecepatan dilakukan pada tinggi muka air 2,00meter, 1,97meter, 1,59meter, 1,55meter, 1,50meter.

B. Pengukuran Aliran permukaan dengan Pelampung

1. Untuk data Hulu Saluran Induk BL.0-BL.1 dengan panjang lintasan pelampung (L) = 100 meter, waktu lintasan rata-rata (T) = 11,87 dtk rata-rata tinggi muka air (H) = 2 meter
2. Hitung Kecepatan Aliran dengan menggunakan rumus

$$\text{Dimana : } V_p = \frac{D}{T} = \frac{100}{12,22} = 7,67 \text{ m/dtk.}$$

Dan untuk koefisien pelampung

$$\text{Dimana } V_s = \alpha \times V = 0,91 \times 8,42 = 7,67 \text{ m/dtk}$$

Perhitungan kecepatan arus permukaan, dan kecepatan aliran daerah hulu dan hilir saluran induk Kampili dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengamatan Percobaan Dengan Alat Pelampung Untuk Daerah Hulu dan Hilir

NO	Lokasi	L	Waktu Tempuh (detik)						Trata-rata		Kecepatan Aliran (m/dtk)	
			Hulu			Hilir					Hulu	Hilir
		(m)	T1	T2	T3	T1	T2	T3	Hulu	Hilir	$V_p = L/T$ (m/dtk)	$V_p = L/T$ (m/dtk)
1	BL0 - BL1	100	12,00	11,58	12,02	12,23	12,19	12,25	11,87	12,22	7,67	7,44
2	BL1 - BL2	100	12,32	12,29	12,32	12,40	12,42	14,39	12,31	13,07	7,39	6,96
3	BL2 - BL3	100	13,05	13,03	13,03	13,36	13,34	13,39	13,04	13,36	6,98	6,81
4	BL3 - BL4	100	14,06	14,10	14,08	14,25	14,23	14,27	14,08	14,25	6,46	6,39
5	BL4 - BL5	100	14,18	14,24	14,21	14,40	14,38	14,41	14,21	14,40	6,40	6,32
6	BL5 - BL6	100	13,35	13,32	13,36	13,53	13,52	13,55	13,34	13,53	6,82	6,72
7	BL6 - BL7	100	12,58	13,02	12,87	13,30	13,28	13,31	12,82	13,30	7,10	6,84
8	BL7 - BL8	100	14,31	14,29	14,30	14,48	14,46	14,49	14,30	14,48	6,36	6,29
9	BL8 - BL9	100	15,09	15,13	15,11	15,35	15,33	15,37	15,11	15,35	6,02	5,93
10	BL9 - BL10	100	15,06	15,12	15,09	15,25	15,23	15,27	15,09	15,25	6,03	5,97
11	BL10 - BL11	100	14,46	15,00	14,65	15,05	15,03	15,08	14,70	15,05	6,19	6,05
12	BL11 - BL12	100	14,18	14,20	14,19	14,43	14,40	14,44	14,19	14,42	6,41	6,31
13	BL12 - BL13	100	14,02	14,06	12,86	14,30	14,27	14,31	13,65	14,29	6,67	6,37
14	BL13 - BL14	100	12,57	13,02	12,86	13,10	13,09	13,13	12,82	13,11	7,10	6,94
15	BL14 - BL15	100	14,21	14,00	14,18	14,32	14,25	14,33	14,13	14,30	6,44	6,36
16	BL15 - BL16	100	13,13	13,16	13,15	13,30	13,28	13,32	13,15	13,30	6,92	6,84
17	BL16 - BL17	100	12,15	12,20	12,17	12,37	12,35	12,40	11,08	12,37	8,21	7,35

Pengukuran yang dilaksanakan dilapangan yang di mulai dari saluran Kampili (BL.0) sampai dengan saluran Bontolangkasa (BL.17) dilaksanakan selama satu minggu lamanya pada tanggal 17 Desember pukul 09:11 – 14:18, sampai tanggal 23 Desember pukul 10:08.

