

**MENENTUKAN AWAL MUSIM TANAM DAN
OPTIMASI PEMAKAIAN AIR DAN LAHAN
DAERAH IRIGASI BATANG LAMPASI
KABUPATEN LIMAPULUH KOTA DAN KOTA PAYAKUMPUH**

Mas Mera¹ dan Hendra²

ABSTRAK

Daerah Irigasi Batang Lampasi berada di Kabupaten Limapuluh Kota dan Kota Payakumbuh, sedangkan *weirnya* terdapat di Limapuluh Kota. Sebagian areal irigasi Batang Lampasi ini tidak menghasilkan padi maupun palawija, karena pengaturan air untuk musim tanam tidak berpedoman pada volume andalan sungai. Dari hasil pengukuran, efisiensi saluran primer, sekunder dan tersier Daerah Irigasi Batang Lampasi diperkirakan sebesar 64 %. Berdasarkan keadaan eksisting yang telah dilakukan petani, maka perlu dilakukan pengaturan pola tanam dengan menentukan awal musim tanam yang tepat agar penggunaan lahan dapat dioptimalkan. Berdasarkan volume andalan diperoleh volume air terbesar di Januari II dan Januari I, sehingga awal musim tanam dipilih pada Januari I dan Januari II. Dalam studi ini ditetapkan tiga alternatif pola tanam yang dipilih yaitu: padi-padi (kondisi eksisting); padi-padi-padi; dan padi-padi-palawija. Optimasi ketiga pola tanam tadi menggunakan metode *goal programming*, dengan fungsi sasarannya adalah memaksimalkan luas lahan dan meminimalkan kebutuhan air, dan fungsi kendalanya adalah luas areal irigasi dan volume andalan sungai. Hasil optimasi dengan metode *Goal Programming* diperoleh pola tanam yang menghasilkan luas lahan optimal yaitu pola tanam padi (1319 ha) – padi (848 ha) – palawija (1500 ha) dari luas areal 1500 Ha.

Kata kunci: volume andalan, musim tanam, kebutuhan air, pola tanam, *goal programming*.

1. PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan produksi dan menunjang produktivitas pangan diperlukan ketersediaan air yang cukup, agar pola tanam dapat dilaksanakan secara optimal. Konsekuensinya adalah penggunaan air irigasi selayaknya dilakukan secara efektif dan efisien dengan cara menentukan awal musim tanam yang tepat. Untuk menentukan jenis tanaman yang akan di tanam pada musim tertentu kita harus memperhatikan ketersediaan air. Kegiatan penyuluhan tentang pengaturan pola tanam hendaknya dapat disesuaikan dengan ketersediaan air yang ada, agar pemakaian air bisa maksimal.

Ketersediaan air yang sedikit dan tidak sesuai dengan luas lahan yang ada perlu dilakukan optimasi, supaya hasil yang didapat bisa maksimal dalam satu tahun. Peneliti terdahulu tentang masalah ini di antaranya adalah Pamuji (2007), Wardhani (2008), Aji (2009), Mahmud (2009), Prasetijo (2011), Taufan dkk (2013) dan Talitha (2013). Pamuji (2007) melakukan optimasi pemakaian air dan lahan di Daerah Irigasi Banjaran Kabupaten Banyumas Jawa Tengah. Hasilnya adalah tahap I pada Oktober I (791,15 ha), tahap II pada Oktober II (2150,74 ha), tahap III pada Nopember I

¹ Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, masmera@ft.unand.ac.id

² Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, hendra.73hh@gmail.com

(2150,74 ha), tahap IV pada Nopember II (2658,82 ha) tahap V pada Desember I (3573,15 ha) dan tahap VI pada Desember II (3573,15 ha). Wardhani (2008) melakukan optimasi pemakaian air irigasi Tajum Kabupaten Banyumas. Hasilnya adalah ketersediaan air di Daerah Irigasi Tajum masih mencukupi kebutuhan air irigasi yaitu 3200 ha, dengan musim tanam I dimulai pada pertengahan bulan Oktober secara serentak. Aji (2009) melakukan optimasi penggunaan air pada Daerah Irigasi Mrican Kanan di Kabupaten Kediri Jawa Timur. Hasilnya adalah pola tanam padi-palawija-palawija dengan awal tanam bulan Desember I yaitu Rp.50.394.972.530 (eksisting) menjadi Rp.61.691.506.640 (pola tanam baru). Mahmud (2009) melakukan optimasi potensi dan pola pemanfaatan air di Daerah Irigasi Wawatobi Sulawesi Tenggara, dengan melakukan enam alternatif awal tanam yaitu Desember I, Desember II, Januari I, Januari II, Februari I dan Februari II. Hasilnya adalah alternatif ke-tiga, yaitu pada Januari I yang memberikan solusi terbaik. Prasetyo (2011) melakukan optimasi pola tanam untuk memaksimalkan keuntungan petani di Daerah Irigasi Prambatan Kiri Jawa Timur. Hasilnya pola tanam padi/apel-padi/palawija/apel-padi/palawija/apel yang mendapatkan keuntungan paling maksimum. Taufan dkk (2013) melakukan optimasi pola tanam di Daerah Irigasi Konto Surabaya terletak di Kabupaten Jombang dengan menggunakan program linear. Dari beberapa alternatif rencana, diperoleh pola tanam yang memberikan penghasilan terbesar yaitu pola tanam padi-tebu, padi-palawija-tebu, palawija-tebu pada awal tanam Desember 1 dengan penghasilan Rp. 89.590.510.000,00 dan intensitas tanam 248,97 %. Talitha (2013) melakukan optimasi penggunaan lahan dan air di Daerah Irigasi Kandis Kecamatan Lengayang Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat, dengan tiga alternatif pola tanam yaitu padi-padi-padi, padi-padi-palawija dan padi-padi/palawija-padi/palawija dengan awal tanam, yaitu Oktober I dan Oktober II. Hasilnya adalah pola tanam padi-padi-palawija dengan awal tanam Oktober II yang memberikan hasil terbesar.

