

PERENCANAAN SALURAN D.I MUNGGU II PADANG PANJANG TIMUR KOTA PADANG PANJANG.

Hasnah Wita¹

Mahasiswi Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Jl.By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi

Abstrak

Irigasi merupakan salah satu sarana pemanfaatan sumber daya air yang berfungsi sebagai penyedia, pengatur dan penyalur air untuk menunjang lahan pertanian guna memenuhi kebutuhan tanaman secara optimal. Jaringan irigasi adalah suatu saluran bangunan utama dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi, satu kesatuan wilayah mendapatkan air dari suatu jaringan irigasi tersebut dengan daerah irigasi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dimensi saluran irigasi yang efektif di daerah Munggu II Padang Panjang. Pengumpulan data primer untuk penelitian ini menggunakan metode survei langsung dan observasi lapangan pada daerah irigasi Munggu II. Untuk pengumpulan data sekunder diperoleh langsung dari BMKG dan Bidang Pengairan Dinas PUPR Kota Padang Panjang dengan meminta dan melihat langsung data-data pada instansi tersebut. Metode pengolahan data menggunakan perhitungan manual sesuai dengan metode rasional untuk menghitung curah hujan, dan rumus manning untuk debit saluran. Setelah dilakukan perhitungan maka didapat debit saluran dari dimensi saluran irigasi tipe penampang trapesium dengan debit saluran primer = $1,8 \text{ m}^3/\text{dt}$, saluran sekunder 1 = $0,533 \text{ m}^3/\text{dt}$, saluran tersier = $0,967 \text{ m}^3/\text{dt}$. Dan dimensi rencana saluran primer dengan lebar dasar $B = 1,73$ dan tinggi air $0,962 \text{ m}$ dengan muka air normal = $2,752 \text{ m}^3/\text{dt}$ muka air banjir = $3,98 \text{ m}^3/\text{dt}$, dimensi rencana saluran sekunder dengan lebar dasar $B = 0,78 \text{ m}$ dan tinggi air $0,78 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan dimensi rencana saluran tersier dengan lebar dasar $B = 1,007 \text{ m}$ dan tinggi air $1,007 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Kata kunci : Perencanaan irigasi, curah hujan, dimensi saluran, metode rasional

Koresponden: hasnahwita30@gmail.com,

Telp :085274851395

I. Latar belakang

Air memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia, salah satunya dalam bidang pertanian yaitu sebagai kegiatan pembudidayaan tanaman yang diharapkan dapat memberikan nilai ekonomi. Aliran air pada sungai adalah sumber air yang dapat digunakan sebagai keperluan irigasi. Irigasi merupakan salah satu sarana pemanfaatan sumber daya air yang berfungsi sebagai penyedia, pengatur dan penyalur air untuk menunjang lahan pertanian guna memenuhi kebutuhan tanaman secara optimal. Sistem pengelolaan irigasi yang efisien dan efektif sangat mempengaruhi hasil produksi pertanian yang maksimal dalam rangka ketahanan pangan nasional. Jaringan irigasi adalah suatu saluran bangunan utama dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi, satu kesatuan wilayah mendapatkan air dari suatu jaringan irigasi tersebut dengan daerah irigasi. Seiring dengan perkembangan teknologi pertanian serta kenyataan bahwa varietas tanaman menuntut pengelolaan air secara tepat guna, maka keseluruhan prasarana di daerah pertanian harus dikembangkan. Perencanaan irigasi ini tidak lepas dari tanggung jawabnya sebagai perencana dan merencanakan bangunan irigasi yang aman dan memadai (KP-05). Ketersediaan air merupakan faktor penting untuk keberlangsungan sistem pertanian dalam memenuhi kebutuhan hidup dimana peran serta masyarakat dan pemerintah sebagai pengelola dan pengembang usaha produksi pangan di Indonesia. Posisi Kota Padang Panjang sangat strategis karena terletak pada lintasan regional yang menghubungkan Kota Padang Panjang dengan Bukittinggi, Kota Payakumbuh, Kota Solok, Kota Batusangkar. Kota Padang Panjang terletak antara $0^{\circ}29'31,94'' \text{ LS}$ - $100^{\circ}27' \text{ BT}$ dan memiliki luas $\pm 23,00 \text{ km}^2$ setara dengan $\pm 2.300 \text{ Ha}$ (BPS) dan $\pm 2.973,54 \text{ Ha}$ dan mencakup 2 Kecamatan yaitu Kecamatan Padang Panjang Barat dan Kecamatan Padang Panjang Timur. Masing-masing Kecamatan memiliki 8 Kelurahan salah satunya Kelurahan Munggu II Kecamatan Padang Panjang Timur kota Padang Panjang. Pengembangan daerah irigasi diprioritaskan pada wilayah Kecamatan Padang Panjang Timur untuk melayani persawahan dengan luas $\pm 397,50 \text{ Ha}$ (BPS, 2019). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dimensi saluran irigasi yang efektif di daerah Munggu II Padang Panjang. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi dimensi saluran yang efektif untuk meningkatkan hasil pertanian di daerah irigasi Munggu II.

