P-ISSN 2775 - 0825
E-ISSN 2987 - 2936
Volume 5, No.1, Mei 2025, Hal 1- 67

ANALISIS KAPASITAS SALURAN IRIGASI DAERAH RAWA BERDASARKAN DEBIT LAPANGAN DAN DEBIT KEBUTUHAN AIR TANAMAN

(Analysis Of The Capacity Of Irrigation Canals In Swamp Areas Based On Field Discharge And Plant Water Demand Discharge)

Lediana Permai[1]
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya , e-mail : ledianapermai2299@gmail.com

Haiki Mart Yupi[2]
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail : haikimartyupi@jts.upr.ac.id

Allan Restu Jaya[3]
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail : : allanrestujaya@gmail.com

***Abstack** : Irrigation is a water channel that is used to carry or drain water from its source by gravity to the rice fields. Made to meet the water needs of existing agricultural land, irrigation is in the form of a network consisting of channels that distribute water to rice fields. The creation of irrigation is in order to meet the water needs for food crops. This study aims to determine the number of irrigation water needs and the effectiveness of irrigation canals in Iron City, East Kotawaringin Regency with an agricultural land area of 16.5 hectares.*

In this study, direct observation and data collection were carried out in the field, namely measuring the dimensions of irrigation canals and flow speeds on the channels using the buoy method. Irrigation water requirements are calculated by evapotranspiration analysis of the Penman method. The next stage is the calculation of water needs for land preparation (IR) and the calculation of plant water needs for superior rice and local rice. The last stage of calculation of the efficiency of irrigation canals.

The result of this study is that the need for irrigation water for rice planting in Kota Besi Kotawaringin Timur Regency is met. The need for superior rice planting water with a land area of 16.5 ha is 0.0121 m3 / s up to 0.0471 m3 / s, and for local rice planting water needs with a land area of 16.5 ha is 0.0120 m3 / s up to 0.380 m3 / s. The level of water availability in the secondary channel, namely at real discharge of 1,940 m3 / s, with a planned discharge of 2,475 m3 / s. The efficiency of water in the channel against the planned discharge is not too different, the real discharge in the field is the discharge of water in the secondary channel in June of the first week in 2021, 78% of which can flow water properly.

***Keywords :** Irrigation, Discharge, Evapotranspiration, Channel Capicity*

Abstak : Irigasi merupakan saluran air yang gunanya membawa atau mengalirkan air dari sumbernya dengan cara gravitasi menuju ke petak-petak sawah. Yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan air pada lahan pertanian yang ada, irigasi berbentuk jaringan yang terdiri dari saluran - saluran yang membagikan air ke petak - petak sawah. dibuatnya irigasi adalah agar dapat memenuhi kebutuhan air untuk tanaman pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya keperluan air irigasi dan efektivitas saluran irigasi pada Kota Besi, Kabupaten Kotawaringin Timur dengan luas lahan pertanian sebesar 16,5 hektar.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan dan pengambilan data langsung di lapangan yaitu pengukuran dimensi saluran irigasi dan kecepatan aliran pada saluran dengan menggunakan metode pelampung. Kebutuhan air irigasi dihitung dengan analisis evapotranspirasi metode penman. Tahapan selanjutnya perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan (IR) dan perhitungan kebutuhan air tanaman untuk padi unggul dan padi lokal. Tahapan terakhir perhitungan efisiensi saluran irigasi.

Hasil dari penelitian ini adalah Kebutuhan air irigasi untuk penanaman padi di Kota Besi Kabupaten Kotawaringin Timur terpenuhi. Kebutuhan air tanam padi unggul dengan luas lahan 16,5 ha sebesar 0,0121 m^3/dt sampai dengan 0,0471 m^3/dt, dan untuk kebutuhan air tanam padi lokal dengan luas lahan 16,5 ha sebesar 0,0120 m^3/dt sampai dengan 0,380 m^3/dt. Tingkat ketersediaan air pada saluran sekunder, yaitu pada debit real sebesar 1,940 m^3/dt, dengan debit rencana sebesar 2,475 m^3/dt. Efisiensi air disaluran terhadap debit yang direncanakan tidak terlalu jauh berbeda, debit real dilapangan merupakan debit air disaluran sekunder pada bulan juni minggu pertama pada tahun 2021, sebesar 78% dapat mengaliri air secara baik.

Kata Kunci : Irigasi, Debit,Evapotranspirasi, Kapisitas saluran

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Irigasi adalah usaha penyediaan pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Sedangkan maksud dari irigasi adalah : untuk mencapai kebutuhan air dimusim hujan untuk keperluan pertanian seperti membasahi tanah, merabuk, mengatur suhu tanah, menghindarkan gangguan hama dalam tanah dan sebagainya. Irigasi berfungsi mendukung produktivitas usaha tani guna meningkatkan produksi pertanian dalam rangka ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan Masyarakat, khususnya petani, yang diwujudkan melalui keberlanjutan system irigasi.

Kecamatan Kota Besi Hilir, Kabupaten Kotawaringin Timur memiliki lahan pertanian 16.050 m^2 dengan pajang saluran irigasi 5.350 m. pada tahun 2021 pemerintah daerah Kabupaten Kotawaringin Timur melakukan rehabilitasi terhadap saluran irigasi dapat berfungsi dengan optimal setelah lama tidak dilakukan pemeliharaan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas saluran irigasi, dan daya tampung saluran irigasi.

Rumus Masalah

1. Berapa banyak keperluan air irigasi untuk mengaliri lahan pertanian pada Kecamatan Kota Besi Hilir, Kabupaten Kotawaringin Timur?
2. Apakah daya tampung (efektifitas) saluran irigasi di daerah Kecamatan Kota Besi Hilir, Kabupaten Kotawaringin Timur, mampu mengaliri air irigasi sesuai kebutuhan lahan pertanian di daerah tersebut?

Tujuan

1. Menganalisis banyak keperluan air irigasi untuk mengaliri lahan pertanian pada Kecamatan Kota Besi Hilir, Kabupaten Kotawaringin Timur.
2. Mengetahui kemampuan daya tampung saluran irigasi di daerah Kecamatan Kota Besi Hilir, Kabupaten Kotawaringin Timur, untuk mengaliri air irigasi sesuai kebutuhan lahan pertanian di daerah tersebut.

Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya mengukur kapasitas saluran sekunder pada saluran irigasi di daerah Kecamatan Kota Besi Hilir, Kabupaten Kotawaringin Timur.
2. Pada pengukuran kecepatan aliran tidak menggunakan alat curret meter.

Manfaat

1. Untuk menambah wawasan, pengetahuan, penglaman dan dapat menerapkan ilmu yang telah didapatkan selama Pendidikan.
2. Sebagai masukan informasi bagi para petani daerah tersbut mengenai banyaknya air irigasi yang diperlukan untuk mengaliri lahan pertanian mereka.
3. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi pemerintah instansi terkait khususnya Dinas Umum Kabupaten Kotawaringin Timur.

TINJAUAN PUSTAKA

Irigasi

Irigasi adalah kegiatan yang berkaitan dengan usaha untuk mendapatkan air sawah, ladang, perkebunan dan lain-lain usaha pertanian, rawa-rawa, perikanan, usaha tersebut utama menyangkut pembuatan sarana dan prasarana untuk pembagian air. Kata irigasi berasal dari kata *irrigate* dalam Bahasa belanda *irrigation* dalam Bahasa Berdasarkan peraturan Mentri Pekerjaan Umum No.32 tahun 2007 pasal 1 tentang Pedoman Operasi dan Penelitian Jaringan Irigasi, Jaringan Irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkapnya yang merupakan satu kesatuanyang diperlukan untuk penyediaan, pembagian pemberiaan, pembangunan, dan Pembangunan air irigasi (Sudjarwadi, 1987).

Jaringan Irigasi

Menurut peraturan Mentri Pekerjaan Umum No.32/PRT/M/2007, disebut bahwa jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagiaan, pemberian, penggunaan, dan pembangunan air irigasi. Ada beberapa jenis jaringan irigasi yaitu:

1. Jaringan irigasi primer adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri atas bangunan utama, saluran induk/primer, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sedap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkapnya.
2. Jaringan irigasi sekunder adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri atas saluran sekunder,

saluran pembungannya, bangunan bagi, bangunan bagi sadap, dan bangunan pelengkapnya.

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, boks tersier, boks kuarter, serta bangunan pelengkapnya.

Jenis-Jenis Irigasi

Pemilihan sistem irigasi untuk suatu daerah tergantung dari keadaan topografi, biaya, dan teknologi yang tersedia.

Berikut ini terdapat empat jenis sistem irigasi :

a.Irigasi Gravitasi

Sistem irigasi ini memanfaatkan gaya gravitasi bumi untuk pengaliran airnya.

b. Irigasi Siraman
   Pada sistem irigasi ini air dialirkan menuju jaringan pipa dan disemprotkan ke permukaan tanah dengan kekuatan mesin pompa air.
c. Irigasi Bawah Tanah
   Pada sistem ini air dialirkan dibawah permukaan melalui saluran-saluran yang ada di sisi-sisi petak sawah.
d. Irigasi Tetesan
   Air dialirkan melalui jaringan pipa dan diteteskan tepat didaerah penangkaran tanaman dengan mengunakan mesin pompa sebagai tenaga penggerak.
   (sumber:standar perencanaan irigasi KP-01)

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

Air yang dibutuhkan irigasi merupakan total daya tampung air yang dibutuhkan dalam melakukan penguapan, kehilangan air, air yang dibutuhkan tanaman melalui pertimbangan curah hujan dan jumlah air yang disuplai secara alami oleh aliran air tanah. Kebutuhan air irigasi dihitung menggunakan metode water balance dengan membuat pola tata tanam. Air yang dibutuhkan oleh sawah untuk padi ditemukan berdasarkan factor-faktor berikut:

a. Persiapan lahan.
b. Konsumsi air.
c. Penyaringan dan air yang merembes.
d. Mengganti lapisan air.
e. Efektivitas hujan yang turun

Menurut (Susanto, 2004) Perkiraan banyaknya air untuk irigasi didasarkan pada factor-faktor jenis tanaman, jenis tanah, cara pemberian airnya, cara pengolahan tanah, banyaknya turun hujan, waktu penanaman, iklim, pemeliharaan saluran, dan bangunan esploitasi. Banyaknya air pada petak sawah dapat dirumuskan sebagai berikut:

Ir = S + E+ + P - Re

Di mana:

Ir : Kebutuhan air untuk irigasi (mm/hari)
S : Kebutuhan air untuk pengolahan tanah (mm/hari)
E+ : Evapotranspirasi (mm/hari)
P : Perkolasi (mm/hari)
Re : Curah hujan efektif (mm/hari)

Penentuan kebutuhann air untuk irigasi atau lahan pertanian didasarkan pada keseimbangan air di lahan untuk satu unit luas andalan periode biasanya periode setengah bulan kebutuhan air untuk irigasi di sawah dan untuk tanaman padi ditentukan oleh beberapa factor berikut ini :

Evaporasi Pontensial (ET)

Evaporasi adalah air yang menguap dari tanah yang berdekatan dengan tanaman, permukaan air yang berada di sekitar tanaman (bila ada genangan) (Mochammad Bardan, 2014). Berdasarkan (Smith, 1991) bahwa metode untuk menghitung ET metode standar didasarkan rumus Penman-Monteith.

Curah Hujan

Menurut (Ginanjar, 2015) curah hujan efektif adalah curah hujan yang secara efektif dan secara langsung dipergunakan memenuhi kebutuhan air tanaman untuk pertumbuhan. Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman ditentukan sebesar 80% dari curah hujan rerata per 15 harian bulanan dengan kemungkinan kegagalan 20% atau dapat juga disebut dengan curah hujan R80- untuk perhitungan curah hujan efektif ini menggunakan metode Basic Month dengan rumus:

R80 = N/5 + 1

Dengan:

R80: Curah hujan andalan dengan probabilitas 80%
N: Jumlah data / pengamatan (tahun)

Untuk tanaman padi, curah hujan efektifnya dihitung dengan persamaan berikut:

Re: Hujan efektif tanaman padi (mm)
R80:Hujan rancangan dengan probabilitas 80%
Perkolasi

Pengganti Lapisan (Wlr)

Penganti lapisan air dilakukan sebanyak dua kali, masing-masing 50 mm (3,33 mm/hari) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi atau pemindahan bibit (Direktorat Jendral Pengairan, 1986).