Tujuan penelitian ini adalah mengoptimasikan pemakaian air irigasi Batang Lampasi dengan berbagai pola tanam menggunakan metode *goal programming* dengan fungsi sasarannya adalah memaksimalkan luas lahan dan, meminimalkan kebutuhan air, dan fungsi kendalanya adalah luas areal irigasi, yang diperhitungkan dalam masalah ini adalah 1500 ha, dan volume andalan sungai.

2. METODOLOGI, HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini dimulai dengan melakukan survey ke lapangan dengan mewawancara penduduk untuk mendapatkan informasi tentang pola tanam yang dilakukan selama ini, tanaman yang ditanami dan keadaan air irigasi. Memeriksa jaringan irigasi untuk mengatahui kondisi eksisting jaringan irigasi, meminta informasi dari juru irigasi tentang luas areal irigasi untuk memperkirakan luas areal Daerah Irigasi Batang Lampasi saat ini dan mengukur debit sesaat untuk menentukan efisiensi jaringan irigasi. Selanjutnya mengumpulkan data curahan hujan yang diperoleh dari Balai PSDA Wilayah Bukittinggi, yaitu data curahan hujan 15-harian pada stasiun curahan hujan Tanjung Pati selama 20 tahun dari tahun 1993 sampai 2012, untuk menentukan hujan andalan dan hujan efektif. Data klimatologi dengan panjang 11 tahun dari tahun 2002 sampai 2012 juga diperoleh dari Balai PSDA Wilayah Bukittinggi, untuk menentukan evapotranspirasi potensial yang dipengaruhi beberapa faktor, seperti intensitas penyinaran matahari, kecepatan angin, temperatur udara, dan tekanan udara. Evapotranspirasi potensial juga menggambarkan energi yang didapatkan dari matahari. Data debit sungai juga diperoleh dari Balai PSDA Wilayah Bukittinggi, yaitu data debit 15-harian Batang Lampasi selama 20 tahun dari tahun 1993 sampai 2012, untuk memperkirakan debit andalan 15-harian dengan tingkat keandalan sebesar 80%, yaitu debit dengan peluang kejadian 80% terpenuhi.

2.1. Efisiensi Saluran

Mengukur debit sesaat dengan menggunakan *current meter* untuk menentukan efisiensi saluran irigasi (Tabel 2.1).

Tabel 2.1. Rekapitulasi pengukuran debit Daerah Irigasi Batang Lampasi

No.	Nama Saluran	Lokasi		Jarak	Kehilangan sepanjang daerah	Panjang Saluran	Efisiensi (%)
		Q _{hulu}	Q _{hilir}				
		(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m')	(%)	(%)	(%)
1	Primer	1,561	1,474	100,00	8,73%	276,70	78%
2	Sekunder	1,273	1,216	700,00	5,70%	16.378,40	25%
3	Tersier	0,528	0,490	1.000,00	3,79%	3.093,00	89%
	Jumlah						64%

2.2. Curahan hujan andalan dan hujan efektif

Panjang data curahan hujan yang digunakan untuk penelitian ini adalah 20 tahun, diperlukan komulatif curahan hujan selama 15 hari yang disebut dengan curahan hujan periode 15-harian. Tinggi curahan hujan periode 15-harian andalan adalah tinggi curahan hujan yang digunakan tanaman untuk mengganti kehilangan air akibat evapotranspirasi, perkolasi, kebutuhan pengolahan tanah dan penyiapan lahan. Tinggi curahan hujan andalan biasanya diperoleh dari tinggi curahan hujan yang mempunyai peluang 80% ada (R_{80}) untuk tanaman padi dan yang mempunyai peluang 50% ada (R_{50}) untuk tanaman palawija dengan formula (Chow, 1994).

Urutan $R_{80} = \frac{n}{5} + 1$

Urutan $R_{50} = \frac{n}{2} + 1$

dimana n adalah jumlah data curahan hujan periode 15-harian. Sebagai contoh untuk Januari I, $n = 20$ maka: urutan $R_{80} = 20 / 5 + 1 = 5$ dan $R_{50} = 20 / 2 + 1 = 11$. Ini artinya nilai R_{80} adalah berada pada urutan ke 5, sehingga $R_{80} = 58$ mm dan nilai R_{50} berada di urutan ke 11, sehingga $R_{50} = 97$ mm. Demikianlah untuk periode yang lain seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Tinggi curahan hujan andalan (mm)