II Metode

2.1 Lokasi Penelitian

Daerah irigasi Munggu II terletak di kelurahan Sigando di kecamatan Padang Panjang Timur kota Padang Panjang Provinsi Sumatera Barat. Luas areal irigasi Munggu II yang di iri ialah $117,49 \text{ Ha}$

2.2 Metodologi Pengumpulan Data

1. Observasi/pengamatan langsung

Metode ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung atau peninjauan lokasi perencanaan dilapangan, tentunya secara langsung dapat diketahui dan diamati kondisi lokasi irigasi tersebut.

2. Konsultasi

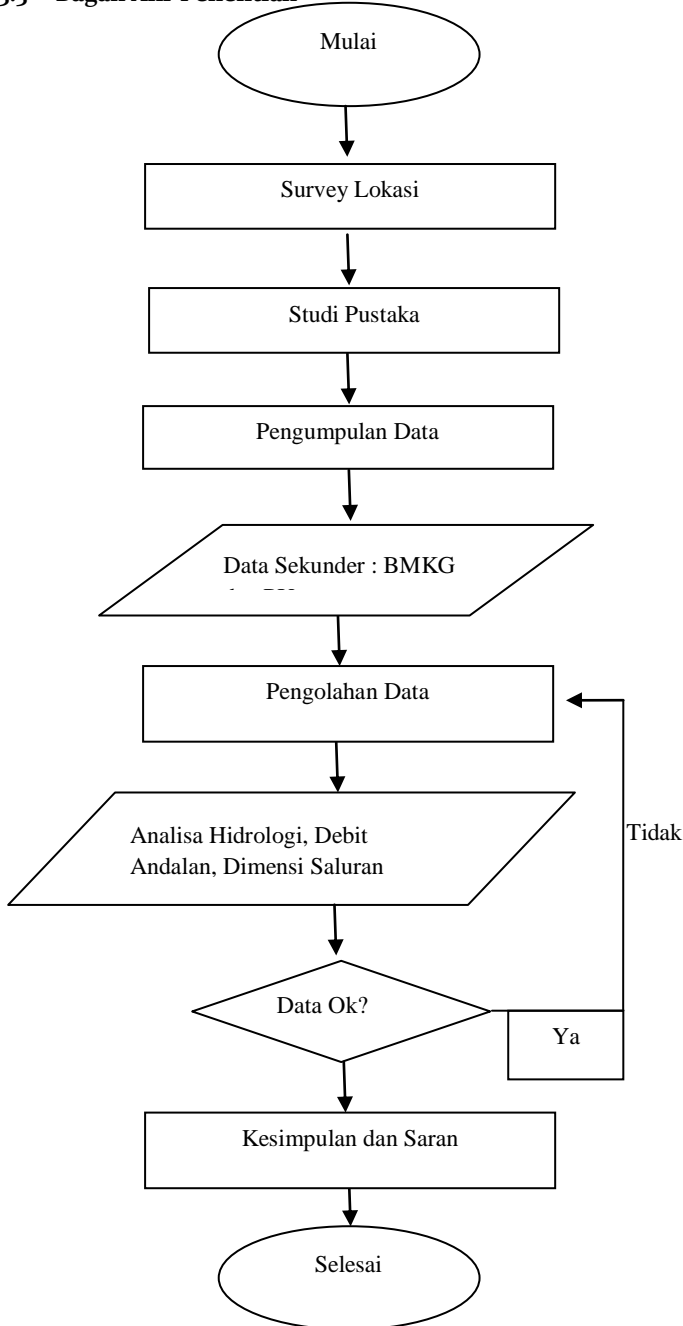
Metode ini dilakukan dengan melakukan tanya jawab dengan pihak-pihak terkait dengan daerah irigasi tersebut, dengan salah seorang mandor proyek tersebut sehingga penulis