Kebutuhan Air Pada Sawah (NFR)

Perkiraan banyaknya air untuk irigasi didasarkan pada faktor-faktor jenis tanaman, jenis tanah, cara pemberian air, cara pengolahan tanah, banyak turun curah hujan, waktu penanaman, iklim, pemeliharaan saluran dan bangunan bending dan sebagainya.

NFR = Etc + P + WLR - Re

Dengan:

NFR : Kebutuhan air irigasi di sawah (1t/dt/Ha)
Etc : Penggunaan konsumtif (mm/hari)
WLR : Penggantian lapisan air (mm/hari)
P : Perkolasi (mm/hari)
Re : Curah hujan efektif

Kebutuhan air di pintu pengambilan dapat dirumuskan sebagai berikut:

DR = (NFR x A)

Dengan:

NFR : Kebutuhan air irigasi di sawah (1t/dt/Ha)
DR : Kebutuhan air pintu pengambilan (1t/dt/Ha)
A : Luas areal irigasi rencana (ha)
E : Efisiensi irigasi

Analisis Dimensi Saluran Irigasi

Analisis dimensi saluran irigasi adalah menganalisis dimensi irigasi yang sudah ada (dimensi rill) untuk dihitung ulang dan memperoleh dimensi untuk mendapatkan efektivitas saluran irigasi yang efisien, ditinjau dari segi dimensi saluran. Untuk menghitung dimensi saluran sekunder perlu menggunakan rumus kontuinitas, sebagai berikut:

Q = A x V

Dengan:

Q : Debit rencana (m3/dt)
A : Luas penampang basah (m2)
V : Kecepatan aliran (m/dt)

Pengukuran Debit

Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Pelampung bila kondisi aliran tidak memungkinkan diukur dengan current meter, kecepatan aliran dapat diukur dengan menggunakan pelampung. Perhitungan kecepatan aliran dengan pelampung dihitung dengan rumus Kecepatan aliran (vair) = k U. Dimana U adalah kecepatan pelampung yang diukur saat pengukuran dan k adalah koefisien koreksi dari pelampung yang digunakan.

Prinsip pengukuran dengan metode pelampung adalah kecepatan aliran diukur dengan menggunakan pelampung, luas penampung basah (A) ditetapkan berdasarkan pengukuran lebar permukaan air dan kedalaman air.

Persamaan debit yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Q = A x k x U

Keterangan:

Q : Debit aliran (m3/dt)
U : Kecepatan pelampung (m/dt)
A : Luas penampang basah (m2)
K : Koefisien pelampung

METODE PENELITIAN

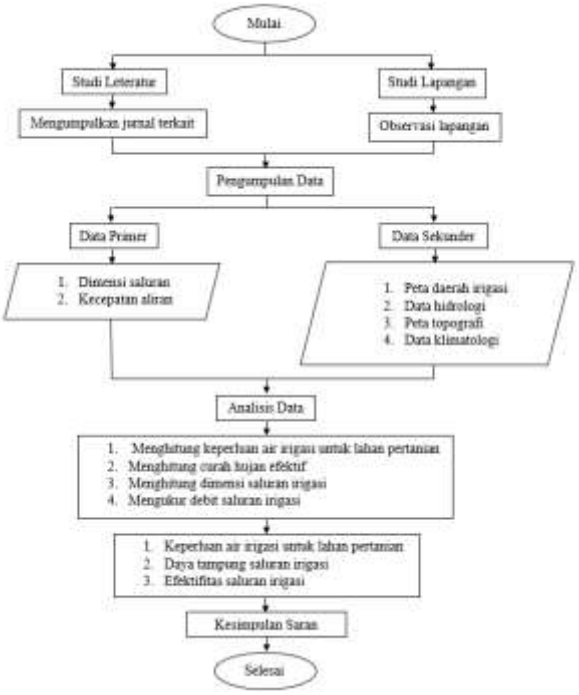
Lokasi penelitian ini masuk dalam wilayah Kecamatan Kota Besi Hilir, Kabupaten Kotawaringin Timur.

Data Diperlukan

Dalam penelitian ini data yang diperlukan terdiri atas data primer dengan cara survei terhadap lapangan pada jaringan irigasi induk dan sekunder, serta data sekunder yang dapat diperoleh dari pihak Dinas terkait seperti Dinas Pekerjaan Umum, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Dinas Pengairan Pertambangan dan Energi (Disairtamben), Kabupaten Kotawaringin Timur. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

1. Peta Daerah Irigasi Kecamatan Kota besi, Kabupaten Kotawaringin Timur
2. Data klimatologi selama 10 tahun terakhir
3. Data dimensi saluran irigasi
4. Data debit saluran irigasi

Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Keperluan Air Irgasi

Kebutuhan air untuk tanaman adalah jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan. Kebutuhan air tanaman perlu diketahui agar air irigasi dapat diberikan sesuai dengan kebutuhan.

Curah Hujan Efektif

Hujan efektif adalah curah hujan yang secara efektif dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk irigasi padi, curah hujan efektif bulanan diambil 70% dari curah hujan rata-rata tengah bulan dengan kemungkinan tidak terpenuhi 20%. Hal diatas dilakukan dengan mengingat tidak selur hujan yang jatuh meresap kedalam tanah dan dimanfaatkan oleh tanaman, tetapi menjadi air permukaan (runoff).

Re = 0,7 x R80

Keterangan :

Re = curah hujan efektif (mm/hari).

R80 = curah hujan rata-rata tengah bulanan dengan kemungkinan tidak terpenuhi

Besarnya R80 dihitung sebagai berikut :

a. Data curah hujan diurutkan dari terkecil ke terbesar (atau sebaliknya).
b. R80 ditentukan dengan memilih rangking ke (n/5+1) dari urutan terkecil, dengan n periode lamanya pengamatan.

