

PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI BATANG ASAI KABUPATEN SAROLANGUN

Fransiska Febby N. P, Azwarman

Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari

warman2789@gmail.com

Abstrak

Upaya pemerintah dalam memenuhi kebutuhan pangan khususnya beras telah dilakukan diantaranya melalui program pembangunan jaringan irigasi. Untuk dapat mengalirkan air dari bendung ke areal lahan irigasi maka diperlukan suatu jaringan irigasi. Pembangunan jaringan irigasi Batang Asai di Kabupaten Sarolangun merupakan salah satu kegiatan pembangunan penunjang irigasi di Provinsi Jambi. Dengan potensi persawahan yang luas, diharapkan daerah irigasi ini akan menjadi lumbung padi khususnya bagi Kabupaten Sarolangun dan umumnya bagi Provinsi Jambi. Dari hasil analisa ketersediaan air dengan Metode F. J. Mock diketahui besarnya debit andalan pada Daerah Irigasi Batang Asai Kabupaten Sarolangun dapat memenuhi kebutuhan air untuk areal pertanian >1500 Ha, dengan sumber air berasal dari sungai Batang Asai yang mempunyai luas DPS secara keseluruhan $\pm 1262,4 \text{ km}^2$ dan panjang sungai utamanya $\pm 104,1 \text{ km}$ untuk mewujudkan harapan Pemerintah menjadikan daerah ini sebagai lumbung padi dan meningkatkan ketahanan pangan nasional.

Kata Kunci: Jaringan Irigasi, Ketersediaan Air, Kebutuhan Air, Areal Pertanian

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang sangat pesat disatu sisi menimbulkan suatu permasalahan yaitu meningkatnya kebutuhan akan bahan pangan, sehingga perlu dipikirkan berbagai usaha untuk lebih meningkatkan hasil pertanian. Salah satu faktor dari pada usaha peningkatan produksi pangan khususnya padi adalah tersedianya air irigasi di sawah-sawah sesuai dengan kebutuhan. Upaya pemerintah dalam memenuhi kebutuhan pangan khususnya beras telah dilakukan diantaranya melalui program pembangunan jaringan irigasi. Untuk dapat mengalirkan air dari bendung ke areal lahan irigasi maka diperlukan suatu jaringan irigasi. Pembangunan jaringan irigasi Batang Asai di Kabupaten Sarolangun merupakan salah satu kegiatan pembangunan bangunan penunjang irigasi di Provinsi Jambi. Dengan potensi persawahan yang luas, diharapkan daerah irigasi ini akan menjadi lumbung padi khususnya bagi Kabupaten Sarolangun dan umumnya bagi Provinsi Jambi. Diperlukan pemberian sarana dan prasarana irigasi agar dapat meningkatkan produksi padi di wilayah tersebut dan meningkatkan ketahanan pangan Kabupaten Sarolangun dan penulis pun tertarik untuk mengangkatnya menjadi topic penelitian dengan judul "*Perencanaan Jaringan Irigasi Batang Asai Kabupaten Sarolangun*".

LANDASAN TEORI

Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah perkiraan besar curah hujan yang terjadi dalam periode ulang tertentu.

1) Distribusi Probabilitas *Gumbel*

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas *Gumbel* dilakukan dengan rumus berikut:

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Dimana:

X_T = hujan rencana atau debit dengan periode ulang T (mm)

\bar{X} = nilai rata-rata dari data hujan (mm)

S = standar deviasi dari data hujan

S_n = *Reduced Standart Deviation*

Y_t = *Reduced Variate*

Y_n = *Reduced Mean*

2) Distribusi Probabilitas *Log Pearson Type III*

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas *Log Pearson Type III* dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_T \times S \text{ Log } X$$

Dimana:

$\text{Log } X_T$ = nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T

$\text{Log } \bar{X}$ = nilai rata-rata dari log

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}(X_i)}{n}$$

S Log X = deviasi standar dari Log X

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}(X_i) - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}}$$

K_T = variabel standar, besarnya bergantung koefisien kemencengan (C_s atau G)

$$C_s = \frac{n \sum (\log(X) - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log \bar{X})^3}$$

Debit Andalan

Perhitungan debit andalan bertujuan untuk menentukan areal daerah irigasi yang dapat diairi. Perhitungan debit andalan dengan metode *Dr.F.J.Mock* (Suripin, 2004) dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Debit Efektif} = \frac{\text{aliran sungai} \times \frac{CA}{1000} \times 10^6}{1 \text{ bulan dalam detik}}$$

Dimana CA adalah luas daerah aliran sungai.