Dari perhitungan di atas di dapatkan nilai waktu tempuh pelampung (T) dimana pengukuran kecepatannya di bagi tiga titik yaitu titik a (T1), titik b (T2) dan titik c (T3), waktu pelepasan pelampung di mulai pada saat melewati garis titik yang sudah di tentukan dan perhitungan waktu lintasan pelampung menggunakan stopwatch. Dan untuk T rata-rata di dapatkan dari hasil pembagian T1, T2, dan T3.

Nilai kecepatan arus permukaan (V_p) diperoleh dari jarak lintasan pelampung (L) di bagi dengan waktu tempuh pelampung (T), dan untuk nilai kecepatan aliran (V) yang diperoleh dari kecepatan arus permukaan (V_p) di kali dengan kondisi air normal (K).

C. Perhitungan Debit Aliran

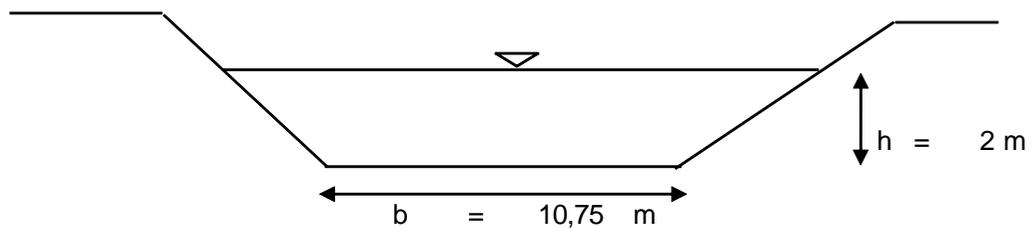
Berdasarkan data pengukuran pelampung, maka dapat di hitung debit aliran pada ruas BL.0 – BL.1 (Hulu) dalam kondisi diatas muka air normal dengan rumus :

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

dimana ;Kecepatan Aliran(V) = 7,67 meter, Lebar saluran(b) = 10,75 meter, Tinggi permukaan air(h) = 2 meter, Kemiringan saluran(m) = 1, Luas

penampang basah (A) = (b + mh) h = (10,75 + 2 x 1) = 12,75 meter² Debit air(Q) = 12,75 x 7,67 = 241,56 m³/dtk

Sketsa



Gambar 6. Dimensi Saluran

Perhitungan debit aliran untuk daerah hulu dan hilir saluran Induk Kampili pada ruas BL.0-BL.1 menghasilkan 241,56 m³/dtk dan untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3.

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai luas penampang basah (A) yang diperoleh dari lebar dasar saluran (b) di tambah dengan tinggi muka air (h) dan di kali dengan kemiringan dinding saluran (m). Untuk nilai kecepatan aliran (V) dan tinggi muka air (h) di dapatkan dari hasil pengukuran di lapangan dengan menghitung waktu lintasan yang dilalui pelampung dengan jarak ukur 100 meter dari titik a, titik b sampai ke titik c yang di hitung menggunakan stopwatch.

Untuk nilai debit air (Q) di peroleh dari luas penampang basah (A) di kali dengan kecepatan aliran (V). Untuk nilai lebar dasar saluran (b) dan

kemiringan saluran (m) di peroleh dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Gowa, UPT Dinas PSDA.

D. Analisis Efisiensi

Berdasarkan data pengukuran pelampung di atas, maka dapat di hitung kehilangan air pada saluran induk Kampili pada ruas BL0-BL1 dengan rumus:

$$h_n = I_n - O_n$$

Dimana ; Debit Hulu = 241,56 m³/dtk, Debit Hilir = 234,51 m³/dtk = 241,56 – 234,51 = 7,05 m³/dtk. Sedangkan untuk efisiensi saluran induk Kampili dapat dihitung dengan rumus :

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

Maka Efisiensi Penyaluran :

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{\text{Debit air yang keluar}}{\text{debit air yang masuk}} \times 100\% \\ E_p &= \frac{241,56}{234,51} \times 100\% \\ &= 97,68\% \end{aligned}$$