Periode	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agust		Sep		Okt		Nov		Des					
	I	II																										
Urutan	1	17,00	6,89	2,83	2,20	7,25	4,44	4,00	2,00	3,17	4,50	5,20	1,50	1,50	2,50	3,00	1,00	0,50	1,50	2,50	3,00	2,67	2,88	2,50	3,25	3,00		
1	35,00	7,75	3,33	5,67	7,50	7,00	4,00	2,00	5,57	5,94	5,86	1,67	6,75	3,50	2,83	1,00	4,50	7,00	5,29	4,33	4,60	6,00	3,60	6,00	6,00	6,00		
2	35,00	9,43	6,43	5,83	8,78	7,00	4,67	3,83	6,00	7,00	7,98	2,00	7,00	3,64	3,00	4,67	5,50	7,20	6,00	6,33	5,79	6,56	6,20	6,33	6,20	6,33	6,20	
3	40,00	10,57	7,00	7,00	10,78	7,75	9,50	9,60	6,70	7,33	8,33	3,00	8,40	6,25	6,11	5,00	6,33	9,50	7,00	7,00	8,75	8,00	7,00	8,75	8,00	8,75		
4	58,00	74,00	46,00	45,00	58,00	49,00	58,50	50,00	40,00	47,00	27,00	16,00	30,00	37,00	27,00	12,00	25,00	37,00	37,00	37,00	36,00	46,00	75,00	38,00	38,00	87,00		
5	60,00	82,00	51,00	67,00	59,00	56,00	58,00	58,00	40,00	47,50	38,00	29,00	42,00	35,00	12,00	35,00	38,00	60,00	38,00	38,00	49,00	49,00	86,50	32,00	32,00	97,00		
6	65,00	100,00	53,00	70,00	70,00	62,00	95,00	37,00	60,00	52,00	41,00	35,00	49,00	35,00	18,00	35,00	42,00	61,00	60,00	51,00	74,00	133,00	63,00	63,00	99,00	99,00		
7	69,00	132,00	54,00	77,00	79,00	67,00	99,00	102,00	66,00	54,00	43,00	38,00	49,00	44,00	32,00	41,00	52,00	70,00	64,00	63,00	95,00	148,00	74,00	99,00	99,00	99,00		
8	74,00	140,50	58,00	89,00	89,00	85,00	100,00	117,00	67,00	56,00	45,00	39,30	54,00	47,00	47,00	43,00	61,00	72,00	84,00	66,00	97,00	151,00	86,00	110,00	110,00	110,00		
9	93,00	144,00	75,00	90,00	91,00	109,00	136,00	140,00	71,00	64,00	48,00	43,00	82,00	53,00	50,00	58,00	64,00	79,00	88,00	79,00	103,00	168,00	100,00	114,00	114,00	114,00		
10	93	97,00	150,00	79,00	93,00	93,00	122,00	149,00	148,00	90,00	65,00	60,00	53,50	113,00	55,00	55,00	55,00	64,00	70,00	83,00	91,00	85,00	120,00	187,80	95,00	113,00	117,00	117,00
11	97,00	150,00	79,00	93,00	93,00	122,00	149,00	148,00	90,00	65,00	60,00	53,50	113,00	55,00	55,00	55,00	64,00	70,00	83,00	91,00	85,00	120,00	187,80	95,00	113,00	117,00	117,00	
12	132,00	154,00	118,00	104,00	95,00	124,00	166,00	158,00	98,00	78,00	63,00	55,00	113,00	60,00	56,00	65,00	72,00	86,00	105,00	109,00	128,00	159,00	116,00	128,00	128,00	128,00		
13	148,00	162,00	138,00	112,00	97,00	125,00	166,00	161,00	104,00	88,00	64,00	56,00	118,00	83,00	57,00	100,00	76,50	88,00	129,00	120,00	135,00	205,00	126,00	147,00	147,00	147,00		
14	175,00	162,00	146,00	116,80	98,00	165,80	189,00	162,00	109,00	103,00	64,00	62,00	124,00	96,00	60,00	105,00	96,00	98,00	132,00	148,00	146,00	209,00	137,00	152,00	152,00	152,00		
15	198,00	172,00	150,00	123,00	101,00	180,00	190,00	167,00	112,00	112,00	74,00	77,00	138,00	112,00	66,00	136,00	96,00	105,00	134,00	121,00	164,00	209,00	155,00	176,00	176,00	176,00		
16	211,00	173,00	152,00	149,50	106,00	182,00	192,00	168,00	121,00	144,00	78,00	117,00	168,00	118,00	70,00	146,00	123,00	146,00	141,00	222,00	184,00	287,00	181,00	200,00	200,00	200,00		
17	264,00	184,00	152,00	154,00	166,00	113,00	211,00	202,00	169,00	146,00	147,00	90,50	126,00	187,00	118,00	71,00	153,00	146,00	157,00	166,00	223,00	210,00	353,00	193,00	253,00	253,00	253,00	
18	268,00	198,00	153,00	172,00	125,00	212,00	208,00	200,00	192,00	214,00	137,00	131,00	316,00	138,00	85,00	175,00	165,00	234,50	171,00	243,00	225,00	362,00	210,00	299,00	299,00	299,00		
19	272,00	229,00	163,00	201,00	137,00	214,00	214,00	205,00	214,00	153,00	132,00	151,00	103,00	205,00	241,00	192,00	224,00	425,00	364,00	314,00	326,00	326,00	326,00	326,00	326,00	326,00		
20	356,00	462,00	168,00	167,00	145,50	339,00	219,00	229,00	171,00	-	-	-	172,00	279,00	218,50	243,00	235,00	202,00	366,00	391,00	329,00	329,00	329,00	329,00	329,00	329,00	329,00	
Jlh data	20	20	20	20	20	19	20	20	20	18	20	20	18	20	20	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Urutan	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
R _{BB}	58,00	74,00	46,00	45,00	45,00	58,00	49,00	58,50	50,00	40,00	47,00	27,00	10,00	30,00	27,00	5,00	25,00	37,00	37,00	37,00	36,00	46,00	75,00	38,00	38,00	87,00	87,00	
Urutan	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	11	11	10	11	11	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11		
R _{SP}	97,00	150,00	79,00	93,00	93,00	122,00	149,00	148,00	90,00	64,00	60,00	53,50	82,00	55,00	55,00	55,00	58,50	70,00	83,00	91,00	85,00	120,00	187,80	113,00	117,00	117,00	117,00	