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Kebutuhan air di sawah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Untuk Padi: $NFR = Etc + P - Re + WLR$

Untuk Palawija: $NFR = Etc - Re$

Dimana:

Etc = penggunaan air konsumtif (mm/hari)

P = kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)
WLR = penggantian lapisan air(mm/hari)

Penggunaan Air Konsumtif

Penggunaan air konsumtif adalah jumlah total air yang dikonsumsi tanaman untuk penguapan (evaporasi), transpirasi dan aktivitas metabolisme tanaman, dengan rumus:

$$Etc = Eto \times kc$$

Dimana:

Eto = evapotranspirasi tanaman (mm/hari)
kc = koefisien tanaman

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah peristiwa berubahnya air menjadi uap ke udara bergerak dari permukaan tanah, permukaan air dan penguapan melalui tanaman. Jika air yang tersedia dalam tanah cukup banyak maka evapotranspirasi itu disebut Evapotranspirasi potensial. Metode *Penmann* modifikasi merupakan salah satu cara yang tepat untuk mendapatkan nilai evapotranspirasi potensial dengan rumus sebagai berikut:

$$Eto = C \times [W \times Rn + (1-W) \times f(u) \times (ea-ed)]$$

Hujan Efektif

Hujan efektif adalah hujan yang betul-betul dapat dimanfaatkan oleh tanaman selama masa pertumbuhannya baik langsung maupun tidak langsung. Untuk tanaman padi :

$$Re = 0.7 \times \frac{1}{15} \times R_{80} \text{ (mm/bulan)}$$

Untuk tanaman palawija :

$$Re = 0.7 \times \frac{1}{15} \times R_{50} \text{ (mm/bulan)}$$

Adapun penetapan nilai curah hujan R_{80} dan R_{50} adalah sebagai berikut:

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

$$R_{50} = n/2 + 1$$

Dimana:

Re = hujan efektif tanaman (mm)

R_{80} dan R_{50} = hujan rancangan dengan probabilitas 80% dan 50% (mm)

n = jumlah data

Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan merupakan awal dari penggarapan lahan sawah untuk membajak dan melunakkan bagian atas lapisan tanah, pada waktu menanam padi. Untuk penanaman palawija dalam hal ini faktor penyiapan lahan tidak diperhitungkan.

$$Eo = 1,1 \times Eto$$

$$M = Eo + P$$

$$k = M \times (T/S)$$

$$IR = M \left(\frac{e^k}{e^k - 1} \right)$$

Dimana:

Eo = evaporasi air terbuka selama masa penyiapan lahan (mm/hari)

- M = kebutuhan air untuk mengganti air yang hilang akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan (mm/hr)
P = kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)
T = jangka waktu penyiapan lahan (mm/hari)
S = air yang dibutuhkan untuk penjenuhan ditambah dengan 50 mm
IR = kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari)
e = konstanta = 2,718
k = koefisien tanaman

Debit Rencana

Debit rencana adalah jumlah air per satuan waktu yang direncanakan untuk dialirkan. Untuk mengetahui besarnya debit rencana, terlebih dahulu perlu dihitung kebutuhan air di sawah dan kehilangan air yang mungkin terjadi. Debit rencana sebuah saluran dihitung dengan rumus umum berikut:

$$Q = \frac{NFR A}{e}$$

Dimana:

- Q = Debit rencana (m³/dt)
NFR = Kebutuhan bersih air di sawah (ltr/dt/ha)
A = Luas daerah yang diairi (ha)
e = efisiensi irigasi secara keseluruhan (0,65)

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi studi terletak di Dusun Berau Kecamatan Cermin Nan Gedang Kabupaten Sarolangun. Secara geografis, Kabupaten Sarolangun terletak antara 01°53'39'' sampai 02°46'02'' Lintang Selatan dan antara 102°03'39'' sampai 103°13'17'' Bujur Timur.