mendapatkan beberapa informasi terkait masalah jaringan irigasi tersebut.

3. Literatur

Metode ini dilakukan dengan mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan perencanaan jaringan irigasi. Adapun beberapa sumber teori buku yang bisa dipedomani antara lain buku serta jurnal. Hal ini sangat menunjang kelancaran dalam penyusunan skripsi.

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

IV Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Curah Hujan

4.1.1. Ketersediaan Data

Ketersediaan data klimatologi diperoleh dari tiga stasiun wilayah yaitu terhitung dari tahun 2011 sampai 2020, curah hujan pada stasiun ini didapatkan per bulan setiap tahunnya.

Tabel 4.1 Ketersediaan Data

<i>Stasiun Wilayah</i>	<i>Tahun</i>
<i>Sta. Padang Panjang</i>	<i>2011-2020</i>
<i>Sta. Palupuah</i>	<i>2011-2020</i>
<i>Sta. Biaro</i>	<i>2011-2020</i>

Sumber: BMKG Sicincin (2021)

Data curah hujan bulanan dari ke 3 stasiun diatas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tahun	Data curah hujan Padang Panjang												Total
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
2011	80	220	166	252	58	285	255	241	418	226	382	220	2803
2012	229	68	150	23	130	64	41	69	7	199	312	289	1581
2013	36	268	87	239	153	106	151	89	199	373	184	255	2140
2014	180	305	109	98	122	49	163	170	373	137	212	189	2107
2015	146	26	107	257	204	38	138	163	137	206	339	167	1928
2016	178	74	170,9	212	137	124	21	138	206	176	421	198	2055,9
2017	179	208	30	202	185	73	91	38	176	73	269	94	1618
2018	121	152	244	176	186	109	41	204	73	79	201	118	1704
2019	175	180	155	169	154	85	79	165	79	137	242	206	1826
2020	158	138	177	183	109	115	105	143	168	192	218	224	1930
Total	1702	1756	1482,9	1888	1450	1112	1227	1694	2113	2174	3227	2359	22184,9

Tahun	Data curah hujan Biaro												Total
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
2011	215	114	288	224,6	129	201,1	125,5	184,1	274,4	162,4	295,2	125	2338,3
2012	142	127	230,5	80,6	97,2	98,2	98	57,4	251,2	243,2	432	237	2094,3
2013	85	317,3	167,5	214,8	247	117	164	214,4	98,6	430,3	217	210	2482,9
2014	120	204	324	310	129	150	129	192	150	238	356	263	2565
2015	115	110	141	249	105	231	86	327	142	274	414	242	2436
2016	204	102	238	312	298	105	112	246	102	294	401	218	2632
2017	285	134	184	208	274	124	104	173	155	185	243	308	2377
2018	292	178	256	321	310	157	148	128	234	214	382	284	2904
2019	201	180	273	318	148	193	137	184	268	251	372	295	2820
2020	198	167	252	221	181	130	166	210	254	277	296	312	2664
Total	1987,2	1857,3	2464	2587,4	2020,2	1697	1337,9	2091,1	2179,4	2927,1	3838,4	2814,3	27801,3