Berdasarkan data curahan hujan di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk curahan hujan efektif kebutuhan air tanaman. Untuk irigasi, curahan hujan efektif padi dan palawija diambil 70 % dari curahan hujan andalan dengan periode ulang rencana tertentu yaitu R_{80} untuk padi dan R_{50} untuk palawija dapat dilihat pada Tabel 2.2 atau 2.3. Berdasarkan nilai R_{80} dan R_{50} tersebut, maka

nilai hujan efektif R_e dapat ditentukan, misalnya untuk bulan Januari I ($t = 15$ hari, $R_{80} = 58$, $R_{50} = 97$ mm), maka :

$$R_{epadi} = \frac{70\%}{t} \times R_{80} = \frac{0,70}{15} \times 58 = 2,707 \text{ mm/hari}$$

$$R_{epalawija} = \frac{70\%}{t} \times R_{50} = \frac{0,70}{15} \times 97 = 4,527 \text{ mm/hari}$$

Jadi hujan efektif untuk padi adalah 2,707 mm/hari dan untuk palawija adalah 4,527 mm/hari. Untuk nilai curahan hujan efektif yang lain direkap pada Tabel 2.3

Tabel 2.3. Curahan Hujan Efektif Untuk Padi dan Palawija

Bulan	Periode	Hujan Andalan (mm)		Hujan Efektif (mm/hari)	
		Padi (R_{80})	Palawija (R_{50})	Padi	Palawija
Januari	I	58,00	97,00	2,707	4,527
	II	74,00	150,00	3,238	6,563
Februari	I	46,00	79,00	2,147	3,687
	II	45,00	93,00	2,423	5,008
Maret	I	58,00	93,00	2,707	4,340
	II	49,00	122,00	2,144	5,338
April	I	58,50	149,00	2,730	6,953
	II	50,00	148,00	2,333	6,907
Mei	I	40,00	90,00	1,867	4,200
	II	47,00	64,00	2,056	2,800
Juni	I	27,00	60,00	1,260	2,800
	II	10,00	53,50	0,467	2,497
Juli	I	30,00	82,00	1,400	3,827
	II	27,00	55,00	1,181	2,406
Agustus	I	12,00	55,00	0,560	2,567
	II	25,00	58,50	1,094	2,559
September	I	37,00	70,00	1,727	3,267
	II	37,00	83,00	1,727	3,873
Okttober	I	37,00	91,00	1,727	4,247
	II	36,00	85,00	1,575	3,719
Nopember	I	46,00	120,00	2,147	5,600
	II	75,00	187,80	3,500	8,764
Desember	I	38,00	113,00	1,773	5,273
	II	87,00	117,00	3,806	5,119

2.3. Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi potensial adalah nilai yang menggambarkan kebutuhan lingkungan, sekumpulan, atau kawasan pertanian untuk melakukan evapotranspirasi yang ditentukan oleh beberapa faktor, seperti intensitas penyinaran matahari, kecepatan angin, temperatur udara, dan tekanan udara. Evapotranspirasi potensial juga menggambarkan energi yang didapatkan dari matahari.

$$ET_0 = c[W R_n + (1-W)f(u)(ea - ed)]$$

dimana: ET_0 = Evapotranspirasi Potensial (mm/hari); c = Faktor koreksi akibat keadaan iklim siang / malam; W = Faktor bobot; R_n = Radiasi penyinaran matahari (mm/hari); $(1-W)$ = Faktor berat sebagai pengaruh angin dan kelembaban pada ET_0 ; $f(u)$ = Fungsi kecepatan angin pada ET_0 ; $(ea - ed)$ = Perbedaan tekanan uap air jenuh dengan tekanan uap air nyata (mbar). Berdasarkan data yang telah didapat, maka pada bulan Januari: $ET_0 = 1,087[0,745 \times 6,027 + (0,255)(0,343)(1,034)] = 4,979$ mm/hari. Untuk perhitungan bulan yang lain direkapitulasi pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Rekapitulasi Komponen Perhitungan Evapotranspirasi Potensial