Pengumpulan Data

Bahan studi pendahuluan mengenai rencana Pembangunan Bendung dan Jaringan Irigasi Batang Asai yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera VI, diantaranya

- a. Data primer, meliputi *survey* lapangan, kondisi eksisting dan foto dokumentasi.
- b. Data sekunder yang meliputi:
 - Data hidrologi data curah hujan di daerah studi, klimatologi, penggunaan lahan, luas DAS dan luas wilayah.
 - Peta topografi Kabupaten Sarolangun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Curah Hujan Rencana

Pada penelitian ini digunakan data curah hujan selama 15 tahun pada stasiun penakar hujan Pulau Pandan. Perhitungan curah hujan rencana menggunakan Metode Gumbel.

Tabel 1. Data Curah Hujan Kabupaten Sarolangun Stasiun Pulau Pandan Kec. Limun

No	Tahun	BULAN											
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	2002	170,00	47,30	132,50	111,50	118,90	42,50	16,90	22,80	27,10	12,90	117,40	65,30
2	2003	546,40	298,40	133,80	563,80	182,80	150,20	132,70	240,70	138,40	216,20	505,80	267,00
3	2004	441,80	557,80	398,80	330,20	153,40	59,40	203,60	29,00	138,40	275,00	468,40	455,80
4	2005	118,70	205,00	196,50	137,70	107,00	53,10	165,20	93,00	76,00	167,20	339,70	260,00
5	2006	345,00	249,50	235,00	311,00	251,10	119,00	154,50	43,00	107,00	38,50	305,50	182,50
6	2007	318,50	54,50	349,50	298,50	165,00	228,00	236,50	29,50	55,60	250,50	341,00	175,50
7	2008	237,00	211,00	312,50	336,50	328,00	138,50	75,50	147,00	131,00	274,50	238,50	341,00
8	2009	238,00	102,00	409,00	235,00	133,00	83,00	20,00	230,00	285,00	239,00	322,00	334,00
9	2010	381,00	479,00	512,00	242,00	275,00	148,00	339,00	150,00	373,00	140,00	362,00	142,00
10	2011	262,00	258,50	165,00	406,00	276,50	188,00	124,50	118,50	160,50	563,50	178,50	444,50
11	2012	143,00	316,00	81,00	172,00	164,00	52,00	192,00	27,00	34,00	144,00	203,00	250,00
12	2013	182,00	190,00	170,00	155,00	164,00	90,00	108,00	25,00	127,00	97,00	214,00	165,00
13	2014	199,00	122,00	99,00	152,00	224,00	15,00	80,00	140,00	37,00	73,00	289,00	181,00
14	2015	160,00	210,00	198,00	484,00	103,00	48,00	15,00	4,00	8,00	13,00	341,00	628,00
15	2016	344,00	450,00	349,00	293,00	248,00	156,00	20,00	47,00	33,00	133,00	200,00	19,00

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sumatera VI, 2017

Tabel 2. Rekapitulasi Curah Hujan Rencana Periode Ulang (T) dengan Metode Gumbel

Periode Ulang	Yt	\bar{X}	Yn	Sn	S	Xt
2	0,3065	396,753	0,5128	1,0206		367,334
5	1,4999	396,753	0,5128	1,0206		537,520
10	2,2504	396,753	0,5128	1,0206	145,544	644,546
25	3,1255	396,753	0,5128	1,0206		769,341
50	3,9019	396,753	0,5128	1,0206		880,060
100	4,6001	396,753	0,5128	1,0206		979,628

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Perhitungan Evapotranspirasi

Dari hasil analisa dan perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penmann Modifikasi diperoleh evapotranspirasi sebagai berikut :

Tabel 3. Rekapitulasi Evapotranspirasi

Bulan	Eto (mm/hr)	Bulan	Eto (mm/hr)
Jan	3,31	Jul	2,60
Feb	4,49	Agust	2,99
Mar	3,14	Sept	3,57
Apr	2,94	Okt	3,94
Mei	2,74	Nov	3,73
Jun	2,45	Des	3,29

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Perhitungan Curah Hujan Efektif

Untuk mendapatkan tahun dasar perencanaan didapat dari curah hujan yang diurutkan dari nilai terkecil sampai nilai terbesar. Berikut adalah perhitungan curah hujan efektif :

Tabel 4. Rekapitulasi Curah Hujan Efektif

Bulan	Re (mm/hr)		Bulan	Re (mm/hr)	
	Padi	Palawija		Padi	Palawija
Jan	I	3,22	Jul	I	0,33
	II	5,32		II	0,61
Feb	I	8,12	Agu	I	1,03
	II	0,75		st	II
Mar	I	3,50	Sept	I	0,09
	II	4,20		II	1,49
Apr	I	3,50	Okt	I	1,49
	II	4,57		II	3,03
Mei	I	4,95	Nov	I	4,29
	II	2,71		II	5,18
Jun	I	2,33	Des	I	4,67
	II	0,09		II	3,03

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan umumnya sangat menentukan kebutuhan maksimum air irigasi. Hasil perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Rekapitulasi Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

Bulan	IR	Bulan	IR
Jan	8,85	Jul	8,34
Feb	9,73	Ags	8,61
Mar	8,72	Sep	9,04
Apr	8,58	Okt	9,31
Mei	8,44	Nov	9,16
Jun	8,23	Des	8,83

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Perhitungan Kebutuhan Air untuk Masa Tanam Padi dan Palawija

Pada penelitian ini diterapkan pola tanam Padi – Padi – Palawija. Perhitungan kebutuhan air di sawah sebagai berikut :

Tabel 6. Rekapitulasi Kebutuhan Air Tanaman

Bulan	Pola Tanam	Q (m ³ /s)	Bulan	Pola Tanam	Q (m ³ /s)
Nov	I	Penyiapan Lahan	Mei	I	Padi
	II	Penyiapan Lahan		II	Padi
Des	I	Penyiapan Lahan	Jun	I	Padi
	II	Padi		II	Padi
Jan	I	Padi	Jul	I	Padi
	II	Padi		II	Panen
Feb	I	Padi	Ag	I	Palawija

	II	Padi	1,77	us	II	Palawija	0,28
Mar	I	Panen	0,00	Sep	I	Palawija	0,13
	II	Penyiapan Lahan	1,21	t	II	Palawija	0,19
Apr	I	Penyiapan Lahan	1,36	Okt	I	Palawija	0,00
	II	Penyiapan Lahan	1,07	II	II	Panen	0,00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Perhitungan Debit Andalan

Untuk perhitungan debit andalan digunakan curah hujan bulanan dengan metode *Basic Year* pada data ke-m dimana:

$$\begin{aligned} m &= 0,20 \times (n+1) \\ &= 0,20 \times (8+1) \\ &= 1,8 \approx 2 \end{aligned}$$

Jadi data yang dipergunakan untuk perhitungan debit andalan adalah urutan ke 2 data curah hujan dari data terkecil. Adapun jumlah air yang tersedia untuk mengairi Daerah Irigasi Batang Asai sebagai berikut :

Tabel 7. Rekapitulasi Debit Andalan dengan Metode *Mock*

Bulan	Q (m3/dtk)	Bulan	Q (m3/dtk)
Jan	18,43	Jul	5,45
Feb	13,80	Agust	2,28
Mar	10,61	Sept	5,44
Apr	8,78	Okt	4,62
Mei	8,37	Nov	8,87
Jun	5,35	Des	7,69

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 8. Neraca Air

Bulan	Volume		Selisih
	Kebutuhan Air (m3/dtk)	Ketersediaan Air (m3/dtk)	
Januari	1,57	18,43	16,86
Februari	1,77	13,80	12,03
Maret	1,21	10,61	9,40
April	2,43	8,78	6,35
Mei	1,22	8,37	7,15
Juni	2,68	5,35	2,67
Juli	0,87	5,45	4,58
Agustus	0,28	2,28	2,00
September	0,32	5,44	5,12
Oktober	0	4,62	4,62
November	2,36	8,87	6,51
Desember	2,09	8,87	6,78

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Perencanaan Petak Irigasi

Peta ikhtisar umum dibuat berdasarkan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur dengan skala 1:25.000. Perencanaan jaringan irigasi Batang Asai Kabupaten Sarolangun seluas 1500 Ha tepatnya berada di Desa Berau Kecamatan Cermin Nan Gedang.

Perencanaan Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran dilakukan dengan menganggap bahwa aliran di saluran adalah aliran seragam (*uniform flow*). Saluran direncanakan berdasarkan rumus *Manning/Strickler*.

$$V = k R^{2/3} I^{1/2}$$

$$A = (b + mh) h$$

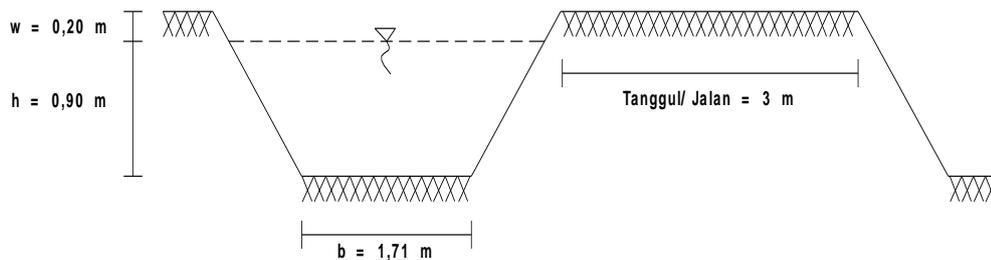
$$P = b + 2 h \sqrt{m^2 + 1}$$

$$R = A/P$$

Dimana:

- V = kecepatan aliran (m/det)
- k = koefisien kekasaran saluran dari Strickler ($m^{1/3}/det$)
- R = jari – jari hidrolis (m)
- I = kemiringan saluran
- A = luas penampang saluran (m^2)
- P = keliling basah saluran (m)
- b = lebar dasar saluran (m)
- h = tinggi air disaluran (m)
- m = kemiringan talud (1:1)

Berikut ini adalah potongan melintang penampang saluran primer :



Gambar 1. Potongan Melintang Penampang Saluran Primer

(Sumber: Data Olahan, 2017)

Gorong-gorong

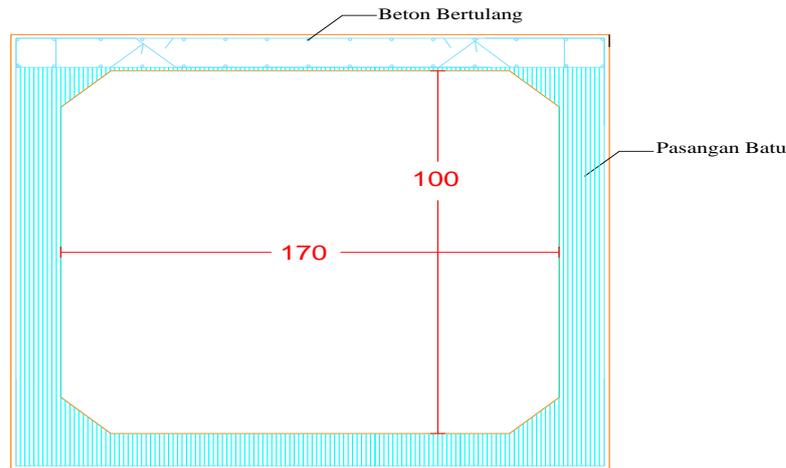
Untuk gorong-gorong pendek ($L < 20$ m) seperti yang biasa direncanakan dalam jaringan irigasi, rumusnya

$$Q = \mu A \sqrt{2gz}$$

Dimana:

- Q = debit (m^3/dt)
- μ = koefisien debit
- A = luas penampang saluran, m^2
- g = percepatan gravitasi (m^2/dt)
- z = kehilangan tinggi energi pada gorong-gorong (m)

Pada perencanaan jaringan irigasi ini, salah satu bangunan pelengkap yakni berupa gorong-gorong untuk mengatasi rintangan (pada perpotongan saluran dan jalan) dengan profil atau bentuk kotak persegi empat, seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. Dimensi Gorong-gorong
(Sumber: Data Olahan, 2017)

Pintu Sorong

Salah satu bangunan pengontrol taraf muka air yaitu pintu sorong dengan besi. Bangunan ini dapat digunakan sebagai pengukur debit yang lewat bawah pintu. Persamaan hidraulik pintu sorong (aliran bawah) sebagai berikut:

$$Q = \mu \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{2gz}$$

Dimana:

Q = debit (m³/dt)