Berikut adalah data curah hujan maksimum bulanan 10 tahun terakhir

No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agt	Sep	Oktr	Nop	Des
1	2012	47	87,9	38,6	54	104,5	18,6	74,5	6,7	12,8	27,7	89,2	93
2	2013	49	47,2	73	46	60	63	65,8	75	107	40	39,5	72
3	2014	23,2	29,8	136	82,8	92	123	11	40,4	14,7	8	74,9	35,5
4	2015	65,9	67,1	39,8	103,2	82,7	44	4,3	28,6	0	17,3	59,6	62
5	2016	82,1	64,1	48,7	47,7	67,5	44,8	36,7	81,4	36,2	65,9	83,6	41,2
6	2017	37,3	86,6	45,5	50,7	63,1	111,3	57,3	41,1	52,8	185,2	87	97,2
7	2018	26,3	73,8	57,5	86,7	61,4	42,9	17,9	60,6	51,6	32,5	88	71,7
8	2019	56,4	82,5	61,8	35,6	153,2	58,3	11,5	28,9	26,3	108,4	86,1	57,4
9	2020	50,3	69,9	64,7	76,4	96,1	34,2	100,2	52,9	42,9	64,2	64,2	60,1
10	2021	77,2	125,6	56	23	113	73,7	75,8	101,3	124,4	153	64,5	41,7
11	2022	59,2	55,8	77,6	41,8	96,9	176,8	41,1	85,3	104,2	94,9	63,5	50,2

(Sumber : Data Curah Hujan Maksimum Stasiun H. Hasan Kotawaringin Timur)

Perhitungan curah hujan efektif dengan data curah hujan pada tabel 4.2 Data Curah Hujan Bulanan 10 Tahun Terakhir (Berurutan). R80 =(n/5) + 1, dimana n adalah jumlah data curah hujan maksimum bulanan 10 tahun terakhir.

R80 = (10/5) + 1 = 3, maka diambil data ke-3 pada Tabel 4.1 Data Curah Hujan Bulana 10 Tahun Terakhir (Berurutan), lalu diketahui pada bulan Januari adalah 23,2

R80 untuk bulan Januari (31 hari) = 23,2/31 = 0,748

Jadi, curah hujan efektif pada bulan Januari :

Re = 0,7 x R80

= 0,7 x 0,748

= 0,524 mm/hari

Perhitungan seterusnya akan dilakukan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Curah Hujan Efektif

Bulan	R80 (n/5+1)	R80	Re (mm/hari)
Januari	23,2	0,748	0,524
Februari	29,8	1,064	0,745
Maret	136	4,387	3,071
April	82,8	2,760	1,932
Mei	92	2,968	2,077
Juni	123	4,100	2,870
Juli	11	0,355	0,248
Agustus	40,4	1,303	0,912
September	14,7	0,490	0,343
Oktober	8	0,258	0,181
Nopember	74,9	2,497	1,748
Desember	35,5	1,145	0,802

(Sumber : Hasil Perhitungan 2023)

Jadi besarnya curah hujan efektif daerah irigasi Kota Besi Kabupaten Kotawaringin Timur dalam waktu 10 tahun yaitu 3,071 mm/hari terjadi pada bulan Maret.

Kebutuhan Air Irigasi

Evapotranspirasi (ETo) adalah kondisi evaporasi berdasarkan keadaan meteorologi seperti: Temperatur (°C), lama matahari bersinar dalam %, kelembaban udara (Rh) dalam % dan kecepatan angin mile/hari.

Rumus kombinasi Penman yang telah disederhanakan : $Eto \frac{\Delta H + 0{,}27Ea}{\Delta + 0{,}27}$

Dengan :

Ea = 0,35 (ea – ed) (k + 0,012 U2)

H = RA (1 – r) (0,18 + 0,55 n/D) - σT (0,56 – 0,092 √ed) (0,10 + 0,90 n/D)

Rumus diatas disederhanakan :

Eto = - F1 (0,10 + 0,90 n/D) + F2 . RA (1 – r) + F3 (k + 0,01 U2)

Dengan :

$$F1 = \frac{\Delta\sigma T^4 (0{,}56 - 0{,}092\sqrt{ed})}{\Delta + 0{,}27}$$

$$F2 = \frac{\Delta(0{,}18 + 0{,}55\ n/D}{\Delta + 0{,}27}$$

$$F3 = \frac{0{,}27\ .\ 0{,}35\ (ea - ed)}{\Delta + 0{,}27}$$

Keterangan :

Δ : slope (lengkung) tekanan uap pada temperatur udara rata-rata (mm/Hg)

ΔσT4 : black body radiation pada temperature udara rata-rata (mm H2Operhari)

ea: Tekanan uap (mmHg)

ed: tekanan uap actual (mmHg)

: h . ea dengan h = relative humadity dalam %

H: besaran untuk drying power dari udara

Ea: evaporasi (mm H2O perhari)

RA: solar radiation (mmHg perhari)

r: reflection coefficient of surface

(1-r): penyerapan radiasi

K: roughness of the evaporating surface

n/D: ration of actual to possible hours of bright sunshine (%)

n: lamanya matahari bersinar secara maksimal

U2: kecepatan angin pada ketinggian 2 meter diatas permukaan tanah (mile/hari)

T: temperature udara rata-rata (°C)

Tabel 4.3 Kecepatan Angin (U^2 dalam knot)

No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
1	2012	10	6	13	8	11	9	8	9	8	6	8	6
2	2013	26	13	7	8	7	8	11	8	6	8	8	10
3	2014	7	8	11	10	5	5	6	5	8	5	7	6
4	2015	13	5	6	15	6	8	6	5	6	7	7	8
5	2016	13	7	7	9	8	11	17	9	15	15	7	7
6	2017	15	15	6	7	6	7	9	15	18	14	7	15
7	2018	10	6	7	7	6	5	21	7	6	13	6	7
8	2019	5	5	6	4	6	6	6	6	6	5	11	7
9	2020	6	7	6	7	6	7	7	7	10	8	8	7
10	2021	7	8	6	7	7	6	6	11	6	8	6	5
Σ		112	80	75	82	68	72	97	82	89	89	75	78
Rata - rata		11,2	8	7,5	8,2	6,8	7,2	9,7	8,2	8,9	8,9	7,5	7,8

(sumber : Data Kecepatan Angin Maksimum Stasiun H. Hasan Kotawaringin Timur)

Tabel 4.4 Udara Rata-Rata (T dalam °C)

No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
1	2012	28,1	27,9	28,6	29	28,8	28,6	27,5	27,7	28,2	29,8	31,4	28,7
2	2013	28,4	28,8	28,4	29,1	28,8	28,6	27,6	28	29	29,5	28,5	28,5
3	2014	28,7	29	28,8	28,6	28,8	29	28,4	28,5	28,4	28,9	29,2	29,3
4	2015	28,9	28,8	28,8	28,8	29,1	28,6	28,4	28,5	28,3	28,4	28,9	28,2
5	2016	29	29	28,2	29,9	29,4	28,3	28,9	28,9	29	29,4	29,2	28,2
6	2017	27,9	27,4	28	28,5	29	29,4	28,6	27,8	29,6	28,6	28,7	28,5
7	2018	28,8	29	27,8	28,5	29,5	29	27,8	27,6	29	29,6	28,5	28,5
8	2019	28,6	28,7	28,6	29,3	29	28,3	28	28	28,5	29,2	29,2	29,2
9	2020	28,8	28,6	29,4	29,5	29,2	28,7	28	28,8	28,3	28,9	29,2	29
10	2021	28,4	28,5	29	28,3	29,1	28,7	28,4	28,2	28,7	28,9	28,6	28,3
Σ		278,6	285,7	285,4	289,5	290,5	287,4	281,6	281,6	286,8	290,2	292,1	286,4
Rata - rata		27,86	28,57	28,54	28,95	29,05	28,74	28,16	28,16	28,68	29,02	29,21	28,64

(Sumber : Data Udara Rata – Rata Maksimum Stasiun H. Hasan Kotawaringin Timur)

Tabel 4.5 Kelembaban Udara (Rh dalam %)

No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
1	2012	94	93	93	95	94	92	95	87	87	90	93	97
2	2013	90	97	91	94	97	92	96	92	97	86	93	95
3	2014	92	93	96	94	96	92	91	91	89	94	95	94
4	2015	95	98	95	99	93	96	85	85	86	89	95	96
5	2016	95	98	98	97	96	96	92	90	95	95	95	95
6	2017	94	92	95	97	99	96	92	92	95	92	97	97
7	2018	88,8	92	95	98	95	96	91	93	92	95	95	96
8	2019	98	98	94	96	94	97	92	90	93	94	96	93
9	2020	95	97	93	98	96	93	94	92	94	94	93	94
10	2021	95	95	94	96	97	94	92	96	98	94	97	96
Σ		876,8	953	942	958	957	947	921	910	920	923	949	953
Rata - rata		87,68	95,3	94,2	95,8	95,7	94,7	92,1	91	92,0	92,3	94,9	95,3

(Sumber : Data Kelembaban Udara Maksimum Stasiun H. Hasan Kotawaringin Timur)

Tabel 4.6 Lama Matahari Bersinar

No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
1	2012	7,8	8	8	8	8	8	8	8	8	7,9	7,7	2,6
2	2013	7,7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7,8	7
3	2014	1	0,6	1	0,6	1	1	1	0,6	0,6	1	0,6	0,6
4	2015	9	9	8,5	9,7	9,7	10	10	9,6	8	8	8,7	8
5	2016	11	9,1	9,6	9	9,2	9,3	9,3	9,8	9,1	9,2	10,4	9
6	2017	9	9	8,6	8,3	9,1	9,7	9,2	8,5	9,6	9,3	10	9,2
7	2018	8	9,6	9,8	9,3	11	10,3	9,7	9,9	10	9,1	9	8,9
8	2019	7,9	10,4	8,8	9,4	9,3	9,8	10	10,1	9,1	10,8	9	7,9
9	2020	10	10	11,1	11	9,9	10,4	10	10,3	8,9	10	11,4	9,6
10	2021	8,6	9,9	10	10	10	10,2	9,8	9,7	10	9	9,4	6,6
Σ		79,8	83,6	83,4	83,3	85,2	86,5	85,2	84,5	81,3	80,3	84	69,4
Rata - rata		7,98	8,36	8,34	8,33	8,52	8,65	8,52	8,45	8,13	8,03	8,4	6,94

(Sumber : Data Lama Matahari Bersinar Stasiun H. Hasan Kotawaringin Timur)

Perhitungan Nilai Evapotrasi (Eto)

F1 = (ΔσT^4 (0,56-0,092 √ed))/(Δ+0,27)

= ((0,914 ×16,508)(0,56-0,092 ×√24,69))/(0,914 ×0,27)

= 1,311

F2 = (Δ (0,18+0,55 n/D))/(Δ+0,27)

= (0,914 (0,18+0,55 ×0,0798))/(0,914 ×0,27)

= 0,173

F3 = (0,27 ×0,35 (ea-ed))/(Δ+0,27)

= (0,27 ×0,35 (28,16-24,69))/(0,914+0,27)

= 0,277

E1 = - F1 (0,10 + 0,90 x n/D)

= - 1,311 (0,10 + 0,90 x 0,0798)
= - 0,225

E2 = F2 x RA (1 – r) r = 25 %
= 0,173 x 14,836 (1 – 0,25)
= 1,925

E3 = F3 (k + 0,01 U2) k = 1
= 0,277 (1 + 0,01 x 307,20)
= 1,128

Eto = E1 + E2 + E3 = - 0,225 + 1,925 + 1,128 = 2,828 Eto/hari

Untuk 1 bulan pada bulan Januari, yaitu:

Eto x 31 hari = 70,742 Eto/bulan

Perhitungan selanjutnya diteruskan pada Tabel 4.10 Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman.

Tabel 4.11 Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman

No	Uraian	satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
1	U2	mile/hari	307,20	269,45	205,71	214,91	186,51	197,49	269,06	224,91	244,11	244,11	201,71	213,94
2	T	°C	27,80	28,37	28,54	28,95	29,05	28,74	28,16	28,16	28,68	29,02	29,21	28,84
3	T	°F	82,15	83,43	83,37	84,11	84,29	83,73	82,68	82,69	83,62	84,24	84,58	83,93
4	Rh	%	87,68	85,3	84,2	85,8	85,7	84,7	82,1	81	82,6	82,3	84,9	85,3
5	Rh	-	0,8768	0,853	0,842	0,858	0,857	0,847	0,821	0,81	0,826	0,823	0,849	0,853
6	n/D	%	0,0798	0,0836	0,0834	0,0833	0,0832	0,0865	0,0852	0,0845	0,0815	0,0803	0,084	0,0804
7	ea	mmHg	28,16	29,33	29,28	29,96	30,15	29,01	26,95	26,95	29,51	30,08	30,41	29,45
8	r	25%	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
9	RA	mmH2o/hari	14,8360	15,1922	14,5079	14,5079	13,2959	12,9079	13,1159	13,9119	14,8040	15,0960	14,8880	14,6841
10	σT4	mmH2O/hari	16,308	16,660	16,655	16,743	16,765	16,698	16,573	16,573	16,685	16,730	16,709	16,676
11	ed	mmHg	24,690	27,852	27,783	28,699	28,835	28,042	26,198	26,075	27,228	27,760	28,065	28,062
12	Δ	mmHg	0,914	0,946	0,944	0,963	0,967	0,953	0,927	0,927	0,951	0,966	0,974	0,949
13	F1	-	1,311	0,954	0,895	0,878	0,865	0,848	1,122	1,158	1,027	0,986	0,865	0,943
14	F2	-	0,173	0,176	0,176	0,176	0,177	0,177	0,176	0,175	0,175	0,175	0,177	0,170
15	F3	-	0,2770	0,2072	0,1522	0,0965	0,0990	0,1202	0,1787	0,2056	0,1894	0,1771	0,1178	0,1873
16	Eto/hari	-	2,8256	2,1781	2,1411	2,0787	1,9349	1,9170	2,1842	2,2877	2,3470	2,4230	2,1860	2,0541
17	Eto/bulan	-	87,5927	60,9368	66,3737	62,3611	59,9822	57,5095	67,7153	70,9172	70,4109	75,1141	65,5800	63,6778

Sumber: Hasil Perhitungan Evaporanspirasi dengan Metode Penman, Juni 2023)

Jadi didapat nilai evaportranspirasi tertinggi pada bulan Januari yaitu, 2,8256 dan nilai terendah pada bulan Juni yaitu 1,9349

Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan (IR)

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (IR atau Irrigation Requirement atau Land Preparation) umumnya menentukan kebutuhan maksimum air irigasi pada suatu proyek. Komponen – komponen sesuai dengan data yang ada sebagai berikut.

1. Jangka waktu penyiapan lahan (T) adalah 45 hari.
2. Harga Perlokasi (P) adalal 2 mm – 6 mm, diambil 5 mm.
4. Kebutuhan air untuk penjenuhan (S) adalah 300 mm.
5. Bilangan dasar (e) adalah 2,718281828.

Kebutuhan air untuk mengganti air di sawah yang sudah jenuh (M):

M = 1,1 x ETo + P
= 1,1 x 2,828 + 5
= 8,110

k didapat dengan rumus: k = (M x T) / S

k = (8,110 x 45) / 300
=1,3216

e k = 2,7182818281,216
= 3,373

Maka kebutuhan air untuk penyiapan lahan pada bulan januari:

IR = (M x e k – 1)
= (8,110 x 3,373 -1)
= 26,355 mm/hari

Perhitungan selanjutnya diteruskan pada Tabel 4.12 Perhitungan Kebutuhan Air Penyiapan Lahan (IR = LP)

Tabel 4.12 Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan (IR=LP)

Bulan	Eto	P	Eo	M	k	ek	IR
Jan	2,8256	5	3,1081	8,1081	1,2162	3,3744	11,5229
Feb	2,1781	5	2,3959	7,3959	1,1094	3,0325	11,0347
Mar	2,1411	5	2,3552	7,3552	1,1033	3,0140	11,0072
Apr	2,0787	5	2,2866	7,2866	1,0930	2,9832	10,9608
Mei	1,9349	5	2,1284	7,1284	1,0693	2,9132	10,8543
Jun	1,9170	5	2,1087	7,1087	1,0663	2,9046	10,8410
Jul	2,1842	5	2,4027	7,4027	1,1104	3,0356	11,0393
Agt	2,2877	5	2,5164	7,5164	1,1275	3,0878	11,1166
Sep	2,3470	5	2,5817	7,5817	1,1373	3,1182	11,1610
Okt	2,4230	5	2,6653	7,6653	1,1498	3,1576	11,2181
Nov	2,1860	5	2,4046	7,4046	1,1107	3,0365	11,0406
Des	2,0541	5	2,2595	7,2595	1,0888	2,9711	10,9425

(sumber: Hasil Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan Pertanian, Juni 2023)

Jadi didapat kebutuhan air untuk penyiapan lahan terbesar yaitu pada bulan Januari sebesar 11,5229 dan yang terendah pada bulan Juni sebesar 10,8410

Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman

a. Perhitungan Kebutuhan Air Tanam Padi Unggul dan Luasan Lahan yang diairi

Etc = IR pengolahan lahan =11,0072 mm/hr

Penanaman

Etc = Kc x ETo = 1,08 x 2,1860 = 2,2449 mm/hr

P = 5 mm/hr

WLR = 1,7 mm/hr

Re Padi = 1,748 mm/hr

NFR = Etc + P – Re + WLR = 11,0072+ 5 – 1,748+ 1,7
= 15,9592 mm/hr

NFR = Etc + P – Re + WLR
= 2,1860 + 5 – 1,748 + 1,7
= 7,138 mm/hr

1. Kebutuhan Pengambilan Air Pada Sumbernya

$$DR = \frac{NFR}{ef \times 8{,}64} = \frac{15{,}9592}{0{,}65 \times 8{,}64}$$
$$= 2{,}8417\ lt/dt/ha$$

Dimana : ef : 65% (efisiensi untuk saluran sekunder)
8,64 : angka Konversi satuan dari mm/hr ke lt/ha

2. Debit pengambilan air untuk ke lahan pertanian

Luas area = 16,5 ha
Debit pengambilan (Q)

$$Q = \frac{DR \times A}{1000} = \frac{2{,}8417 \times 16{,}5}{1000} = 0{,}0468\ m^3/dt$$

Perhitungan Selanjutnya Diteruskan Pada Tabel 4.12 Perhitungan Kebutuhan Air Tanam Padi Unggul dan Luasan Lahan Yang diairi.

Tabel 4.12 Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman Padi Unggul dan Luasan Lahan yang

b. Perhitungan Kebutuhan Air Tanam Padi Lokal dan Luasan Lahan yang diairi

1. Etc = IR pengolahan lahan = 11,0072 mm/hr
Etc = Kc x Eto = 1,1 x 2,0708 = 2,278 mm/hr
2. P = 5 mm/hr
3. WLR = 1,7 mm/hr
4. Re = 1,932 mm/hr
5. NFR = Etc + P - Re + WLR
= 11,0072 + 5 -1,932 +1,7
= 15,775 mm/hr

NFR = Etc + P – Re + WLR
= 2,278 + 5 – 1,932 + 1,7
= 7,046 mm/hr

6. Kebutuhan Pengambilan Air Pada Sumbernya

$$DR = \frac{NFR}{ef \times 8{,}64}$$
$$= \frac{15{,}775}{0{,}65 \times 8{,}64}$$
= 2,809 lt/dt/ha

DR = $\frac{NFR}{ef \times 8{,}64}$
= $\frac{2{,}278}{0{,}65 \times 8{,}64}$
= 0,4056 lt/dt/ha

Dimana ef = 65% (efisiensi untuk saluran tersier)
8,64 = angka Konversi satuan dalam mm/hr ke lt/dt/haDebit

7. pengambilan air untuki ke lahan pertanian Luas area =16,5 ha
Debit pengambilan (Q)

$$Q = \frac{DR \times A}{1000} = \frac{2{,}809 \times 16{,}5}{1000} = 0{,}046\ m^3/dt$$

$$Q = \frac{DR \times A}{1000} = \frac{0{,}4056 \times 16{,}5}{1000} = 0{,}007\ m^3/dt$$

Penghitungan Selanjutnya Diteuskan Pada Tabel 4.13 Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman Padi Lokal dan Luasan Lahan yang diairi.

Tabel 4.13 Perhitungan Kebutuhan Air Tanam Padi Lokal dan Luas Lahan yang diairi

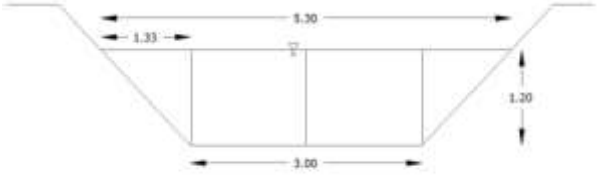
Kapasitas Saluran

Perhitungan kapasitas saluran real adalah untuk memperoleh nilai saluran agar dapat mengetahui debit real pada saluran irigasi.
Pengukuran Debit Lapangan

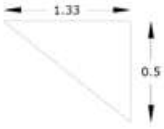
Pengukuran Menggunakan Metode Pelampung

a. Debit Real Saluran

Pengukuran debit menggunakan alat pelampung pada prinsipnya sama dengan metode konvensional, hanya saja kecepatan aliran diukur dengan menggunakan pelampung. Metode pengukuran debit dengan menggunakan pelampung biasa digunakan pada saat kondidi saluran dalam banjir.

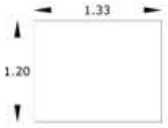


Gambar 4.1 Penampang Basah Saluran

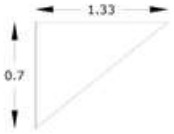


$$A1 = \frac{1{,}33 \times 0{,}5}{2} = 0{,}3325\ m^2$$

$$A2 = 1{,}20 \times 1{,}33 = 1{,}5960\ m^2$$



$$A3 = 1{,}20 \times 1{,}33 = 1{,}5960\ m^2$$



$$A4 = \frac{1{,}33 \times 0{,}7}{2} = 0{,}4655\ m^2$$

Dengan perhitungan seperti berikut :

$$V_{Pengukuran} = \frac{D}{t}$$

$$= \frac{10}{25{,}40}$$

$$= 0{,}3937\ m/dt$$

Nilai V pada pengukuran adalah nilai kecepatan aliran permukaan jadi harus dikalikan dengan nilai koreksi 0,95 untuk memperoleh nilai rerata.

$V_{Koreksi} = 0{,}3937 \times 0{,}95$

$= 0{,}3740$ m/dt

Hasil perhitungan $V_{Koreksi}$ selanjutnya dilanjutkan pada Tabel 4.16 hasil pengukuran kecepatan aliran saluran sekunder lapangan.

Tabel 4.16 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Saluran Sekunder Lapangan

Rai	D (m)	t (dt)	$V_{Pengukuran}$ (m/dt)	Koreksi (0,95)	$V_{Koreksi}$ (m/dt)	V rerata (m/dt)
A – B	10	25,40	0,3937	0,95	0,3740	0,3310
	10	28,70	0,3484	0,95	0,3310	
	10	30,22	0,3309	0,95	0,3144	
	10	31,20	0,3205	0,95	0,3045	
B - C	10	30,84	0,3243	0,95	0,3080	0,3039
	10	32,22	0,3104	0,95	0,2948	
	10	31,55	0,3170	0,95	0,3011	
	10	30,49	0,3280	0,95	0,3116	
C - D	10	25,99	0,3848	0,95	0,3655	0,3274
	10	30,34	0,3296	0,95	0,3131	
	10	30,22	0,3309	0,95	0,3144	
	10	29,99	0,3334	0,95	0,3168	
D - E	10	34,70	0,2882	0,95	0,2738	0,2583
	10	37,78	0,2647	0,95	0,2515	
	10	35,42	0,2823	0,95	0,2682	
	10	39,61	0,2525	0,95	0,2398	

(Sumber: Hasil Perhitungan Juni 2023)

Tabel 4.17 Tabel Untuk Perhitungan Qreal

No	A	V
1	0,3325	0,3310
2	1,5960	0,3039
3	1,5960	0,3274
4	0,4655	0,2583
Rata rata		0,3052

Menghitung Qreal

$$Q\,real = \frac{(A1 \times V1) + (A2 \times V2) + (A3 \times V3) + (A4 \times V4)}{A1+A2+A3+A4}$$

$$= \frac{(0{,}3325 \times 0{,}3310) + (1{,}5960 \times 0{,}3039) + (1{,}5960 \times 0{,}3274) + (0{,}4655 \times 0{,}2583)}{0{,}3325+1{,}5960+1{,}5960+0{,}4655}$$

$$= 0{,}3052\ m^3/dt$$

Dimana :

Q real : Debit Pengukuran (m3/dt)

V : Kecepatan Aliran (m/dt)

A : Luas Penampang Rai (m2)

Hasil pengukuran dan perhitungan didapat debit real pada saluran Sekunder Kota Besi, Kabupaten Kotawaringin Timur yaitu 0,3052 m3/dt.

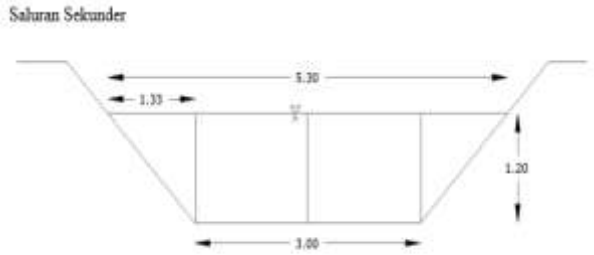
Kapasitas Debit Saluran

Debit saluran dihitung berdasarkan kondisi saluran dilokasi penelitian yaitu pengukuran dimensi dan kecepatan aliran. Berikut hasil pengukuran dilokasi penelitian sehingga didapat debit kapasitas. kapasitas saluran dapat dihitung setelah mengetahui besarnya debit real dan nilai I saluran pada saluran.

Tabel 4.18 Perhitungan Kapasitas Saluran

Nama Saluran	Q real (m^3/dt)	Q full (m^3/dt)	Q rencana (m^3/dt)
Saluran Sekunder	0,3052	1,0978	2,2696

(sumber: Hasil Perhitungan Juni 2023)



Gambar 4.2 Penampang Real Saluran

Diketahui : $A = \frac{5{,}30 + 3}{2} \times 1{,}20 = 4{,}9800$

$K = 1{,}20 + 3 + 1{,}20 = 5{,}4$

Tabel Kekasaran Manning Untuk Saluran

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0.016 - 0.033
	Berkelok, landai dan berumput	0.023 - 0.040
	Tidak terawat dan kotor	0.050 - 0.140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0.035 - 0.045
Pasangan	Batu kosong	0.023 - 0.035
	Pasangan batu belah	0.017 - 0.030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0.014 - 0.018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0.018 - 0.030

Diambil Kekasaran Manning Untuk saluran 0,025 pada Tabel 4.19

$$Q\ real = A\ \times V$$

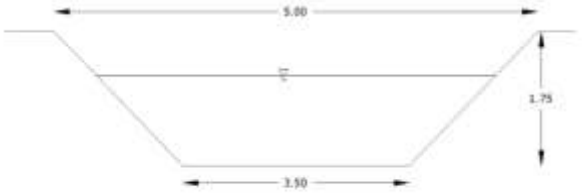
$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$I^{1/2} = \frac{V\ \times n}{R^{2/3}}$$

$$I^{1/2} = \frac{0{,}3052\ \times 0{,}025}{\left(\frac{4{,}9800}{5{,}4}\right)^{2/3}}$$

$$I^{1/2} = \frac{0{,}0076}{0{,}9475}$$

$$= 0{,}0081$$



Gambar 4.3 Penampang Full saluran

Diketahui : $A = \frac{5 + 3{,}50}{2} \times 1{,}75 = 7{,}44\ m^2$

$$Q\ full = A\ \times V$$

$$= A\ \left(\frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}\right)$$

$$= 7{,}44\left(\frac{1}{0{,}025} \times 0{,}3103^{2/3} \times 0{,}0081\right)$$

$$= 1{,}0978\ m^3/dt$$

Dari hasil perhitungan kapasitas saluran irigasi diatas diperoleh, kapasitas saluran sebesar 1,1078 m^3/dt dan mampu mengalirkan keperluan air irigasi dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan survey di Daerah Irigasi Kota Besi, Kabupaten Kotawaringin Timur dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kebutuhan air irigasi untuk penanaman padi di Kota Besi, Kabupaten Kotawaringin Timur yaitu Kebutuhan air tanam padi unggul dengan luas lahan 16,5 ha sebesar 0,0121 m^3/dt sampai dengan 0,0471 m^3/dt, dan untuk kebutuhan air tanam padi biasa dengan luas lahan 16,5 ha sebesar 0,0120 m^3/dt sampai dengan 0,0380.
2. Hasil dari analisis saluran irigasi Kota Besi, Kabupaten Kotawaringin Timur diperoleh debit real 0,3103 m^3/dt dan debit full saluran sebesar 1,0978 m^3/dt.
3. Kapasitas saluran irigasi adalah sebesar 1,0978 m^3/dt dibandingkan dengan keperluan air untuk tanaman sebesar 0,0471 m^m/dt jadi saluran irigasi dapat mengalirkan air untuk tanaman dengan baik.

Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan alat curentmeter untuk pengukuran debit pada saluran.

DAFTAR PUSTAKA

Ansori, A., Ariyanto, A., & others. (2014). Kajian efektifitas dan efisiensi jaringan irigasi terhadap kebutuhan air pada tanaman padi (Studi kasus irigasi Kaiti Samo Kecamatan Rambah Kabupaten Rokan Hulu). *Jurnal Mahasiswa Teknik*, *1*(1).

Asrul, A., Priana, S. E., & Dewi, S. (2021). EVALUSI SALURAN SEKUNDER IRIGASI SIGATA KOTA PADANG PANJANG. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, *1*(1), 198–204.

Frahmana, B. (2018). OPTIMASI PENGGUNAAN LAHAN PERTANIAN DENGAN PROGRAM LINIER Studi Kasus: Jaringan Irigasi Saluran Sekunder Majalaya Bendung Walahar Kabupaten Karawang. *Jurnal Ilmiah Desain \& Konstruksi*, *17*(2), 142–150.

Iriansyah, A., Hayati, F., & Fakhrurrazi, F. (2019). Analisis Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Irigasi Pada Petak Sawah Di Daerah Irigasi Rawa Kecamatan Mandastana. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, *3*(1), 15–23. https://doi.org/10.31961/gradasi.v3i1.730

Kimi, S. (2015). Pengaruh Jenis dan Kemiringan Dasar Saluran Terhadap Nilai Koefisien C Dengan Persamaan Manning Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium. *Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, *4*(1), 1.

Setiaji, R. (1995). *Analisis Efektivitas Kapasitas..., Rahmat Setiaji, Fakultas Teknik UMP, 2015*. 1–3.

Utara, U. S., WULAN, A. I. S., Maiti, Bidinger, Anonim, Zamzami, Z., Azmeri, A., Syamsidik, S., Jurusan, M., Sipil, T., Teknik, F., Sriwijaya, U., Sari, D. R., Astuti, F. A., Sungkowo, A., Kristanto, W. A. D., Irpan, A., Sujatmoko, B., Hendri, A., … Agung, P. (2015). Anton Priyonugroho. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, *1*(1), 1–14.