No Komponen	Simbol	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sept	Okt	Nop	Des
1 Tekanan Uap Jenuh	ea	mbar	32,900	33,220	36,800	36,940	36,770	36,600	36,810	36,370	35,280	36,100	36,130	36,280
2 Tekanan Uap Nyata	ed	mbar	31,866	32,334	35,747	35,748	35,801	35,622	35,812	35,016	34,155	33,527	34,688	35,028
3 Perbedaan Tek. Uap	$ea-ed$	mbar	1,034	0,886	1,053	1,192	0,969	0,978	0,998	1,354	1,125	2,573	1,442	1,252
4 Fungsi kelembaban Angin	$f(U)$	km/hari	0,343	0,344	0,338	0,345	0,341	0,346	0,350	0,343	0,348	0,349	0,351	0,346
5 Faktor pengaruh angin & kelembaban	$1 - W$		0,255	0,228	0,234	0,235	0,234	0,233	0,234	0,231	0,229	0,229	0,229	0,230
6 Radiasi extra terrestrial	R_s	mm/hari	15,016	15,511	15,700	15,290	14,384	13,879	14,079	14,784	15,295	15,405	15,111	14,816
7 Radiasi Gel. Pendek	R_{s1}	mm/hari	8,784	9,074	9,185	8,944	8,415	8,119	8,236	8,649	8,947	9,012	8,840	8,667
8 Radiasi Netto Gel. Pendek	R_{ns}	mm/hari	6,588	6,805	6,888	6,708	6,311	6,089	6,177	6,487	6,711	6,759	6,630	6,500
9 Fungsi Tekanan Uap nyata	$f(ed)$		0,092	0,090	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,080	0,083	0,085	0,081	0,080
10 Fungsi penyinaran	$f(n/N)$		0,387	0,353	0,390	0,357	0,424	0,394	0,316	0,342	0,286	0,280	0,274	0,298
11 Fungsi suhu	$f(t)$		15,808	16,089	16,209	16,230	16,205	16,178	16,210	16,144	16,098	16,103	16,108	16,130
12 Radiasi netto Gel. Panjang	R_{s11}	mm/hari	0,561	0,511	0,487	0,446	0,527	0,493	0,393	0,440	0,382	0,384	0,357	0,382
13 Radiasi netto	R_s	mm/hari	6,027	6,295	6,402	6,262	5,784	5,596	5,784	6,046	6,329	6,375	6,272	6,118
14 Faktor Pembobot Rn	W		0,745	0,772	0,766	0,765	0,766	0,767	0,766	0,769	0,771	0,771	0,771	0,770
15 Faktor koreksi	c		1,087	1,092	1,094	1,090	1,082	1,077	1,078	1,085	1,089	1,090	1,087	1,085
Evapotranspirasi Potensial (Eto)		mm/hari	4,979	5,378	5,453	5,322	4,877	4,708	4,862	5,162	5,413	5,581	5,381	5,218

2.4. Debit andalan periode 15 harian

Debit andalan 15-harian mempunyai tingkat keandalan sebesar 80%, yaitu debit dengan peluang kejadian 80% terpenuhi. Perhitungan debit andalan menggunakan Metode Ranking dengan mengurutkan data debit dari urutan terbesar ke terkecil sampai n -tahun. Dari urutan data debit dapat diketahui posisi Q_{80} yang dapat dihitung dengan rumus (PU-1986):

$$m = 0,8n + 1$$

dimana: m = nomor urut data dari besar ke kecil; n = jumlah data tahun pengamatan. Contoh untuk Januari I, diketahui jumlah tahun pengamatan $n = 20$, sehingga: $m = 0,8n + 1 = 0,8(20) + 1 = 17$. Maka Q_{80} berada di urutan $m = 17$, Maka $Q_{80} = 1,57 \text{ m}^3/\text{s}$. Untuk periode-periode yang lain dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5. Hasil perhitungan Debit Andalan periode 15-harian (m^3/s)

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nop	Des
Periode	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Urutan												
1	14,55	9,64	11,36	16,22	8,59	9,39	15,28	20,65	16,09	13,89	8,27	9,16
2	10,61	9,64	9,68	7,56	8,59	9,39	12,21	10,47	11,46	13,89	8,27	9,16
3	8,44	9,12	8,59	6,94	7,82	8,47	12,21	10,37	8,78	8,75	6,52	6,44
4	7,44	6,79	7,17	6,94	6,41	7,45	7,34	10,06	8,78	7,26	5,95	3,84
5	7,02	6,13	6,10	6,94	5,65	6,97	7,28	10,06	8,12	5,52	3,00	2,77
6	6,29	5,53	5,66	5,58	4,94	6,46	7,13	9,84	7,64	5,42	2,79	2,73
7	6,07	5,35	5,66	4,39	3,84	6,25	7,10	7,45	7,29	4,11	2,53	2,47
8	4,60	4,60	4,23	4,23	3,79	5,98	6,88	5,79	6,07	3,08	2,43	2,32
9	4,28	3,64	4,08	3,55	3,49	5,50	6,50	5,11	4,63	2,89	2,21	2,24
10	4,00	3,47	2,91	3,39	3,04	5,37	5,03	4,37	3,07	2,47	2,03	1,80
11	3,36	3,34	2,56	3,29	2,69	3,43	4,94	4,32	3,03	2,28	1,88	1,80
12	3,00	3,05	2,47	3,22	2,29	2,78	4,94	3,84	2,57	2,25	1,74	1,72
13	2,97	3,00	2,37	1,73	2,13	2,32	2,25	3,38	2,40	2,15	1,71	1,56
14	2,87	2,28	2,35	1,71	1,96	1,76	2,16	3,09	2,38	1,86	1,52	1,29
15	2,06	2,06	2,28	1,64	1,82	1,75	2,12	2,73	2,03	1,79	1,20	1,19
16	1,91	1,80	2,20	1,45	1,78	1,61	1,79	2,47	1,97	1,79	1,14	1,19
17	1,57	1,75	2,18	1,34	1,67	1,50	1,34	2,40	1,74	1,47	1,14	0,99
18	1,56	1,72	1,80	1,28	1,65	1,44	1,10	2,03	1,19	1,29	1,12	0,98
19	0,76	1,32	1,38	1,19	1,32	1,06	0,93	1,71	1,11	0,99	1,05	0,88
20	0,55	1,29	1,29	1,16	1,29	0,63	0,81	0,62	0,90	0,97	1,03	0,65
Jlh data	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Urutan	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Q_{80}	1,57	1,75	2,18	1,34	1,67	1,50	1,34	2,40	1,74	1,47	1,14	0,99

2.5. Menentukan awal musim tanam

Setelah mendapatkan debit andalan, kemudian dicari volume andalannya selama 24 jam. Sebagai contoh untuk periode Januari I diperoleh: $Q_{80} = 1,57 \text{ m}^3/\text{s}$ (diperoleh dari Tabel 2.5) dan $t = 86400 \text{ s}$ (jumlah detik dalam 1 hari). Jadi, volume andalan dalam 1 hari adalah

Menentukan Awal Musim Tanam dan Optimasi Pemakaian Air dan Lahan Daerah Irigasi Batang Lampasi Kabupaten Limapuluh Kota dan Kota Payakumbuh

$$V_{80} = Q_{80}t = 1,5(86400) = 135475 \text{ m}^3$$

Untuk menentukan volume andalan V_{80} dan ranking volume andalan dapat dilihat pada Tabel 2.6. Berdasarkan Tabel 2.6, maka untuk awal musim tanam dipilih Januari I ($1\ 188\ 241 \text{ m}^3$), karena Januari I mendapatkan ranking terbesar kedua setelah Januari II ($1\ 203\ 392 \text{ m}^3$).

Tabel 2.6. Perhitungan komulatif volume andalan sungai dan rangking awal musim tanam

Bulan	Periode	Debit Andalan (m ³ /s)	Volume Andalan (m ³)	Kumulatif per musim tanam			Kumulatif Volume Andalan (m ³)	Ranking
					(m ³)			
Jan	I	1,57	135475	135475				
	II	1,75	151524	286999	151524			
Peb	I	2,18	188529	475528	340053	188529		
	II	1,34	115643	591172	455696	304172	115643	
Mart	I	1,67	144230	735402	599927	448403	259873	144230
	II	1,50	129384	864786	729311	577787	389257	273614
Apr	I	1,34	115791	980576	845101	693577	505048	389405
	II	2,40	207664	1188241	1052765	901241	712712	597069
Mei	I	1,74	150627	1203392	1051868	863339	747696	603466
	II	1,47	127117	127117	1178986	990456	874813	730583
Juni	I	1,14	98267	225384	98267	1088723	973080	828850
	II	0,99	85463	310847	183730	85463	1058543	914313
Juli	I	1,09	93888	404735	277618	179351	93888	1008201
	II	1,19	102924	507659	380542	282275	196812	102924
Agust	I	0,70	60644	568304	441187	342920	257456	163568
	II	1,04	89964	658268	531151	432884	347420	253532
Sep	I	1,10	94810	753078	625960	527693	442230	348342
	II	1,12	96925	722885	624618	539155	445267	342343
Okt	I	1,45	124934	124934	749553	664089	570201	467277
	II	1,02	87760	212695	87760	751850	657962	555038
Nop	I	1,37	118598	331293	206359	118598	776560	673636
	II	1,57	135360	466653	341719	253958	135360	808996
Des	I	1,15	99260	565913	440979	353218	234620	99260
	II	1,36	117763	683676	558742	470981	352383	217023
Jan	I	1,57	135475	819152	694217	606457	487858	352498
	II	1,75	151524	970676	845741	757981	639382	504022
Peb	I	2,18	188529	1034270	946510	827912	692552	593292
	II	1,34	115643	1062153	943555	808195	708935	
Mart	I	1,67	144230		1087785	952425	853165	
	II	1,50	129384		1081809	982549		
Apr	I	1,34	115791		1098340			
	II	2,40	207664					

2.6. Rekapitulasi kebutuhan air

Dalam mencari besarnya kebutuhan air untuk irigasi tanaman, dilakukan perhitungan kebutuhan air yang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang telah dibahas sebelumnya. Berikut contoh perhitungan kebutuhan irigasi untuk pola tanam padi-padi-padi dengan awal tanam Januari II yang dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Perhitungan kebutuhan air Daerah Irigasi Batang Lampasi pola tanam: Padi-Padi-Padi awal tanam Januari II