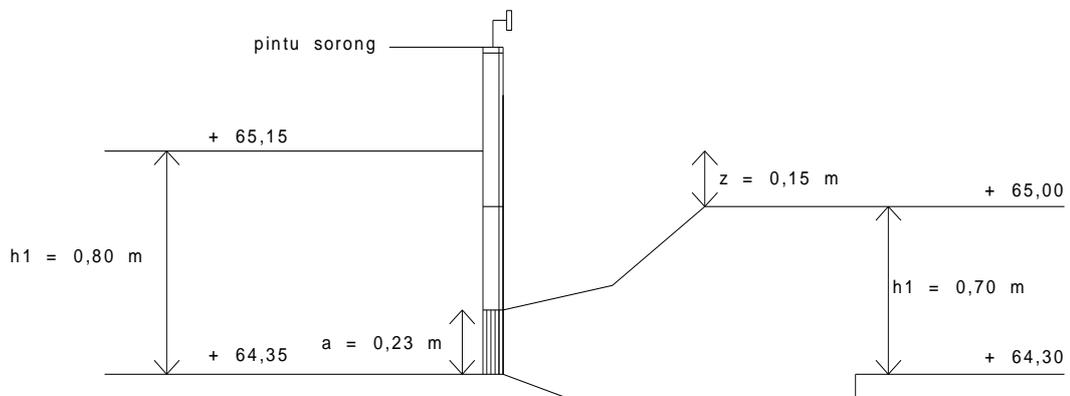
μ = koefisien debit ($\pm 0,80$)

a = tinggi bukaan pintu (m)

b = lebar bukaan pintu (m)

g = percepatan gravitasi (m²/dt)

z = perbedaan antara tinggi muka air udik dan hilir (m)



Gambar 3. Potongan Memanjang Pintu Sorong
(Sumber: Data Olahan, 2017)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisa ketersediaan air dengan Metode *F. J. Mock* diketahui besarnya debit andalan pada Daerah Irigasi Batang Asai Kabupaten Sarolangun dapat memenuhi kebutuhan air untuk petak sawah yang direncanakan yaitu seluas 1500 Ha, maka pola tanam yang diusulkan untuk diterapkan di Daerah Irigasi tersebut adalah pola tanam padi-padi-palawija.
2. Dimensi saluran direncanakan dengan bentuk penampang trapesium. Penggunaan model trapesium dikarenakan lahan masih cukup luas, secara ekonomis lebih menguntungkan dibandingkan penampang persegi empat.
3. Bangunan pelengkap berupa gorong-gorong dan bangunan sadap dengan pintu sorong di setiap cabang saluran.
4. Dengan sumber air berasal dari sungai Batang Asai yang mempunyai luas DPS secara keseluruhan $\pm 1262,4 \text{ km}^2$ dan panjang sungai utamanya $\pm 104,1 \text{ km}$, daerah ini sangat berpotensi untuk mengembangkan petak irigasi $>1500 \text{ Ha}$ beserta jaringan irigasinya untuk mewujudkan harapan Pemerintah menjadikan daerah ini sebagai lumbung padi dan meningkatkan ketahanan pangan nasional.

Saran

Dengan potensi persawahan yang luas dimana harapan Daerah Irigasi Batang Asai akan menjadi lumbung padi khususnya bagi Kabupaten Sarolangun dan umumnya bagi Provinsi Jambi dapat terwujud untuk itu harus diterapkan pola tanam yang tepat serta perlu diadakan sosialisasi dalam rangka meningkatkan peran serta masyarakat dalam pengelolaan dan pemeliharaan aset irigasi. Perlu kiranya dilakukan kelestarian hutan disekitar sumber air untuk menjaga kestabilan ketersediaan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, Ahmad, dkk. *Kajian Efektifitas dan Efisiensi Jaringan Irigasi terhadap Kebutuhan Air pada Tanaman Padi (Studi Kasus Irigasi Samo Kecamatan Rambah Kabupaten Rokan Hulu*. Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
- Direktorat Jendral Pengairan. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Bagian Penunjang*. Bandung: Galang Persada.
- Hadihardjaja, Joetata. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa. 2013. *Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa. 2013. *Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Saluran KP-03*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa. 2013. *Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04*.

Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa.

Ludiana, dkk. *Jurnal Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Bendungan Tilong Kecamatan Kupang Tengah Kabupaten Kupang*. Kupang: FST Undana.

Mawardi, Erman. 2007. *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi*. Bandung: Alfabeta.

Prabawanti, Silvi. 2015. *Studi Perencanaan Jaringan Irigasi dan pola Operasi Embung Kokok Koak Daerah Irigasi Kokok Koak Lombok Timur*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Ramadhan, Fahrol, dkk. *Evaluasi Kinerja Saluran Jaringan Irigasi Jeuram Kabupaten Nagan Raya*. Medan: Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.

Sosrodarsono, S dan Kensaku Takeda. 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pertja.

Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.