Tahun	Data curah hujan Palupuah												Total
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
2011	280,9	227	356,4	373,6	89,2	218,6	140,5	206,4	281,6	145,4	309,6	109,4	2738,6
2012	157	154,2	209,2	70,4	109	80,2	74,8	29,2	299,8	273,8	491,4	286	2235
2013	92,5	375,1	182,4	259,2	275,2	80,2	190	267,6	83,3	552,5	284	211,5	2853,5
2014	132	218	443	323	134,2	84	107	214	193	265	412	273	2798,2
2015	134	103	140	267	111	247	32	336	171	283	470	249	2543
2016	241	114	274	355	303	115	92	258	118	261	610	235	2976
2017	302	140	241	215	318	95	103	168	169	148	260	361	2520
2018	332	234	305	345	322	180	98	215	278	299	418	299	3325
2019	230	210	280	307	184	218	159	208	247	275	355	305	2978
2020	225	180	232	185	207	174	194	225	205	266	328	343	2764
Total	2277	2187,7	2779	2846,6	2141,8	1708,8	1228,9	2323	2322,5	3200,3	4439,6	3018,5	30473,7

Berikut contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai rata-rata hujan bulanan, untuk stasiun padang panjang:

$$X = \frac{(X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12)}{n}$$

$$= \frac{(220 + 117 + 87 + 77 + 12 + 64 + 142 + 274 + 277 + 376 + 447 + 399)}{12}$$

$$= 207,67 \text{ mm/bln}$$

No	Bulan	Stasiun			Curah hujan rata-rata
		Padang Panjang	Biaro	Palupuah	
1.	Januari	146	115	134	131,67
2.	Februari	26	110	103	79,67
3.	Maret	107	141	140	129,33
4.	April	257	249	267	257,67
5.	Mei	204	105	111	140
6.	Juni	38	231	247	172
7.	Juli	138	86	32	85,33
8.	Agustus	163	327	336	275,33
9.	September	137	142	171	150
10.	Oktober	206	274	283	254,33
11.	November	339	414	470	407,67
12.	Desember	167	242	249	219,33
	Total	1928	2436	2543	2302,33

Setelah didapatkan nilai rata-rata curah hujan bulanan, maka di ambil nilai hujan maksimal. Untuk selanjutnya dilakukan penentuan hujan kawasan.

Tabel 4.5 Tabel Curah Hujan Minimum Rata-Rata Tahun 2015

Sumber : BMKG Stasiun Klimatologi Sicincin

Untuk perhitungan tahun-tahun lainnya dapat dilihat pada tabel 4.2

Mendapat R_{80} digunakan proses di rangking yaitu data diurutkan dari yang kecil ke yang besar. Setelah dilakukan pengurutan dari yang besar ke yang kecil ke yang besar maka dipakai persamaan sebagai berikut:

$$R_{80} = \frac{N}{5} + 1$$

Dimana :

- R_{80} = Curah hujan yang bisa mewakili 80%
- n = Jumlah data yang ada
- 5 = Angka konstanta
- 1 = Angka Konstanta

Dari persamaan diatas bisa kita hitung:

$$R_{80} = 20/5 + 1 = 5$$

Berdasarkan tabel diatas maka R_{80} diambil curah hujan rata-rata tahun 2015. Untuk mencari hujan efektif digunakan persamaan sebagai berikut:

$$R_{\text{eff}} = \frac{0,70 \times R_{80}}{15} \text{ (mm/hari)}$$

Dimana:

- R_{eff} = Curah hujan efektif
- 0,70 = 70% dari rata-rata setengah bulanan
- R_{80} = Hujan Rata-rata bulanan
- 15 = Jumlah hari setengah bulan

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi potensial (ETo) adalah air yang menguap melalui permukaan tanah dimana besarnya adalah jumlah air yang akan digunakan tanaman untuk perkembangannya. Data yang dibutuhkan untuk menghitung evapotranspirasi adalah data temperatur udara, data kelembaban, data penyinaran matahari, data kecepatan angin. Lama pengamatan penyinaran matahari di stasiun BMKG Sicincin mulai jam 08.00-16.00 WIB.