No	Bulan	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember						
	Periode	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
Pola tanam																														
LP																														
Padi																														
I	Eto (mm/hari)	4,979	4,979	5,378	5,378	5,453	5,453	5,322	5,322	4,877	4,877	4,708	4,708	4,862	4,862	5,162	5,162	5,413	5,413	5,581	5,581	5,381	5,381	5,218	5,218					
II	P (mm/hari)	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50					
III	Re Padi (mm/hari)	2,707	3,238	2,147	2,423	2,707	2,144	2,730	2,333	1,867	2,056	1,260	0,467	1,400	1,181	0,560	1,094	1,727	1,727	1,727	1,727	1,575	2,147	3,500	1,773	3,806				
IV	Re Palawija (mm/hari)	4,527	6,563	3,687	5,008	4,340	5,338	6,953	6,907	4,200	2,800	2,800	2,497	3,827	2,406	2,567	2,559	3,267	3,873	4,247	3,719	5,600	8,764	5,273	5,119					
V	Koefisien Tanaman (Kc)																													
1	Kc 3	0,950				LP	1,100	1,100	1,050	1,050	0,950					LP	1,100	1,100	1,050	1,050	0,950			LP	1,100	1,100	1,050	1,050		
2	Kc 2	0,000			LP	1,100	1,100	1,050	1,050	0,950	0,000					LP	1,100	1,100	1,050	1,050	0,950	0,000		LP	1,100	1,100	1,050	1,050		
3	Kc 1	0,000			LP	1,100	1,100	1,050	1,050	0,950	0,000	0,000	LP	1,100	1,100	1,050	1,050	0,950	0,000	0,000	LP	1,100	1,100	1,050	1,050	0,950	0,000			
4	Kc rata-rata	0,317			LP	LP	LP	1,083	1,067	1,017	0,667	0,317	LP	1,100	1,100	1,083	1,067	1,017	0,667	0,317	LP	1,100	1,100	1,083	1,067	1,017	0,667			
VI	Pergantian Lapisan Air (WLR)																													
1	WLR 3(mm/hari)	3,300	-	-	-	-	-	-	3,300	-	3,300	-	-	-	-	-	-	3,300	-	3,300	-	-	-	-	-	3,300	-			
2	WLR 2(mm/hari)	-	-	-	-	-	-	-	3,300	-	3,300	-	-	-	-	-	-	3,300	-	3,300	-	-	-	-	-	3,300	-			
3	WLR 1(mm/hari)	-	-	-	-	-	-	-	3,300	-	3,300	-	-	-	-	-	-	3,300	-	3,300	-	-	-	-	-	3,300	-			
4	WLR rata-rata	1,100	-	-	-	-	1,100	1,100	2,200	1,100	1,100	-	-	-	-	1,100	1,100	2,200	1,100	1,100	-	-	-	-	1,100	1,100				
VII	Kebutuhan Air Penyiapan Lahan																													
1	LP (mm/hari)		12,701	13,789	13,789							12,627	12,755	12,755							13,264	13,142	13,142							
VIII	Kebutuhan Air Irrigasi																													
1	Etc (mm/hari)	1,577	12,701	13,789	13,789	5,908	5,817	5,410	3,548	1,544	13,789	13,047	13,047	5,267	5,186	5,248	3,441	1,714	13,264	13,142	6,139	5,830	5,740	5,305	3,478					
2	NFR (mm/hari)	2,470	9,463	11,642	11,366	6,801	7,273	7,380	4,814	3,278	11,732	11,787	12,581	7,467	7,605	9,388	5,947	3,588	11,538	11,415	4,564	7,283	5,840	8,231	3,272					
3	NFR (lt/dt/ha)	0,286	1,095	1,347	1,315	0,787	0,842	0,854	0,557	0,379	1,357	1,364	1,456	0,864	0,880	1,086	0,688	0,415	1,335	1,321	0,528	0,843	0,676	0,952	0,379					
4	Dr (lt/dt/ha)	0,447	1,713	2,108	2,058	1,231	1,317	1,336	0,872	0,593	2,124	2,134	2,278	1,352	1,377	1,700	1,077	0,650	2,089	2,067	0,826	1,319	1,057	1,490	0,592					
5	Dr (m³/ha)	38,639	148,035	182,113	177,789	106,388	113,772	115,451	75,312	51,272	183,527	184,389	196,799	116,808	118,962	146,853	93,035	56,120	180,482	178,566	71,399	113,925	91,352	128,761	51,187					
	DR (permusim tanam)							970,132									1096,494									854,311				

Untuk kebutuhan air yang lain dapat dilihat pada Tabel 2.8. berikut :

Tabel 2.8. Rekapitulasi kebutuhan air irigasi

No	Pola Tanam	Awal Tanam	Musim Tanam	Kebutuhan Air Irrigasi (m^3/ha)	
				Padi	Palawija
1	Padi - Padi	Januari I (Eksisting)	I	952,901	-
			II	1081,264	-
			III	-	-
	Januari II	I	970,132	-	-
		II	1069,167	-	-
		III	-	-	-
	Padi - Padi - Padi	Januari I	I	942,993	-
		II	1056,347	-	-
		III	988,267	-	-
	Januari II	I	970,132	-	-
		II	1096,494	-	-
		III	854,311	-	-
3	Padi - Padi - Palawija	Januari I	I	952,901	-
		II	1055,923	-	-
		III	-	169,795	-
		I	912,553	-	-
		II	887,667	-	-
		III	-	195,011	-

2.7. Optimasi pemakaian air dan lahan

Model optimasi yang digunakan adalah *goal programming*. Model optimasi ini mempunyai fungsi sasaran/tujuan adalah memaksimalkan luas lahan; dan meminimalkan kebutuhan air, dan fungsi kendala adalah luas areal irigasi dan volume andalan sungai. Luas Daerah Irigasi Batang Lampasi yang difungsikan sebesar 1500 ha, sedangkan volume andalan sungai dapat dilihat pada Tabel 2.9 (yang disarikan dari Tabel 2.6) berikut:

Tabel 2.9. Rekapitulasi Volume Andalan Sungai

Musim Tanam	Volume Andalan (m^3)	
	Januari I	Januari II
I	1.188.241	1.203.392
II	808.895	753.078
III	875.411	916.076

Penentuan solusi optimal menggunakan metode simpleks didasarkan pada teknik eleminasi Gauss Jordan. Penentuan solusi optimal dilakukan dengan memeriksa titik ekstrim satu per satu dengan cara perhitungan iteratif dan dilakukan tahap demi tahap yang disebut dengan iterasi. Berikut contoh tabel simpleks awal pada pola tanam padi-padi-padi dengan awal tanam Januari II pada Tabel 2.10 .

Tabel 2.10. Simpleks Awal untuk pola tanam Padi- Padi- Padi pada Januari II

C_j	0	0	0	0	0	0	0	0	P_2	P_2	P_1	P_1	P_2	P_2	P_2	RHS	Rasio		
Basic Variable	X_{1a}	X_{1b}	X_{2a}	X_{2b}	X_{3a}	X_{3b}	d_1^-	d_2^-	d_3^-	d_4^-	d_5^-	d_6^-	d_1^+	d_2^+	d_3^+	d_4^+	d_5^+	d_6^+	
0	d_1^-	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1500	1500	
0	d_2^-	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	1500	-	
0	d_3^-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P_2	d_4^-	0	970	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	1203392	1240442
P_2	d_5^-	0	0	0	1069	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	753078	704,359
P_2	d_6^-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0
Z_J	0	0	0	1069	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	-1	-1	-1	1956470
$C_J - Z_J$	0	0	0	-1069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
P_1	Z_J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_J - Z_J$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0

Tabel simpleks awal menunjukkan bahwa variable X_{1a} akan masuk basis d_4^- . Selanjutnya, dengan mengaplikasikan prosedur simpleks akan diperoleh solusi yang optimal seperti pada Tabel 2.11 berikut:

Tabel 2.11. Hasil Optimasi Untuk Pola Tanam Padi-Padi-Padi

C_j	0	0	0	0	0	0	0	0	P_2	P_2	P_2	P_1	P_1	P_1	P_2	P_2	RHS	
Basic Variable	X_{1a}	X_{1b}	X_{2a}	X_{2b}	X_{3a}	X_{3b}	d_1^-	d_2^-	d_3^-	d_4^-	d_5^-	d_6^-	d_1^+	d_2^+	d_3^+	d_4^+	d_5^+	d_6^+
0	d_1^-	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	239,927
0	d_2^-	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	734,252
0	d_3^-	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	614,196
P_2	d_4^-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1260,073
P_2	d_5^-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	765,748
P_2	d_6^-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	885,804

Rekapitulasi hasil perhitungan tabel simpleks yang lain dapat dilihat pada Tabel 2.12 berikut:

Tabel 2.12. Rekapitulasi Luas Tanam Optimum dengan Tabel Simpleks

Awal Tanam	Musim Tanam	Jenis Tanaman	Pola tanam					
			I	II	III			
Januari I	I	Padi (Ha)	1247	1260	1247			
		Palawija (Ha)	-	-	-			
	II	Padi (Ha)	748	766	766			
		Palawija (Ha)	-	-	-			
Januari II	III	Padi (Ha)	886	-	-			
		Palawija (Ha)	-	-	1500			
	I	Padi (Ha)	1240	1240	1319			
		Palawija (Ha)	-	-	-			
	II	Padi (Ha)	704	687	848			
		Palawija (Ha)	-	-	-			
	III	Padi (Ha)	1072	-	-			
		Palawija (Ha)	-	-	1500			
		Padi-Padi		Padi-Padi-Padi	Padi-Padi-Palawija			

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran debit sesaat, efisiensi saluran primer, sekunder dan tersier di Daerah Irigasi Batang Lampasi diperkirakan sebesar 64 %. Volume andalan terbesar adalah Januari II sebesar 1 203 392 m³ dan Januari I sebesar 1 188 241 m³, sehingga keduanya dipakai sebagai awal musim tanam. Optimasi pemakaian air dan lahan menggunakan metode *goal programming*, dengan fungsi sasarannya adalah memaksimalkan luas lahan dan meminimalkan kebutuhan air, fungsi kendalanya yaitu luas areal irigasi sebesar 1500 Ha, volume andalan sungai, dan tiga alternatif pola tanam (padi-padi sebagai kondisi eksisting, padi-padi-padi, padi-padi-palawija) memberikan hasil

yang optimum yaitu awal musim tanam pada Januari II dengan pola tanam padi (1319 ha) – padi (848 ha) – palawija (1500 ha).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujuhan kepada Kepala Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat dan Kepala Balai PSDA Wilayah Bukittinggi yang telah membantu menyediakan data sekunder.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Agus, I., 2005, *Irigasi dan Bangunan Irigasi*. Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang
- Aji, P., 2009 *Studi Optimasi Penggunaan Air pada Daerah Irigasi Mrican Kanan di Kabupaten Kediri, Jawa Timur*, Tesis Teknik Sipil, ITS Surabaya
- Mahmud, A., 2009, *Optimasi Potensi dan Pola Pemanfaatan Air Irigasi, studi kasus pada D.I Wawatobi*, Penerbit Universitas Muhammadiyah Kendari.
- Pamuji, P., 2007, *Melakukan Optimasi Pengelolaan Air Irigasi D.I. Banjaran Kabupaten Banyumas Jawa Tengah*. Jurusan Teknik Sipil UNSOED Purwokerto.
- PU, 1986, *Standar Perencanaan Irigasi KP-01 Perencanaan*. Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum
- Taufan, L., Mochammad, Nadjaji, A. dan Edijatno 2013, Studi Optimasi Pola Tanam Pada Daerah Irigasi Konto Kabupaten Jombang. *Jurnal Teknik Pomits* Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Volume 2, No.1, pp. 1-6.
- Talitha, J., 2013, *Studi Optimasi Penggunaan Lahan dan Air D.I. Kandis Kecamatan Lengayang Kabupaten Pesisir Selatan*. Tesis Magister Teknik Sipil Universitas Andalas Padang
- Wahyudi, A., N. Anwar., dan Edijatno, 2014, Studi Optimasi Pola Tanam pada Daerah Irigasi Warujayeng Kertosono dengan Program Linier Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Teknik Sipil ITS*, Volume. 3, (2014) No.1, pp. 30-35 ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)