Perhitungan kehilangan dan efisiensi daerah hulu dan hilir saluran Induk Kampili menunjukkan kehilangan air yang terjadi pada ruas BL.0-BL.1 yaitu 7,05% dan efisiensinya 97,68%. Dan untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan debit air dengan metode pelampung untuk Daerah Hulu

NO	Lokasi	Jarak Pengukuran			Data Saluran			Hitungan		
		JU.I	JU.II	JU.III	b (m)	h (m)	m	A (m ²)	V (m/dtk)	Q (m ³ /dtk)
1	2	3	4	5	7	9	10	11	12	13
1	BL0 - BL1	100,00	100,00	100,00	10,75	2,00	1,00	25,50	7,67	195,55
2	BL1 - BL2	100,00	100,00	100,00	10,75	2,00	1,00	25,50	7,39	188,51
3	BL2 - BL3	100,00	100,00	100,00	11,00	1,97	1,00	25,55	6,98	178,35
4	BL3 - BL4	100,00	100,00	100,00	10,70	1,97	1,00	24,96	6,46	161,32
5	BL4 - BL5	100,00	100,00	100,00	10,70	1,96	1,00	24,81	6,40	158,92
6	BL5 - BL6	100,00	100,00	100,00	10,70	1,96	1,00	24,81	6,82	169,23
7	BL6 - BL7	100,00	100,00	100,00	11,25	1,59	1,5	21,68	7,10	153,86
8	BL7 - BL8	100,00	100,00	100,00	11,25	1,59	1,5	21,68	6,36	137,96
9	BL8 - BL9	100,00	100,00	100,00	11,25	1,59	1,5	21,68	6,02	130,58
10	BL9 - BL10	100,00	100,00	100,00	11,50	1,56	1,5	21,59	6,03	130,21
11	BL10 - BL11	100,00	100,00	100,00	11,50	1,55	1,5	21,43	6,19	132,63
12	BL11 - BL12	100,00	100,00	100,00	11,50	1,55	1,5	21,43	6,41	137,41
13	BL12 - BL13	100,00	100,00	100,00	7,70	1,58	1,5	15,91	6,67	106,09
14	BL13 - BL14	100,00	100,00	100,00	5,50	1,50	1,5	11,63	7,10	82,53
15	BL14 - BL15	100,00	100,00	100,00	5,50	1,50	1,5	11,63	6,63	77,10
16	BL15 - BL16	100,00	100,00	100,00	6,50	1,39	1,5	11,93	6,95	82,94
17	BL16 - BL17	100,00	100,00	100,00	5,50	1,32	1,5	9,87	8,21	81,10

Tabel4.Hasil perhitungan debit air dengan metode pelampung untuk Daerah Hilir

NO	Lokasi	Jarak Pengukuran			Data Saluran			Hitungan		
		JU.I	JU.II	JU.III	b (m)	h (m)	m	A (m ²)	V (m/dtk)	Q (m ³ /dtk)
1	2	3	4	5	7	9	10	11	12	13
1	BL0 - BL1	100,00	81,80	81,80	10,75	2,00	1,00	25,50	7,44	189,84
2	BL1 - BL2	100,00	74,40	100,00	10,75	2,00	1,00	25,50	6,96	177,54
3	BL2 - BL3	100,00	100,00	100,00	11,00	1,97	1,00	25,55	6,81	173,99
4	BL3 - BL4	100,00	100,00	100,00	10,70	1,97	1,00	24,96	6,39	159,39
5	BL4 - BL5	100,00	100,00	100,00	10,70	1,96	1,00	24,81	6,32	156,84
6	BL5 - BL6	100,00	100,00	100,00	10,70	1,96	1,00	24,81	6,72	166,85
7	BL6 - BL7	100,00	100,00	100,00	11,25	1,59	1,5	21,68	6,84	148,37
8	BL7 - BL8	100,00	100,00	100,00	11,25	1,59	1,5	21,68	6,29	136,28
9	BL8 - BL9	100,00	100,00	100,00	11,25	1,59	1,5	21,68	5,93	128,52
10	BL9 - BL10	100,00	100,00	100,00	11,50	1,56	1,5	21,59	5,97	128,83
11	BL10 - BL11	100,00	100,00	100,00	11,50	1,55	1,5	21,43	6,05	129,54
12	BL11 - BL12	100,00	100,00	100,00	11,50	1,55	1,5	21,43	6,31	135,20
13	BL12 - BL13	100,00	100,00	100,00	7,70	1,58	1,5	15,91	6,37	101,30
14	BL13 - BL14	100,00	100,00	100,00	5,50	1,50	1,5	11,63	6,94	80,71
15	BL14 - BL15	100,00	100,00	100,00	5,50	1,50	1,5	11,63	6,36	73,98
16	BL15 - BL16	100,00	100,00	100,00	6,50	1,39	1,5	11,93	6,42	76,61
17	BL16 - BL17	100,00	100,00	100,00	5,50	1,32	1,5	9,87	7,35	72,62

Tabel5.Perhitungan Efisiensi dan Kehilangan Air di Saluran Induk Kampili

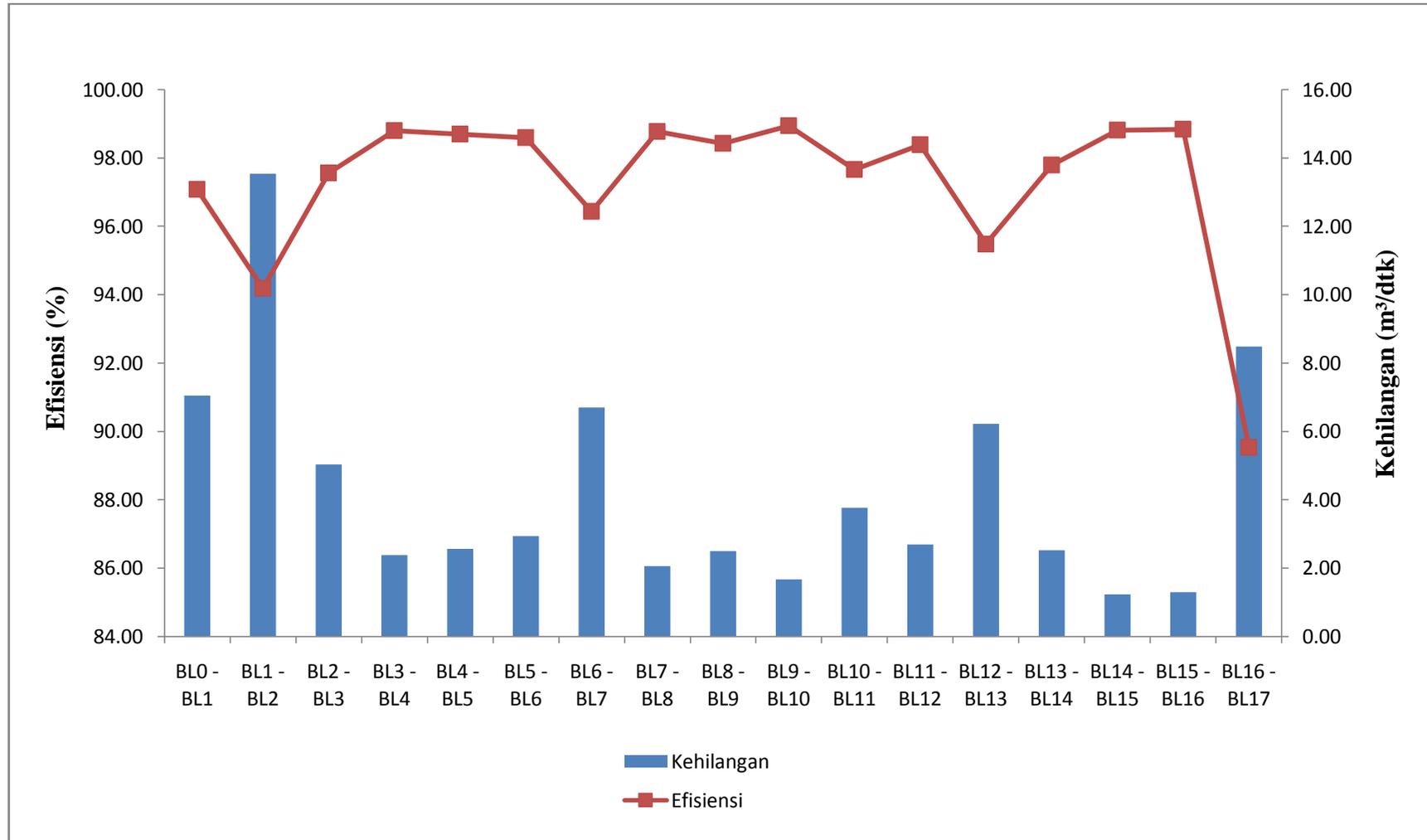
NO	Pengukuran	Jarak Pengukuran			Debit (m ³ /dtk)		Kehilangan (m ³ /d)	Efisiensi (%)
		JU.I	JU.II	JU.III	Hulu	Hilir		
1	BL0 - BL1	100,00	100,00	100,00	195,55	189,84	5,71	97,08
2	BL1 - BL2	100,00	100,00	100,00	188,51	177,54	10,96	94,19
3	BL2 - BL3	100,00	100,00	100,00	178,35	173,993	4,36	97,56
4	BL3 - BL4	100,00	100,00	100,00	161,32	159,393	1,92	98,81
5	BL4 - BL5	100,00	100,00	100,00	158,92	156,844	2,07	98,70
6	BL5 - BL6	100,00	100,00	100,00	169,23	166,850	2,38	98,60
7	BL6 - BL7	100,00	100,00	100,00	153,86	148,37	5,49	96,43
8	BL7 - BL8	100,00	100,00	100,00	137,96	136,28	1,68	98,78
9	BL8 - BL9	100,00	100,00	100,00	130,58	128,52	2,05	98,43
10	BL9 - BL10	100,00	100,00	100,00	130,21	128,835	1,38	98,94
11	BL10 - BL11	100,00	100,00	100,00	132,63	129,540	3,09	97,67
12	BL11 - BL12	100,00	100,00	100,00	137,41	135,199	2,21	98,39
13	BL12 - BL13	100,00	100,00	100,00	106,09	101,296	4,79	95,48
14	BL13 - BL14	100,00	100,00	100,00	82,53	80,713	1,82	97,80
15	BL14 - BL15	100,00	100,00	100,00	77,10	73,977	3,13	95,94
16	BL15 - BL16	100,00	100,00	100,00	82,94	76,611	6,32	92,37
17	BL16 - BL17	100,00	100,00	100,00	81,10	72,616	8,49	89,54
RATA-RATA							3,99	96,75

Untuk perhitungan di atas menghasilkan hasil efisiensi dari pengukuran di lapangan dimana kehilangan air banyak terjadi pada saluran BL.1-BL.213,54 m³/dt dan efisiensinya BL.1-BL.297,08%.

Melihat hasil analisis perhitungan pengukuran di lapangan, saluran Irigasi Kampili sudah memenuhi kriteria efisiensi saluran karena, kehilangan air yang terjadi sepanjang saluran induk Kampili rata-rata 97,30% sedangkan perkiraan efisiensi irigasi dalam (KP-01, 1986: 10 : 1) yaitu pada jaringan primer 90%.

Tetapi kami selaku peneliti tidak bisa memastikan hal ini karena, selama penelitian ini dilaksanakan mungkin saja terjadi kesalahan pada proses perhitungan kecepatan aliran terutama pada lintasan pelampung. karena mengingat pelaksanaan pengukuran ini bertepatan dengan musim hujan yang sangat mempengaruhi kecepatan lintasan pelampung dan mengingat tingginya debit air yang membuat kecepatan pelampung bertambah.

Sehingga kami maghasilkan data-data tersebut sebagaimana yang sudah di lampirkan pada tabel diatas yang menunjukkan saluran Induk Irigasi Kampili masi tergolong efisiensi.