Perhitungan ETo dibantu mengguankan tabel yang terdapat pada buku terbitan *Food and Agriculture Organisation* (FAO). Perhitungan ETo di urutkan sebagai berikut:

1. Temperatur $22,4^{\circ}\text{C}$
2. $E_a = 8,82 \text{ mm Bar}$
3. $RH = 77/100 = 0,77$
4. $E_d = e_a \times Rh = 8,82 \times 0,77 = 6,7914 \text{ mm Bar}$
5. $E_a - E_d = 8,82 - 6,7914 = 2,0286 \text{ mm.Bar}$
6. Kecepatan Angin (U) = $62,5 \text{ km/hari}$
7. $F(u) = 0,27(1+U/100)$
 $= 0,27(1 + 62,5/100)$
 $= 0,4387$
8. $W = 0,706$ (terlampir)
9. $F(t) = 15,04$
10. $(1-w) \times F(u) \times (e_a - e_d) = 0,294 \times 0,4387 \times 2,0286$
 $= 0,2617 \text{ mm/hari}$
11. $R_a = 14,040$
12. $N = 91,88$
13. n (penyinaran matahari) = $49,7\% \times 8 \text{ jam/hari}$
 $= 3,976 \text{ jam/hari}$
14. $n/N = 3,976 / 91,88 = 0,0432$
15. $f(n/N) = 0,1 + 0,9(0,0432)$
 $= 0,1389$
16. $f(ed) = 0,34 - 0,044 \sqrt{ed}$
 $= 0,34 - 0,044 \sqrt{6,7914} = 0,2253$
17. $R_s = (0,25 + u/n) \times R_a$
 $= (0,25 + 62,5/3,976) \times 14,040$
 $= 224,20$
18. $R_{ni} = f(t) \times f(n/N) \times f(ed)$
 $= 15,04 \times 0,1389 \times 0,2253$
 $= 0,4707$
19. $R_{ns} = (1-w) \times R_{ns}$
 $= 0,294 \times 224,20$
 $= 65,91$
20. $R_n = R_{ns} - R_{ni}$
 $= 65,91 - 0,4707$
 $= 65,4393$
21. $W \times R_n = 0,76 \times 65,4393$
 $= 49,733$
22. $ET_o = (10) + (21)$
 $= 0,2617 + 49,733 = 49,99$

$$ET_o = (22) \times (0,3) = 49,99 \times 0,3 = 14,997 \text{ mm/ hari}$$

Kebutuhan Air Irigasi

Perhitungan curah hujan efektif daerah irigasi Munggu II di ambil dari stasiun BMKG Padang Panjang, Palupuah, dan Biaro selama 10 tahun dari tahun 2011 sampai 2020. Ketiga stasiun itu dicari data curah hujan rata-rata menggunakan metode aritmatika. Setelah diperoleh hujan rata-rata maka dilakukan perengkingan data tersebut dari yang terkecil ke yang terbesar dan menentukan R80 untuk tanaman padi dengan menggunakan rumus $N/5+1$.

Perhitungan Muka Air Banjir (MAB) dan Muka Air Normal (MAN)

- a. Saluran Primer
 - 1. Perhitungan (MAB)

Diketahui:

$$h = 1$$

$$q = 9,6$$

$$n = 0,04$$

$$b = 3$$

$$m = 0,2$$

$$A = b + (m \times h)h = 3 \times (0,2 \times 1)1 = 3,2$$

$$P = b + 2 h \times \sqrt{1 + m^2} = 3 + 2 \times 1 \times \sqrt{1 + 0,2^2} = 5,48 \text{ m}$$

$$V = Q / A = 9,6 / 3,2 = 3,00 \text{ m/dt}$$

$$R = A / P = 3,2 / 5,48 = 0,58$$

$$S = \frac{V^2}{C^2 \times R} = \frac{3,00^2}{55,2^2 \times 0,58} = 0,005$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} S^{1/2} = 3,98$$

- 2. Perhitungan Saluran Primer (MAN)

$$H_c = \frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{B} = \frac{9,6^2}{9,81} = \frac{3,2^3}{3} = 2,752$$

- b. Saluran Sekunder 1 (MAB)
 - 1. Perhitungan (MAB)