Gambar 7. Grafik Hubungan Titik Pengamatan dengan Kehilangan Air dan efisiensi penyaluran pada setiap ruas saluran

Untuk grafik di atas menunjukkan hasil efisiensi dari pengukuran di lapangan dimana kehilangan air banyak terjadi pada saluran BL.1-BL.2 yaitu $7,05 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan efisiensinya $94,14\%$. Sedangkan kehilangan air paling kecil terjadi pada saluran BL.16-BL.17 yaitu $8,49 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan efisiensinya yaitu $89,94\%$.

Sehingga penyaluran air pada saluran kampili masi tergolong efisiensi. Efisiensi pada saluran Induk Kampili sudah memenuhi melihat hasil grafik di atas, saluran Induk Irigasi Kampili sudah memenuhi kriteria efisiensi saluran karena, kehilangan air yang terjadi sepanjang saluran induk Kampili rata-rata 98% sedangkan perkiraan efisiensi irigasi dalam (KP-01, 1986: 10 : 1) yaitu pada jaringan primer 90% .

Tetapi kami selaku peneliti tidak bisa memastikan hal ini karena, selama penelitian ini dilaksanakan mungkin saja terjadi kesalahan pada proses perhitungan kecepatan aliran terutama pada lintasan pelampung. karena mengingat pelaksanaan pengukuran ini bertepatan dengan musim hujan yang sangat mempengaruhi kecepatan lintasan pelampung dan mengingat tingginya debit air yang membuat kecepatan pelampung bertambah.

Sehingga kami menghasilkan data-data tersebut sebagaimana yang sudah di lampirkan pada grafik 7 diatas yang menunjukkan saluran Induk Irigasi Kampili masi tergolong efisiensi.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

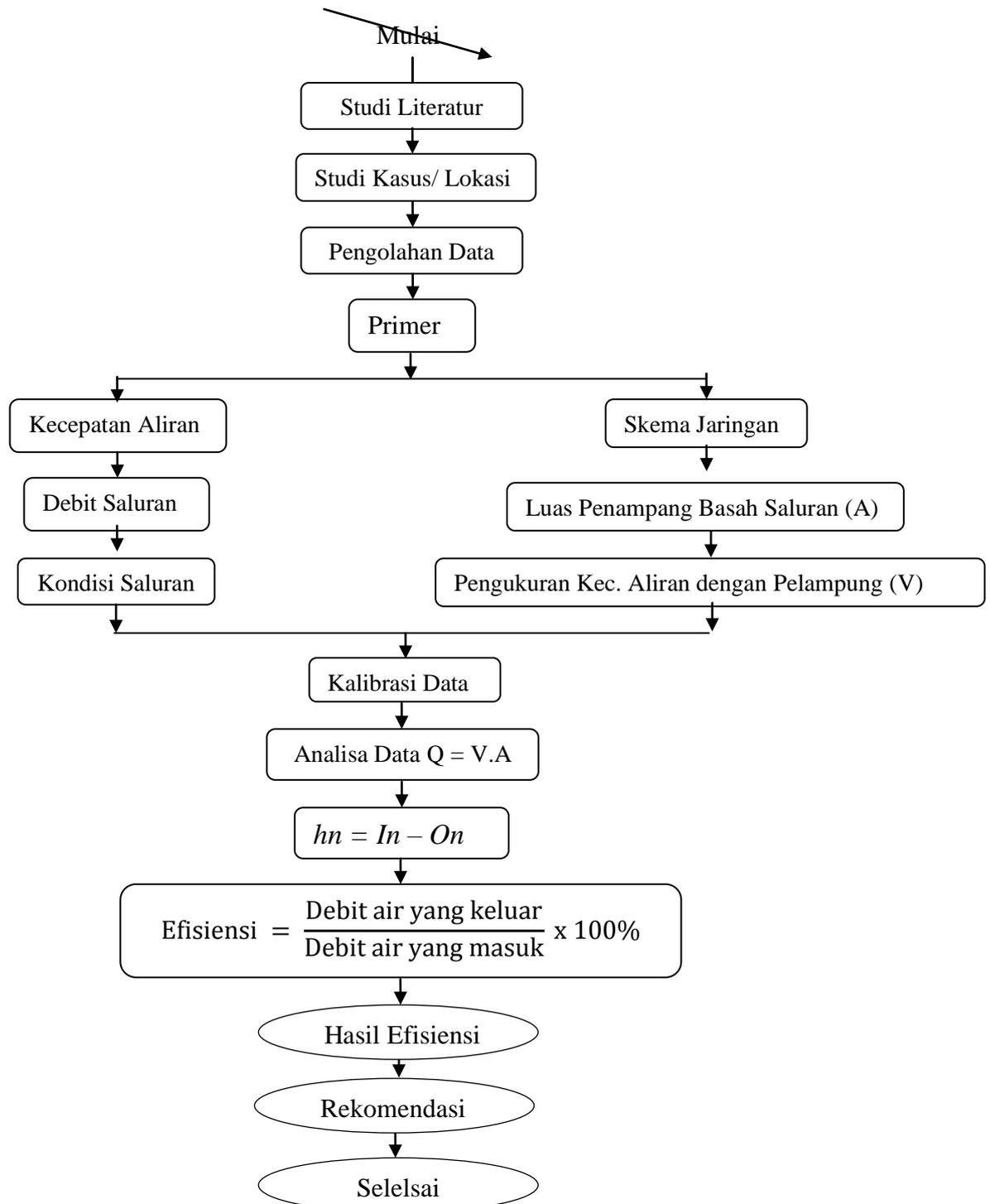
1. Kehilangan air secara keseluruhan pada jaringan irigasi saluran primer rata-rata yaitu 3,99 m³/dtk Kehilangan air yang terjadi evaporasi sangat kecil, sehingga air yang hilang lebih disebabkan oleh faktor fisik saluran dengan kehilangan yang banyak terjadi pada saluran Primer 1, saluran primer 2.
2. Efisiensi rata-rata secara keseluruhan pada jaringan irigasi saluran primer adalah 96,75%

B. SARAN

1. perlu dibuat perbaikan pada sistem pengelolaan air dan perbaikan fisik prasarana irigasi seperti: mengurangi kebocoran disepanjang saluran, meminimalkan penguapan, menciptakan sistem irigasi yang andal, berkelanjutan dan diterima petani.
2. Untuk meningkat efisiensi penyaluran air sebaiknya pemerintah terkait meningkatkan kerjasama dengan pihak petani dalam hal tata cara pemakaian air yang baik.

3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui optimalisasi pengelolaan Jaringan Irigasi Kampili.

E. Flow Chart/ Bagan Alur Penelitian



Gambar 5. Flow Chart/ Bagan Alur Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Ambler, J.S., 1991. *Irigasi di Indonesia*, LP3ES, Jakarta.
- Ahmad Ansori, Anton Ariyanto, Syahroni. *Efisiensi Kajian Efektivitas dan Efisiensi Jaringan Irigasi Terhadap Kebutuhan Air Pada Tanaman Padi*
- Andriani Asarah Bancin, Dewi Sri Jayanti, T.Ferijal. *Efisiensi Penyaluran Air Irigasi BKA Kn 16 Lam Raya Daerah Irigasi Krueng Aceh* Jurnal RonaTeknik Pertanian, Volume 8, Nomor 1, April 2015.
- Bunganaen, W., 2011. *Analisis Efisiensi dan kehilangan Air Pada Jaringan Utama Daerah Irigasi Air Sagu* Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Vol 1, No 1.
- Depertemen Pekerjaan Umum Direktorat Irigasi; “*Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Irigasi (KP 01 – KP 07)* “ , Edisi Bahasa Indonesia. 1986.
- Darmawangsa. *Skripsi Studi Efisiensi Penyaluran Pemakaian Air Pada Jaringan Irigasi Pekkabatta Kabupaten Pinrang*. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Garg, Satnosh Kumar. 1981. *Irrigation Engineering and Hydraulic Structures*. Khana Publisher. Naik Sarak. Delhi.
- Hansen, V.E., dan O. W. Israelsen. 1962. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*. Edisi Keempat. Erlangga, Jakarta.
- Hasan, M. 2005. *Bangunan Irigasi Dukung Ketahanan Pangan*. Majalah Air, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Kartasapoetra, AG., dan M. Sutedjo 1994. *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*, Bumi Aksara.
- Ludiana, Wilhelmus, Tri M.W Sir. *Evaluasi kinerja Jaringan Irigasi Bendungan Tilong Kecamatan Kupang Tengah Kabupaten Kupang* Jurnal Teknik Sipil, Volume 4, Nomor 1, April 2015.