Diketahui:

$$b = 3$$

$$m = 0,2$$

$$h = 1$$

$$Q = 9,6$$

$$n = 0,04$$

$$C = 55,2$$

$$A = b + (m \times h)h = 3 \times (0,2 \times 1)1 = 3,2$$

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

$$= 3 + 2 \times 1 \times \sqrt{1 + 0,2^2} = 5,10 \text{ m}$$

$$V = Q / A = 9,6 / 3,2 = 3,00 \text{ m/dt}$$

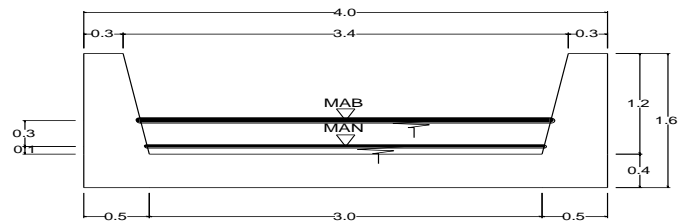
$$R = A / P = 3,2 / 5,10 = 0,63$$

$$S = \frac{V^2}{C^2 \times R} = \frac{9^2}{3047,04^2 \times 0,627} = 0,005$$

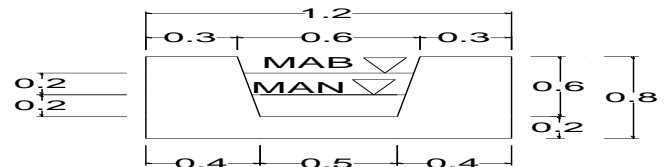
$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} S^{1/2} = 0,42$$

- 2. Perhitungan (MAN)

$$H_c = \frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{B} = \frac{9,6^2}{9,81} = \frac{0,15^3}{3} = 8,378$$



Gambar 4.1 Penampang Saluran Primer

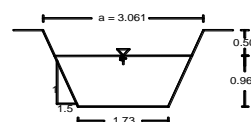


Gambar 4.2 Penampang Saluran Sekunder

Perhitungan Debit Saluran

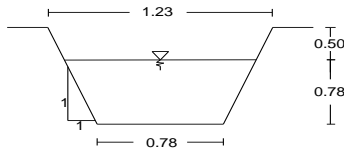
- 1. Saluran Primer = 1,8 m³/dt
- 2. Saluran Sekunder
 - SR 1 = 0,533 m³/dt
 - SR 2 = 0,633 m³/dt
 - SR 3 = 0,766 m³/dt
 - SR 4 = 0,886 m³/dt
 - SR 5 = 0,833 m³/dt
 - SR 6 = 0,7 m³/dt
- 3. Saluran tersier = 0,967 m³/dt

Dimensi Saluran Primer



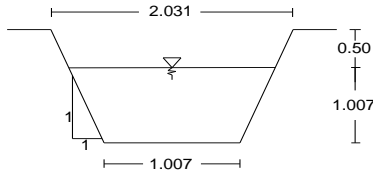
Gambar 4.3 Saluran Primer

Dimensi Saluran Sekunder SR. 1



Gambar 4.4 Penampang SR 1

Dimensi Saluran Tersier ST. 1

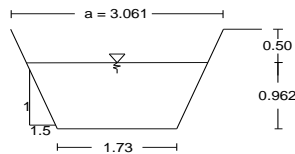


Gambar 4.5 Penampang TS 1

IV KESIMPULAN DAN SARAN

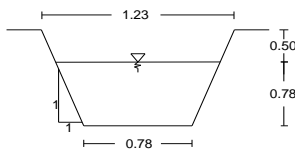
Setelah melakukan analisis hidrologi untuk curah hujan dengan metode aritmatika dan debit andalan dengan metode Dr. FJ. Mock dengan memakai data curah hujan serta memasukkan unsur-unsur perkolasi, penggantian lapisan air untuk koefisien tanaman sehingga didapatkan kebutuhan air irigasi dan disimpulkan sebagai berikut :

1. Dimensi saluran yang direncanakan yaitu :
 - a. Saluran Primer dimensi yang di rencanakan seperti gambar di bawah ini :



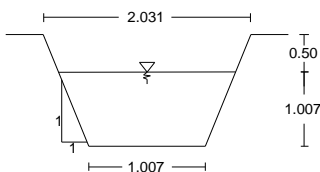
Penampang Saluran Primer

- b. Saluran sekunder dengan luas penampang dan dimensi yang direncanakan terdapat pada gambar dibawah ini:



Penampang Saluran Sekunder 1

- c. Saluran tersier dengan luas penampang dan dimensi yang direncanakan seperti gambar dibawah ini:



Penampang Saluran Tersier 1

Saran

Dari ketersediaan air dan kebutuhan air yang telah dihitung dan menunjukkan kekurangan air untuk keperluan irigasi pada daerah irigasi Munggu II maka perlu dilakukan perencanaan ulang terhadap saluran irigasi agar terpenuhinya kebutuhan air

tanaman dan tidak terjadinya limpasan air pada saluran tersebut sehingga petani tidak mengalami kerugian dalam panen.