- M. Nurul Huda, Donny Harisuseno, Dwi Priyantoro. *Kajian Sistem Pemberian Air Irigasi Sebagai Dasar Penyusunan Jadwal Rotasi Pada Daerah Irigasi Tumpang Kabupaten Malang* Jurnal Teknik Pengairan, Volume 3, Nomor 2, Desember 2012.
- Nur Zun Viqh, R. A. Bustomi Rosadi, Nugroho Haryono, Oktafri. M. Nurul Huda, Donny Harisuseno, Dwi Priyantoro. *Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Tingkat Tersier Unit Pelaksanaan Teknis Pengairan Kota Metro Daerah Irigasi Kanpung Batanghari*. Jurnal Teknik Pertanian, Volume 1, Nomor 21 Oktober 2012.
- Partowijoto, 1984, *Kapita Selekta Teknik Tanah dan Air*. Majalah Dunia Insinyur, Jakarta.
- Ramadhan, F., 2011, *Kualitas Perairan Situ Gintung Tangerang Selatan*, Jurnal Biogenesis, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Sudjarwadi. 1987. *Dasar-Dasar Teknik Irigasi*. Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Sudjarwadi. 1990. *Teori dan Praktek Irigasi*. Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Soewarno, *Hidrologi Operasional Jilid Ke Satu*. PT. Citra Aditya Bakti : Bandung, 1991.
- Triatmodjo, Bambang. *Hidrologi Terapan*. Bandung : Beta offset, 2008.
- Yurizal Biahimo, David Rumambi, Daniel Ludon, Sandra Pakasi. *Analisis Efisiensi Penyaluran Air Irigasi Dengan Sistem Informasi Geografis Bendungan Lomaya Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo*. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Winpenny. J.T., 1997, *Demand Management For Efficient and Aquitable Use,, Water Economic, Management and Demand*, Oxfor.

Proses Pengukuran Dilapangan



Pengukuran BL.0- BL.1



Pengukuran BL.1-BL.2



Pengukuran BL.2-BL.3



Pengukuran BL.3-BL.4



Pengukuran BL.4-BL.5



Pengukuran BL.5-BL.6



Pengukuran BL.6-BL.7



Pengukuran BL.7-BL.8



Pengukuran BL.8-BL.9



Pengukuran BL.9-BL.10



Pengukuran BL.10-BL.11



Pengukuran BL.11-BL.12



Pengukuran BL.12-BL.13



Pengukuran BL.13-BL.14



Pengukuran BL.15-BL.16

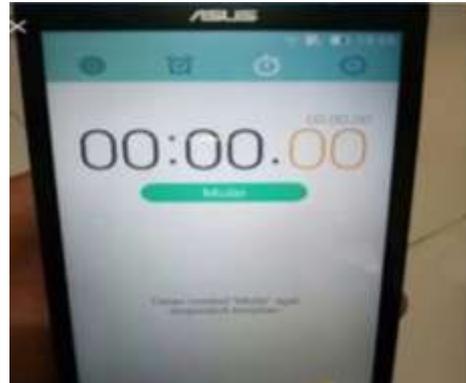


Pengukuran BL.16-BL.17

Alat Pengukuran Dilapangan



Bola Pimpong



Stopwatch Hp



Penggaris



Tali rapia



Meteran roll



Pengukuran panjang saluran



Pengukuran Tinggi muka air