Daftar pustaka

- Ambler, Jhon, S. (1991). *Irigasi Di Indonesia Dinamika Kelembagaan Petani LP3ES*. Jakarta.
- Aslan, Muhammad. 1999. *"Irigasi dan Bangunan Air"*. Jakarta; Universitas Guna Dharma.
- Badan Pusat Statistik Kota Padang Panjang, <https://PadangPanjangKota.bps.go.id/publication/2019/09/26/f27c019a39994c21ddf292ec/kecamatan-padang-panjang-timur-dalam-angka-2019.html>
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2021). *Data Klimatologi Stasiun Geofisika Sicincin 2022-2020*. Sicincin.
- Bosur, A. (2016). *Perencanaan jaringan irigasi batang Sontang Kecamatan Padang Gelugur Kabupaten Pasaman*.
- Effendy, 2012. *"Disain Saluran Irigasi"*. Palembang; Pilar Jurnal teknik Sipil.
- Hasibuan, HS. 2016. *"Analisa Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Sawah Kabupaten Kampar"*. Riau; Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau
- Kamiana, I Made. 2011. *"Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air"*. Yogyakarta; Graha Ilmu.
- Kem. PU Ditjen SDA DI. (2013). *Perencanaan Jaringan Irigasi KP. 01*. Penerbit Ditjen SDA. Jakarta.
- Kem. PU Ditjen SDA DI. (2013). *Perencanaan Jaringan Irigasi KP. 02*. Penerbit Ditjen SDA. Jakarta.
- Kem. PU Ditjen SDA DI. (2013). *Perencanaan Jaringan Irigasi KP. 03*. Penerbit Ditjen SDA. Jakarta.
- Kem. PU Ditjen SDA DI. (2013). *Perencanaan Jaringan Irigasi KP. 04*. Penerbit Ditjen SDA. Jakarta.
- Kem. PU Ditjen SDA DI. (2013). *Kriteria Standar Perencanaan Irigasi Petak Tersier KP. 05*. Penerbit Ditjen SDA. Jakarta.
- Kem. PU Ditjen SDA DI. (2013). *Perencanaan Jaringan Irigasi KP. 06*. Penerbit Ditjen SDA. Jakarta.
- Kem. PU Ditjen SDA DI. (2013). *Perencanaan Jaringan Irigasi KP. 07*. Penerbit Ditjen SDA. Jakarta.
- Monica S. 2013. *Analisa Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Tugumulyo Kabupaten Musi Rawas Sumatera Selatan*. Arsip Tugas Akhir Perpustakaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 26 tahun 2006 tentang irigasi.
- Purwanto dan Ikhsan, Jazaul. 2006. *Analisa Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Bendung Mrican*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Vol. 9, No.1, 206:83-93
- Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. 1998 *FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER No. 56 Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirement)*. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION, Rome
- Saragih, Darman F. 2012. *"Hidrologi"*. Medan: Politeknik Negeri Medan
- Shidarta, SK. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air Gunadharma*, Jakarta
- Siregar, T.H. 2017. *Analisa Perhitungan Dimensi Saluran Irigasi Bendung Sei Padang Daerah Irigasi Bajayu Kab. Serdang Berdagai*. Fakultas Teknik, Unimed Area Medan.
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradmna Paramita, Jakarta

- Sudjawardi, (1990). Teori Dan Praktek Irigasi Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Talitha, Juan. 2010. *Studi Optimasi Pola Tanam Pada Daerah Irigasi Jarito Dengan Menggunakan Program Linier*. Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November
- Tumiar K. Manik, R. Bustomi Rosadi, Agus K. 2012. *Evaluasi Metode Penman-Monteith dalam Menduga Laju evapotranspirasi Standar (ET_o) di Daratan Rendah Propinsi Lampung, Indonesia*. Jurnal Keteknikan Prtanian Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung.