

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Curah Hujan

Data curah hujan didapatkan dari stasiun-stasiun pos penakar hujan yang terdapat di sekitar daerah aliran sungai (DAS), yang dapat mewakili distribusi sebaran curah hujan yang jatuh di dalam daerah tangkapan hujan.

Stasiun penakar hujan yang di pakai dalam menentukan besarnya curah hujan efektif tanaman padi dan palawija di DAS Kabupaten Oku Selatan adalah:

1. Stasiun penakar hujan Muaradua
2. Stasiun penakar hujan Simpang Sampang
3. Stasiun penakar hujan Negara Batin

Dalam analisa data curah hujan harian dari setiap stasiun yang telah ada, setiap stasiun dalam satu bulannya dibagi menjadi 10 harian, hal ini dilakukan agar perhitungan lebih rinci dan memudahkan dalam perhitungan pola tata tanam yang direncanakan menggunakan tiga periode. Tabel data curah hujan harian dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Curah Hujan 10 Harian Bulanan Stasiun Muaradua

BLN	PER	Tahun													
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Jan	I	194	264	38	101	146	127	125	184	108	20	0	150	46	142
	II	141	70	65	116	60	205	86	89	124	35	53	34	233	97
	III	186	95	105	85	86	56	134	181	78	211	191	57	78	226
Feb	I	193	81	14	60	149	67	115	58	5	202	169	0	56	214
	II	60	139	30	20	177	64	81	79	117	175	41	130	95	159
	III	89	46	34	19	84	26	72	93	62	45	27	112	130	19
Mar	I	183	55	121	33	195	144	2	84	57	5	29	63	10	169
	II	118	223	35	43	129	138	0	46	128	132	57	95	155	60
	III	132	67	78	125	64	14	166	45	119	197	0	67	47	65
Apr	I	69	80	202	39	98	0	99	55	156	112	81	24	13	77
	II	110	118	58	46	73	85	138	60	188	276	139	36	80	74
	III	81	48	22	72	37	66	71	25	126	183	77	129	99	123
Mei	I	78	230	39	194	89	54	31	23	112	126	57	79	4	57
	II	13	98	48	107	91	15	28	90	87	0	57	99	0	151
	III	14	59	75	38	27	74	81	49	49	48	333	122	96	29
Jun	I	4	29	13	0	98	0	58	128	32	0	115	82	102	52
	II	8	36	18	0	44	10	97	22	34	22	0	284	155	47
	III	22	218	25	1	41	0	145	2	24	255	118	106	167	22
Jul	I	0	112	28	0	45	33	149	9	65	54	57	41	3	27
	II	1	44	30	0	19	53	0	31	96	85	152	201	26	64
	III	0	6	8	30	46	5	44	17	37	0	103	211	80	34
Ags	I	0	24	66	48	116	10	17	81	62	0	11	67	0	0
	II	0	14	52	0	132	13	3	0	0	102	8	38	10	21
	III	0	0	65	0	67	24	4	23	57	151	147	128	7	9

Sep	I	1	118	22	0	160	0	16	30	5	69	38	52	2	82
	II	30	0	51	0	3	7	29	8	25	43	67	81	105	13
	III	1	215	22	0	29	45	36	78	30	142	153	98	0	0
Okt	I	3	8	27	75	52	29	3	106	2	67	30	313	0	16
	II	22	140	9	0	84	108	27	65	22	313	48	235	0	63
	III	0	72	44	0	46	278	95	62	35	300	76	152	220	91
Nov	I	31	102	70	0	170	100	175	121	43	157	185	124	9	199
	II	190	149	118	92	31	93	169	141	93	52	117	196	47	28
	III	20	160	47	79	7	92	47	217	27	59	48	100	58	107
Des	I	228	0	62	133	46	134	29	0	144	81	86	49	100	170
	II	211	135	0	52	78	17	178	119	132	49	140	191	255	156
	III	82	94	41	38	96	251	58	194	138	163	151	161	139	85

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.2 Rekapitulasi Data Curah Hujan 10 Harian Bulanan Stasiun Simpang Campang

BLN	PER	Tahun													
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Jan	I	99	144	126	228	106	106	121	41	0	169	176	190	167	106
	II	69	49	65	74	89	168	88	70	250	169	81	165	129	193
	III	94	87	44	0	100	214	141	190	145	150	73	99	89	109
Feb	I	246	60	66	21	66	46	114	175	44	165	93	216	66	203
	II	15	116	33	83	45	183	102	310	170	180	69	163	135	158
	III	0	69	109	97	16	176	96	60	9	117	54	164	116	162
Mar	I	201	215	148	36	18	102	31	15	0	13	161	304	206	66
	II	26	95	44	73	93	133	88	41	105	93	62	227	164	141
	III	44	47	42	48	9	84	109	64	203	111	127	210	140	116
Apr	I	17	58	25	11	35	60	179	90	120	18	147	58	72	58
	II	96	46	27	8	28	75	87	30	30	106	0	42	56	42
	III	131	21	4	11	127	38	104	25	41	83	59	63	50	63
Mei	I	42	70	9	0	85	118	74	22	128	70	21	45	52	45
	II	0	73	33	9	144	89	130	59	14	123	30	10	15	10
	III	4	35	24	39	300	94	75	221	0	48	84	0	7	0
Jun	I	71	89	28	0	73	48	46	6	93	42	9	2	5	0
	II	43	52	37	0	33	26	27	36	0	55	31	57	36	57
	III	0	82	13	0	5	8	27	36	0	52	58	35	35	35
Jul	I	0	41	30	0	100	97	53	10	35	14	23	0	0	0
	II	0	96	41	0	66	50	34	18	0	0	156	0	0	0
	III	0	32	24	1	237	1	58	32	0	12	7	7	7	7
Ags	I	0	5	14	54	160	16	181	25	38	7	11	48	34	39
	II	0	0	40	45	122	22	18	52	147	22	25	75	71	39
	III	0	0	26	0	124	51	10	62	73	40	20	65	63	24
Sep	I	0	114	27	25	9	27	11	53	52	79	55	0	0	0
	II	0	0	47	26	46	94	10	69	0	100	19	111	0	58
	III	0	101	29	24	150	48	146	91	52	66	52	0	72	0
Okt	I	0	90	74	53	33	104	15	79	47	52	48	0	0	0
	II	0	107	47	41	150	85	111	107	17	93	5	70	63	49
	III	0	161	41	77	117	224	130	106	0	98	79	72	55	64
Nov	I	48	26	94	0	187	88	86	113	16	111	41	5	17	5
	II	33	67	45	0	76	155	100	191	215	90	44	46	84	40
	III	36	106	44	223	85	84	134	84	297	75	306	138	114	104
Des	I	59	153	33	253	123	119	28	113	68	79	160	2	177	2
	II	140	65	140	86	109	118	139	98	155	94	143	45	134	41
	III	131	6	109	0	97	182	122	91	303	33	191	63	201	63

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.3 Rekapitulasi Data Curah Hujan 10 Harian Bulanan Stasiun Negara Batin

BLN	Per	Tahun													
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Jan	I	194	264	38	101	146	127	125	415	108	22	51	142	21	24
	II	141	70	65	116	60	205	86	42	124	199	112	151	94	89
	III	186	95	105	85	86	56	134	145	78	166	84	47	24	215
Feb	I	193	81	14	60	149	67	115	15	5	149	71	104	176	32
	II	60	139	30	20	177	64	81	31	117	195	72	186	128	27
	III	89	46	34	19	84	26	72	54	62	44	108	123	68	84
Mar	I	183	55	121	33	182	144	2	45	57	90	93	76	58	3
	II	118	223	35	43	70	138	0	34	128	120	33	168	36	112
	III	132	67	78	125	136	14	166	88	119	125	37	160	70	60
Apr	I	69	80	202	39	98	0	99	197	156	77	94	177	4	29
	II	110	118	58	46	73	85	138	81	188	47	60	61	81	225
	III	81	48	22	72	37	66	71	46	126	178	36	105	82	59
Mei	I	78	230	39	194	89	54	31	111	112	140	205	103	125	15
	II	13	98	48	107	91	15	28	254	87	136	85	9	30	30
	III	14	59	75	38	27	74	81	366	49	5	11	140	209	30
Jun	I	4	29	13	0	98	0	58	119	113	59	0	335	44	23
	II	8	36	18	0	44	10	97	41	42	89	207	42	7	52
	III	22	218	25	1	41	0	145	76	91	58	0	69	20	0
Jul	I	0	112	28	0	45	33	149	0	64	76	116	0	3	39
	II	1	44	30	0	19	53	0	66	96	41	113	130	91	37
	III	0	6	8	30	46	5	44	83	37	5	61	147	37	62
Ags	I	0	24	66	48	116	10	17	28	62	10	3	188	0	0
	II	0	14	52	0	132	13	3	7	0	145	7	92	0	0
	III	0	0	65	0	67	24	4	33	57	260	54	77	63	7
Sep	I	1	118	22	0	160	0	16	39	57	255	0	0	1	90
	II	30	0	51	0	3	7	29	24	23	212	33	73	65	11
	III	1	215	22	0	29	45	36	13	114	94	77	82	0	0
Okt	I	3	8	27	75	52	29	3	32	2	69	62	36	0	24
	II	22	140	9	0	84	108	27	60	22	242	0	18	0	52
	III	0	72	44	0	46	278	95	112	35	48	101	112	117	76
Nov	I	31	102	70	0	170	100	175	121	43	69	41	148	97	7
	II	190	149	118	92	31	93	169	141	93	61	74	96	5	97
	III	20	160	47	79	7	92	47	217	27	115	103	112	138	6
Des	I	228	0	62	133	46	134	29	14	144	220	56	35	96	82
	II	211	135	0	52	78	17	178	119	132	132	118	10	125	145
	III	82	94	41	38	96	251	58	194	138	34	256	30	136	34

Sebelum menentukan besarnya curah hujan efektif tanaman padi dan palawija adalah sebagai berikut:

1. Uji konsistensi data hujan
2. Menentukan besarnya curah hujan rata-rata daerah
3. Menentukan besarnya curah hujan andalan R_{80} R_{50}
4. Menentukan besarnya curah hujan efektif tanaman padi dan palawija

4.1.1 Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi data hujan ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang dipakai dapat memenuhi syarat dipakai atau tidak, selain itu data hujan tersebut harus dilihat kualitas data hujannya. Cara menguji konsistensi data hujan, yaitu dengan Lengkung Kurva Massa Ganda (*Double Massa Vurve*).

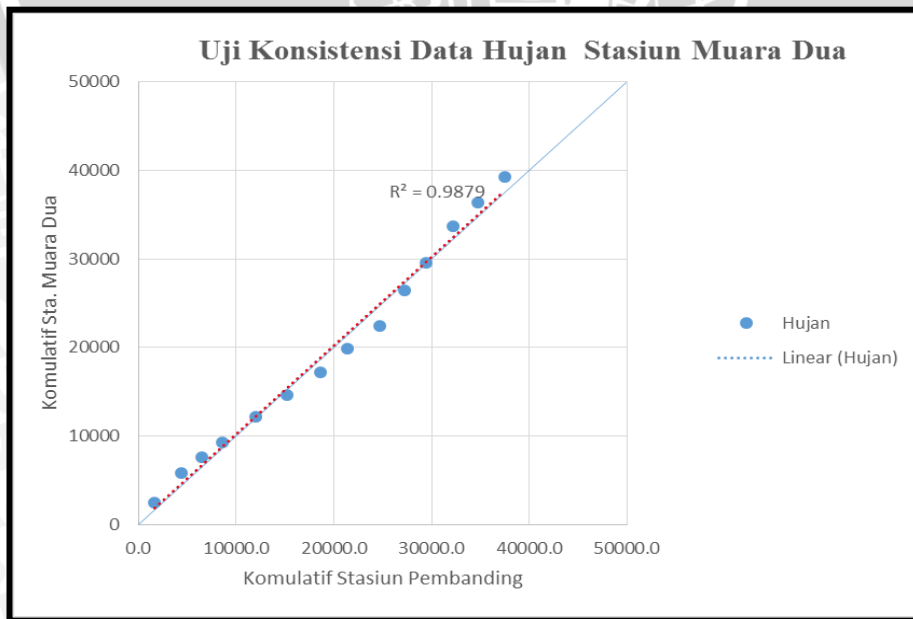
Dalam hal ini, pengujian konsistensi data dilakukan antara rata-rata penjumlahan kumulatif dari stasiun Simpang Sampang dan Negara Batin (sumbu x) terhadap penjumlahan data stasiun Muara Dua (sumbu y), rata-rata penjumlahan kumulatif dari stasiun Muaradua dan Negara Batin (sumbu x) terhadap penjumlahan data stasiun Simpang Sampang (sumbu y), serta rata-rata penjumlahan kumulatif dari stasiun Muaradua dan Simpang Campang (sumbu x) terhadap penjumlahan data Negara Batin (sumbu y).

4.1.1.1 Uji Konsistensi Data Hujan Muara Dua

Tabel 4.4 Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Muaradua

No	Tahun	Stasiun Hujan Muara Dua	Kumulatif Muara Dua	Rerata Stasiun Pemanding	Kumulatif Stasiun Pemanding
1	1994	1761	1761	1705.0	1705.0
2	1995	3349	5110	2746.5	4451.5
3	1996	1782	6892	1890.0	6341.4
4	1997	1767	8659	2057.8	8399.2
5	1998	3731	12390	3412.2	11811.4
6	1999	2437	14827	3119.2	14930.6
7	2000	2608	17724	3506.5	18437.1
8	2001	2615	20339	2759.5	21196.6
9	2002	2619	22957	3626.8	24823.4
10	2003	3931	26888	2540.0	27363.4
11	2004	2615	29102	2679.2	30042.5
12	2005	2619	31977	2476.5	32519.0
13	2006	2627	34605	2506.3	35025.3
14	2007	2946	37551	3010.0	38035.3

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.1 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Hujan Muaradua



Berdasarkan RSNI T-02-2004 persyaratan pada pengujian kurva massa ganda adalah sebagai berikut:

- a) Pos diterima jika kurva massa ganda yang terbentuk berupa garis lurus atau terjadi penyimpangan kurang dari 5° .
- b) Pos ditolak jika kurva massa ganda yang terbentuk menyimpang lebih dari 5° dari garis lurus.

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa hubungan antara rata-rata stasiun Simpang Samping dan Negara Batin terhadap stasiun Muaradua di dapat nilai korelasi $R^2 = 0.9879$ mendekati nilai 1. Namun saat dilakukan pengecekan sudut di dalam Software *Autocad* terdapat beberapa patahan terhadap garis lurus (sudutnya tidak sesuai dengan batas sudut ketentuan). Sehingga perlu dilakukan suatu koreksi agar data hujan stasiun muaradua dapat layak untuk dipakai.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa data data dari stasiun Muaradua belum layak dipakai. Karena ada data yang tidak konsisten terjadi pada stasiun Muaradua maka perlu ada perbaikan data hujan yaitu pada tahun:

1. Tahun 2000 dengan sudut patahan sebesar $= 39^{\circ}$ atau kurang dari 40°
2. Tahun 2004 dengan sudut patahan sebesar $= 39^{\circ}$ atau lebih dari 50°
3. Tahun 2005 dengan sudut patahan sebesar $= 36^{\circ}$ atau lebih dari 50°
- 4.

Tabel 4.5 Data Tahun Hujan Yang Mengalami Perbaikan Data Hujan

Tahun Koreksi	Data hujan Pengamatan	Tg a	Tg ac	Faktor Koreksi	Data Hujan Perbaikan
2000	2608	45	39	1.2349	2896
2004	2615	45	55	0.7002	2213
2005	2619	45	55	0.7002	2876

Sumber: Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan tahun 2000:

$$Fk = \left[\frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_c} \right]$$

$$Fk = \tan 45 / \tan 39$$

$$Fk = 1.2349$$

$$C = Fk \times C'$$

$$C = 1.2349 \times 2608$$

$$C = 2896 \text{ mm}$$

dengan :

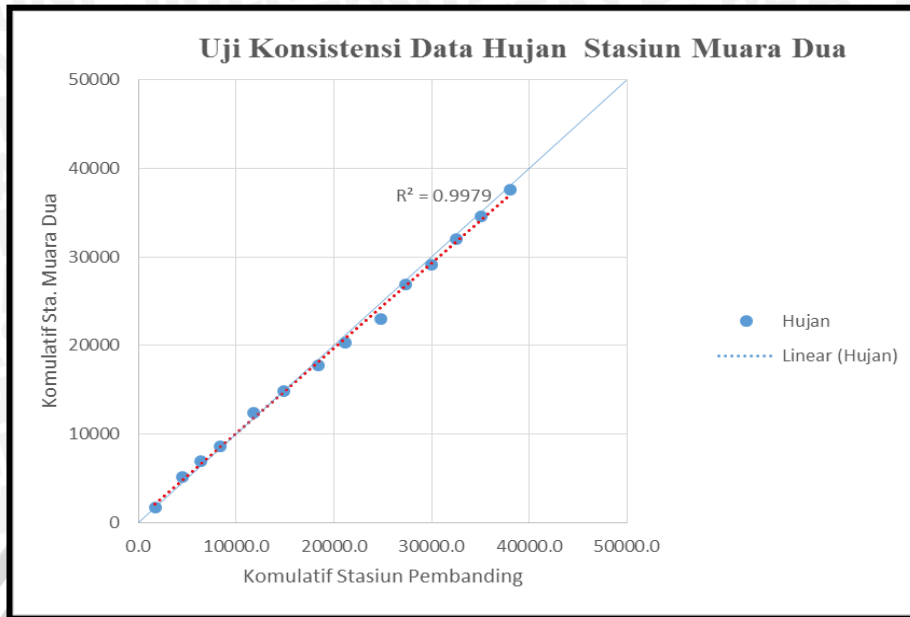
C : Data hujan yang diperbaiki (mm)

C' : Data hujan hasil pengamatan (mm)

Tg α : Kemiringan sebelum ada perubahan ($^{\circ}$)

Tg α_c : Kemiringan setelah ada perubahan ($^{\circ}$)

Berikut adalah hasil uji konsistensi data hujan stasiun Muara Dua yang sudah diperbaiki:



Gambar 4.2 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Hujan Muaradua Setelah Perbaikan.

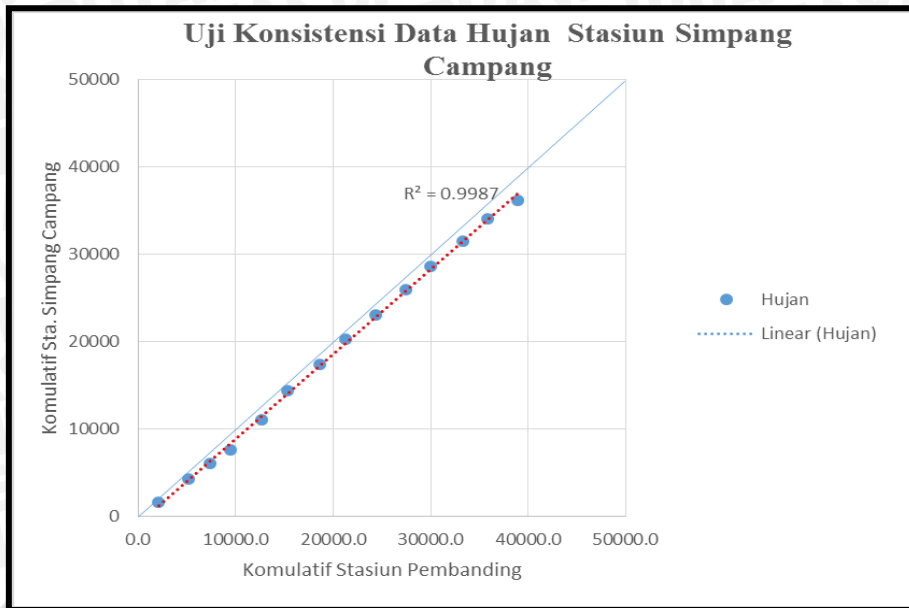
Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa hubungan antara rata-rata stasiun Simpang Campang dan Negara Batin terhadap stasiun Muara Dua di dapat nilai korelasi $R^2 = 0.9979$ mendekati nilai 1 dan tidak terjadi patahan pola terhadap garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data data dari stasiun Muaradua telah layak dipakai.

4.1.1.2 Uji Konsistensi Data Hujan Simpang Campang

Tabel 4.6 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Simpang Campang

No	Tahun	Stasiun Hujan Simpang Campang	Kumulatif Simpang Campang	Rerata Stasiun Pemanding	Kumulatif Stasiun Pemanding
1	1994	1764	1764	1703.5	1703.5
2	1995	2578	4342	3132.0	4835.5
3	1996	1782	5685	2109.5	6945.0
4	1997	1767	7452	2057.8	9002.8
5	1998	3361	10814	3597.0	12599.7
6	1999	3330	14144	2672.5	15272.2
7	2000	3026	17170	3441.7	18714.0
8	2001	2885	20055	2624.5	21338.5
9	2002	2867	23724	3101.3	24439.8
10	2003	2829	26553	3091.0	27530.8
11	2004	2719	30034	2045.7	29576.5
12	2005	2347	32381	2740.9	32317.3
13	2006	2632	35013	2503.9	34821.3
14	2007	2099	37605	3187.2	38008.4

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.3 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Hujan Simpang Campang

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa hubungan antara rata-rata stasiun Muaradua dan Negara Batin terhadap stasiun Simpang Campang di dapat nilai korelasi $R^2 = 0.9987$ mendekati nilai 1. Namun saat dilakukan pengecekan sudut di dalam Software *Autocad* terdapat beberapa patahan terhadap garis lurus (sudutnya tidak sesuai dengan batas sudut ketentuan). Sehingga perlu dilakukan suatu koreksi agar data hujan stasiun Simpang Campang dapat layak untuk dipakai.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa data data dari stasiun Simpang Campang belum layak dipakai. Karena ada data yang tidak konsisten terjadi pada stasiun Simpang Campang maka perlu ada perbaikan data hujan yaitu pada tahun:

1. Tahun 1996 dengan sudut patahan sebesar = 53^0 atau lebih dari 50^0
2. Tahun 2002 dengan sudut patahan sebesar = 38^0 atau kurang dari 40^0
3. Tahun 2004 dengan sudut patahan sebesar = 38^0 atau kurang dari 40^0
4. Tahun 2007 dengan sudut patahan sebesar = 39^0 atau kurang dari 40^0

Tabel 4.7 Data Tahun Hujan Yang Mengalami Perbaikan Data Hujan

Tahun Koreksi	Data hujan Pengamatan	Tg a	Tg a _c	Faktor Koreksi	Data Hujan Perbaikan
1996	1782	45	53	0.7536	1343
2002	2867	45	38	1.2799	3670
2004	2719	45	38	1.2799	3480
2007	2099	45	39	1.2349	2592

Sumber: Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan tahun 1996:

$$Fk = \left[\frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_c} \right]$$

$$C = Fk \times C'$$

$$Fk = \tan 45 / \tan 53$$

$$C = 0.7536 \times 1782$$

$$Fk = 0.7536$$

$$C = 1343 \text{ mm}$$

dengan :

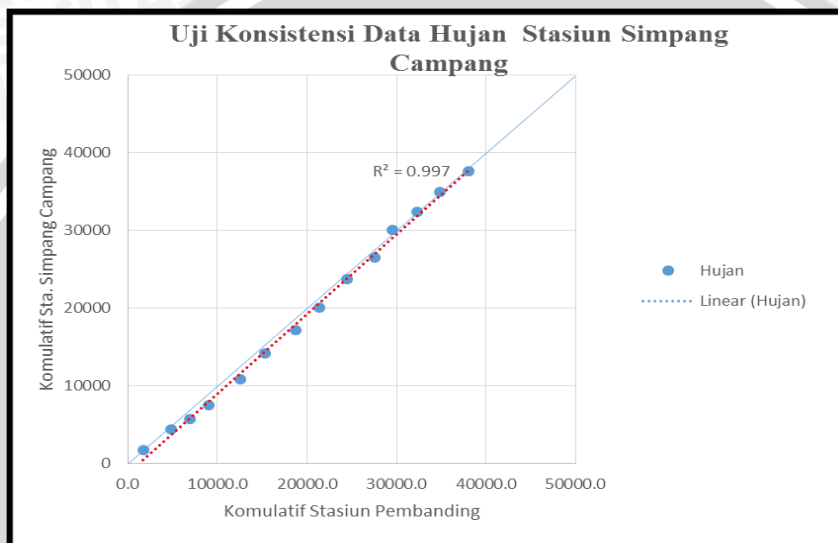
C : Data hujan yang diperbaiki (mm)

C' : Data hujan hasil pengamatan (mm)

Tg α : Kemiringan sebelum ada perubahan (°)

Tg α_c : Kemiringan setelah ada perubahan (°)

Berikut adalah hasil uji konsistensi data hujan stasiun Simpang Campang yang sudah diperbaiki:



Gambar 4.4 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Hujan Simpang Campang Setelah Perbaikan

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa hubungan antara rata-rata stasiun Muaradua dan Negara Batin terhadap stasiun Simpang Campang di dapat nilai korelasi $R^2 = 0.997$ mendekati nilai 1 dan tidak terjadi patahan pola terhadap garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data data dari stasiun Simpang Campang telah layak dipakai.

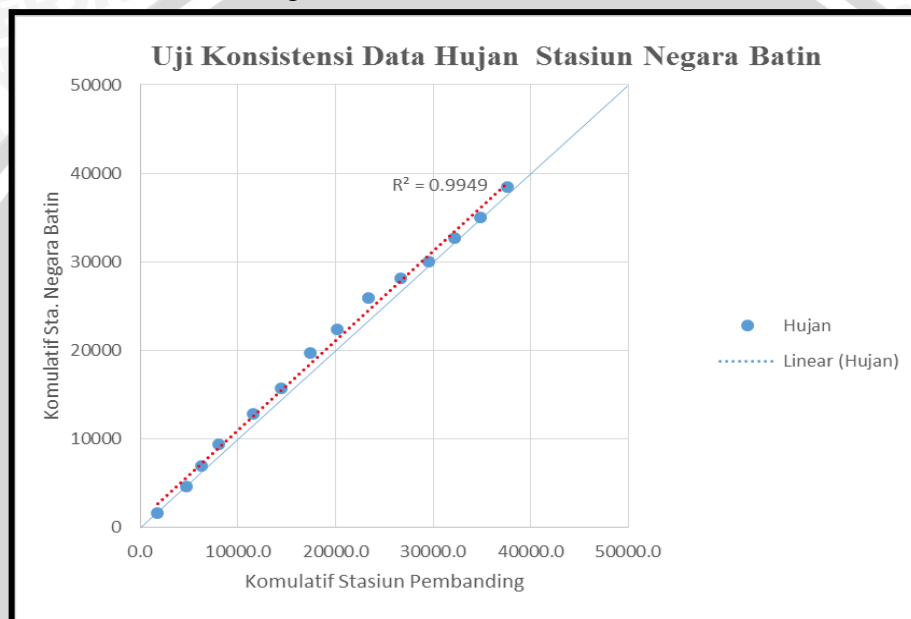
4.1.1.3 Uji Konsistensi Data Hujan Negara Batin

Tabel 4.8 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Hujan Negara Batin

No	Tahun	Stasiun Hujan Tanjung Raya	Kumulatif Tanjung Raya	Rerata Stasiun Pemanding	Kumulatif Stasiun Pemanding
1	1994	1646	1646	1762.5	1762.5
2	1995	2915	4561	2963.5	4726.0
3	1996	2437	6998	1562.5	6288.4
4	1997	2348	9346	1767.3	8055.7
5	1998	3463	12809	3546.2	11601.9
6	1999	2908	15717	2883.7	14485.6
7	2000	3987	19704	2961.2	17446.8

No	Tahun	Stasiun Hujan Tanjung Raya	Kumulatif Tanjung Raya	Rerata Stasiun Pembanding	Kumulatif Stasiun Pembanding
8	2001	2634	22338	2750.0	20196.8
9	2002	3584	25922	3144.1	23340.9
10	2003	2251	28173	3380.0	26720.9
11	2004	1878	30051	2846.8	29567.7
12	2005	2606	32657	2611.3	32179.1
13	2006	2380	35038	2629.8	34808.9
14	2007	3428	38466	2769.2	37578.1

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.5 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Hujan Negara Batin

Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa hubungan antara rata-rata stasiun Muaradua dan Simpang Sampang terhadap stasiun Negara Batin di dapat nilai korelasi $R^2 = 0.9949$ mendekati nilai 1 dan tidak terjadi patahan pola terhadap garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data data dari stasiun Negara Batin layak dipakai.

4.1.2 Curah Hujan Rata-Rata Daerah

Data curah hujan dan debit merupakan data yang paling fundamental dalam perencanaan atau penelitian pembuatan waduk. Perlunya menghitung curah hujan daerah adalah untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir (Sosrodarsono & Takeda, 2003). Ada tiga cara dalam menentukan tinggi curah hujan rata-rata daerah yaitu dengan cara:

1. Metode Rata-Rata Hitung (*arithmetic mean*)
2. Metode *Polygon Thiessen*
3. Metode Isohyet

Dalam menganalisa data curah hujan, metode curah hujan rata-rata daerah yang dipergunakan adalah metode rata-rata hitung dengan mempertimbangkan hal-hal berikut:

1. Jumlah stasiun hujan yang mewakili tersebar merata.
2. Topografi DAS datar.

Perhitungan curah hujan rata-rata daerah dengan menggunakan metode rata-rata hitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{d} = \frac{1}{n} (d_1 + d_2 + \dots + d_n) = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

Contoh Perhitungan :

Diketahui : Curah hujan bulan Januari Tahun 1994 Periode I

- Stasiun Muara Dua : 136 mm
- Stasiun Simpang Campang : 106 mm
- Stasiun Negara Batin : 194 mm

Maka :

$$\begin{aligned} \bar{d} &= \frac{1}{3} (136 + 106 + 194) \\ &= 145 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel Tabel berikut.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Data Curah Hujan Rerata Tiga Stasiun Metode Rata-Rata Hitung (*arithmetic mean*)

Bulan	Per	Tahun													
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Jan	I	145	224	57	148	146	120	128	213	72	70	92	135	78	99
	II	105	63	60	103	75	193	90	67	189	134	84	104	152	141
	III	139	92	81	56	99	109	141	172	114	176	104	57	64	192
Feb	I	197	74	26	47	135	60	119	83	22	172	103	95	99	166
	II	39	131	28	43	150	104	91	140	151	183	63	138	119	127
	III	50	54	50	47	69	76	83	69	45	69	65	113	105	101
Mar	I	176	108	118	35	150	130	12	48	38	36	106	125	91	85
	II	76	180	34	54	109	136	29	40	130	115	51	142	118	115
	III	91	60	63	99	76	37	153	66	166	144	67	128	86	89
Apr	I	45	73	141	30	86	20	129	114	155	69	113	81	30	59
	II	97	94	45	33	65	82	126	57	138	143	52	40	72	117
	III	93	39	16	51	70	57	85	32	101	148	55	83	77	87
Mei	I	59	177	28	128	96	75	47	52	129	112	91	65	60	42
	II	7	90	40	74	117	40	63	134	64	86	55	29	15	64
	III	9	51	56	39	121	81	82	212	33	34	117	75	104	20

Bulan	Per	Tahun													
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Jun	I	28	49	16	0	99	16	56	84	88	34	31	131	50	25
	II	20	41	21	0	44	15	77	33	25	55	82	96	66	57
	III	12	173	20	1	33	3	111	38	38	122	52	58	74	22
Jul	I	0	88	26	0	68	54	122	6	58	48	62	10	2	22
	II	1	61	30	0	36	52	11	38	64	42	140	90	39	34
	III	0	15	11	20	114	4	50	44	25	6	47	100	41	35
Ags	I	0	18	48	51	141	12	72	45	58	6	8	92	11	16
	II	0	9	45	16	141	16	8	20	63	90	15	61	27	23
	III	0	0	50	0	92	33	6	39	69	150	61	74	44	15
Sep	I	1	117	21	9	125	9	15	41	43	134	32	12	1	57
	II	17	0	46	9	18	36	24	34	16	118	35	74	57	32
	III	1	177	22	9	72	46	74	61	70	101	83	50	24	0
Okt	I	2	35	37	68	51	54	7	72	21	63	48	85	0	13
	II	12	129	18	15	114	100	56	77	22	216	14	80	21	58
	III	0	102	40	28	74	260	110	93	23	149	85	93	131	82
Nov	I	35	77	70	0	192	96	152	118	35	112	74	80	41	71
	II	119	122	90	61	49	114	152	158	154	68	71	91	45	58
	III	24	142	42	132	34	89	78	173	145	83	176	99	103	80
Des	I	150	51	50	178	76	129	30	42	125	127	107	24	124	85
	II	170	112	35	65	95	51	171	112	154	92	133	60	171	117
	III	93	65	55	25	105	228	82	160	221	77	202	65	159	66

4.1.3 Curah Hujan Andalan

Curah hujan andalan adalah curah hujan rerata daerah dengan probabilitas yang sudah ditentukan dan biasanya curah hujan untuk keperluan irigasi ditetapkan 80 % atau kemungkinan tak terpenuhi 20 %. Curah hujan andalan digunakan untuk menentukan curah hujan efektif untuk pertumbuhan tanaman. Langkah-langkah dalam penentuan curah hujan andalan yaitu:

1. Urutkan data curah hujan rerata daerah bulanan dari kecil ke besar.
2. Tentukan curah hujan andalan dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{n}{5} + 1 \text{ (untuk keandalan Pada Padi, } n = 14)$$

$$R = \frac{n}{2} + 1 \text{ (untuk keandalan Pada Palawija, } n = 14)$$

Contoh Perhitungan :

Diketahui : - Data rekapitulasi curah hujan rerata 3 stasiun yang telah diurutkan dari kecil ke besar tiap periode.

- Menentukan curah hujan andalan dengan rumus yang telah tersedia

Maka :

$$\begin{aligned} R_{80} &= \frac{n}{\frac{100\%}{(100\% - 80\%)}} + 1 \\ &= \frac{14}{5} + 1 \\ &= 3,8 \sim 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{50} &= \frac{n}{\frac{100\%}{(100\% - 50\%)}} + 1 \\ &= \frac{14}{2} + 1 \\ &= 8 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel Tabel 4.10.

4.1.4 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah bagian dari keseluruhan curah hujan yang secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman. Apabila curah hujan yang turun intensitasnya rendah, maka jumlah air tersedia tidak mencukupi untuk pertumbuhan tanaman. Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman ditentukan per 10 harian bulanan. Untuk tanaman padi dan palawija nilai curah hujan efektifnya dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Re padi} = (0.7 \times R_{80}) / n$$

$$\text{Re palawija} = (0.5 \times R_{50}) / n$$

Dengan :

$$\text{Re} = \text{curah hujan efektif (mm)}$$

$$R_{80} = \text{curah hujan rancangan probabilitas 80 \% (mm)}$$

$$R_{50} = \text{curah hujan rancangan probabilitas 50 \% (mm)}$$

$$n = \text{Jumlah hari pada periode tersebut}$$

Langkah-langkah dalam menentukan curah hujan efektif yaitu :

1. Menentukan curah hujan andalan per 10 harian dalam tiap bulannya.
2. Menghitung curah hujan efektif dengan rumus:

- Contoh perhitungan

Curah hujan andalan R_{80} Bulan Januari Periode I

Curah hujan andalan $R_{80} = 54.0$ mm

$$\begin{aligned} \text{Re padi} &= (0.7 \times R_{80}) \\ &= (0.7 \times 56.985) / 10 \\ &= 5,46 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Re palawija} &= (0.5 \times R_{50}) \\ &= (0.5 \times 128.302) / 10 \\ &= 8,98 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.10 Curah Hujan Andalan

Urutan	Jan			Feb			Mar			Apr			Mei			Jun			Jul			Ags			Sep			Okt			Nop			Des		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	57	60	56	22	28	45	12	29	37	20	33	16	28	7	9	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0	0	45	24	24	35	25	
2	70	63	57	26	39	47	35	34	60	30	40	32	42	15	20	16	15	3	0	1	4	6	8	0	1	9	1	2	14	23	35	49	34	30	51	55
3	72	67	64	47	43	50	36	40	63	30	45	39	47	29	33	16	20	12	2	11	6	8	9	0	9	16	9	7	15	28	35	58	42	42	60	65
4	78	75	81	60	63	50	38	51	66	45	52	51	52	40	34	25	21	20	6	30	11	11	15	6	9	17	22	13	18	40	41	61	78	50	65	65
5	92	84	92	74	91	54	48	54	67	59	57	55	59	40	39	28	25	22	10	34	15	12	16	15	12	18	24	21	21	74	70	68	80	51	92	66
6	99	90	99	83	104	65	85	76	76	69	65	57	60	55	51	31	33	33	22	36	20	16	16	33	15	24	46	35	22	82	71	71	83	76	95	77
7	120	103	104	95	119	69	91	109	86	73	72	70	65	63	56	34	41	38	26	38	25	18	20	39	21	32	50	37	56	85	74	90	89	85	112	82
8	128	104	109	99	127	69	106	115	89	81	82	77	75	64	75	49	44	38	48	39	35	45	23	44	32	34	61	48	58	93	77	91	99	107	112	93
9	135	105	114	103	131	69	108	115	91	86	94	83	91	64	81	50	55	52	54	42	41	48	27	50	41	35	70	51	77	93	80	114	103	124	117	105
10	145	134	139	119	138	76	118	118	99	113	97	85	96	74	82	56	57	58	58	52	44	51	45	61	43	36	72	54	80	102	96	119	132	125	133	159
11	146	141	141	135	140	83	125	130	128	114	117	87	112	86	104	84	66	74	62	61	47	58	61	69	57	46	74	63	100	110	112	122	142	127	154	160
12	148	152	172	166	150	101	130	136	144	129	126	93	128	90	117	88	77	111	68	64	50	72	63	74	117	57	83	68	114	131	118	152	145	129	170	202
13	213	189	176	172	151	105	150	142	153	141	138	101	129	117	121	99	82	122	88	90	100	92	90	92	125	74	101	72	129	149	152	154	173	150	171	221
14	224	193	192	197	183	113	176	180	166	155	143	148	177	134	212	131	96	173	122	140	114	141	141	150	134	118	177	85	216	260	192	158	176	178	171	228
R80	78	75	81	60	63	50	38	51	66	45	52	51	52	40	34	25	21	20	6	30	11	11	15	6	9	17	22	13	18	40	41	61	78	50	65	65
R50	128	104	109	99	127	69	106	115	89	81	82	77	75	64	75	49	44	38	48	39	35	45	23	44	32	34	61	48	58	93	77	91	99	107	112	93

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.11 Curah Hujan Efektif

R eff	Jan			Feb			Mar			Apr			Mei			Jun			Jul			Agt			Sep			Okt			Nov			Des		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Padi	5.5	5.3	5.2	4.2	4.4	3.9	2.7	3.6	4.2	3.2	3.7	3.6	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.4	0.4	2.1	0.7	0.8	1.0	0.4	0.6	1.2	1.5	0.9	1.2	2.5	2.9	4.2	5.4	3.5	4.5	4.1
Palawija	9.0	7.3	6.9	7.0	8.9	5.4	7.4	8.1	5.7	5.7	5.7	5.4	5.3	4.5	4.8	3.4	3.1	2.7	3.4	2.7	2.2	3.1	1.6	2.8	2.3	2.4	4.2	3.4	4.1	5.9	5.4	6.3	6.9	7.5	7.8	5.9

Sumber: Hasil Perhitunga

4.2 Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Air irigasi adalah sejumlah air yang umumnya diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi, guna menjaga keseimbangan air di lahan pertanian (Suhardjono, 1994:6). Jumlah kebutuhan air guna memenuhi kebutuhan air irigasi dapat ditentukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Menghitung evapotranspirasi potensial
2. Menentukan jenis pola tata tanam
3. Menentukan koefisien tanaman
4. Memperkirakan laju perkolasi lahan yang dipakai
5. Menghitung kebutuhan air untuk penyiapan lahan
6. Memperkirakan kebutuhan air untuk penggantian lapisan air
7. Menentukan efisiensi irigasi
8. Menghitung kebutuhan air irigasi

4.2.1. Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi adalah besarnya air yang di diperlukan oleh tanaman untuk proses evaporasi dan transpirasi pada perakaran tanaman. Besarnya evapotranspirasi diperlukan oleh beberapa faktor, yaitu suhu (t), kelembaban relatif (R_h), kecerahan matahari (n/N), kecepatan angin (u), dan posisi geografi lokasi yang ditinjau.

Data Klimatologi di Kabupaten Oku Selatan pada tahun 2014 dapat dilihat pada tabel berikut:

Bulan	Temperatur (t) ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembapan Relatif (R_h) (%)	Kecepatan Angin (u) (m/dt)	Kecerahan Matahari (n/N)(%)
Januari	26.76	87.74	2.02	35.94
Pebruari	27.05	85.68	2.06	46.32
Maret	27.50	85.52	1.61	55.52
April	27.53	87.13	1.46	53.00
Mei	27.69	85.81	1.39	53.16
Juni	28.28	80.77	1.54	65.10
Juli	26.66	84.74	1.61	41.45
Agustus	27.11	81.71	2.17	61.77
September	27.30	81.77	2.07	53.07
Oktober	27.72	80.81	1.86	50.03
November	27.35	84.47	1.51	46.33
Desember	26.61	87.45	2.74	21.77

Sumber: Data

Besarnya evapotranspirasi potensial pada studi ini dihitung menggunakan metode penman modifikasi, sebagai contoh perhitungan diambil data Klimatologi pada bulan Januari sebagai berikut:

- Suhu Rerata (t) = 26.76 °C

Untuk suhu tersebut dari tabel 2.2. diperoleh:

- ea = 31.478 mbar
- w = 0.763
- f(t) = 16,052

- Kelembaban relatif (Rh) = 87,74 %
- Kecepatan angin (u) = 2,02 m/detik
- Kecerahan matahari (n/N) = 35.94 %
- Radiasi gelombang pendek yang memasuki batas luar atmosfer atau angka angot (Ra) untuk kedudukan 4° 14' - 4° 55' LS dari tabel 2.1 diperoleh 15.590 mm/hari.

Dari data-data tersebut dapat dihitung besarnya evapotranspirasi potensial dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. ed = ea x Rh

$$= 31.40 \times (94.68/100)$$

$$= 34.748 \text{ mbar}$$

2. perbedaan tekanan uap jenuh dengan dengan tekanan uap yang sebenarnya adalah:

$$(ea-ed) = 31.748 - 30.488$$

$$= 4.260 \text{ mbar}$$

3. Nilai fungsi tekanan uap adalah

$$f(ed) = 0.34 - (0.044 \times (ed)^{0.5})$$

$$= 0.34 - (0.044 \times 34.748^{0.5})$$

$$= 0.34 - (0.044 \times 5.45)$$

$$= 0.097$$

4. Besarnya nilai radiasi gelombang pendek adalah

$$R_s = (0.25 + 0.54 \times (n/N)) \times R_a$$

$$= (0.25 + 0.54 \times (0.3594)) \times 15.590$$

$$= (0.25 + 0.194) \times 15.590$$

$$= 3.028 \text{ mm/hari}$$

5. Besarnya nilai fungsi kecerahan berdasarkan nilai kecerahan matahari adalah

$$\begin{aligned} f(n/N) &= 0.1 + (0.9 \times (n/N)) \\ &= (0.1 + (0.9 \times (0.3594))) \\ &= 0.423 \end{aligned}$$

6. Besarnya nilai fungsi kecerahan berdasarkan nilai kecerahan matahari adalah

$$\begin{aligned} f(u) &= 0.27 \times (1 + (0.864 \times u)) \\ &= (0.27 \times (1 + (0.864 \times 2.02))) \\ &= 0.741 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

7. Besarnya nilai radiasi bersih gelombang panjang adalah

$$\begin{aligned} Rn_1 &= f(t) \times f(ed) \times f(n/N) \\ &= 16,052 \times 0.097 \times 0,423 \\ &= 0.660 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

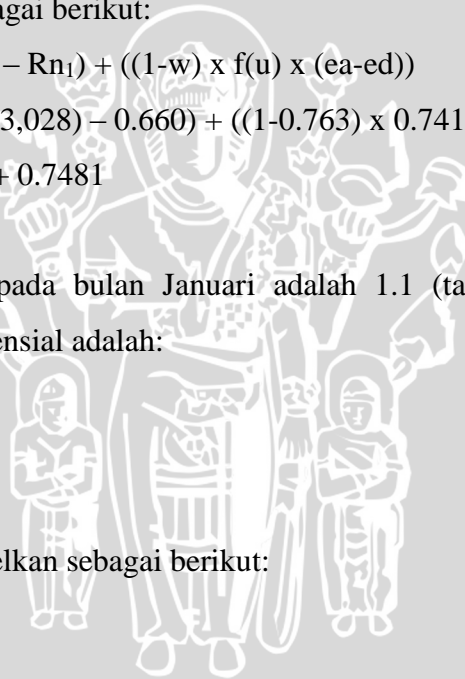
8. Mencari nilai Eto* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Eto^* &= w \times ((0.75 \times R_s) - Rn_1) + ((1-w) \times f(u) \times (ea-ed)) \\ &= 0.763 \times ((0.75 \times 3,028) - 0.660) + ((1-0.763) \times 0.741 \times (4,260)) \\ &= (0.763 \times 1,611) + 0.7481 \\ &= 1,979 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

9. Angka koreksi penman (c) pada bulan Januari adalah 1.1 (tabel 2.3) sehingga besarnya evapotranspirasi potensial adalah:

$$\begin{aligned} Eto &= c \times Eto^* \\ &= 1.1 \times 1,979 \\ &= 2.176 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:



Tabel 4.12 Perhitungan Evaporasi Potensial

No	Uraian	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Dec
I Data														
1	Temperatur (t)	(°C)	26.76	27.05	27.50	27.53	27.69	28.28	26.66	27.11	27.30	27.72	27.35	26.61
2	Kecepatan Angin (u)	m/det	2.02	2.06	1.61	1.46	1.39	1.54	1.61	2.17	2.07	1.86	1.51	2.74
3	Kelembapan Relatif (Rh)	%	87.74	85.68	85.52	87.13	85.81	80.77	84.74	81.71	81.77	80.81	84.47	87.45
4	Kecerahan Matarari (n/N)	%	35.94	46.32	55.52	53.00	53.16	65.10	41.45	61.77	53.07	50.03	46.33	21.77
II Analisa Perhitungan														
5	Nilai Angot (Ra)	mm/hari	15.590	15.860	15.600	14.840	13.680	13.080	13.310	14.210	15.070	15.630	15.590	15.490
6	Tekanan Uap Jenuh (ea)	mbar	34.748	35.763	36.720	37.220	37.134	37.794	34.956	35.897	37.795	37.198	37.148	34.851
7	Tekanan Uap Nyata (ed = ea*Rh)		30.488	30.641	31.403	32.429	31.864	30.526	29.622	29.331	30.905	30.060	31.378	30.477
8	w		0.763	0.766	0.777	0.772	0.772	0.775	0.762	0.766	0.768	0.772	0.769	0.761
9	1 - w		0.237	0.234	0.223	0.228	0.228	0.225	0.238	0.234	0.232	0.228	0.232	0.239
10	Fungsi Suhu f(t)		16.052	16.110	16.200	16.206	16.238	16.299	16.032	16.122	16.160	16.244	16.170	16.022
11	Radiasi Gelombang Pendek (Rs)	mm/hari	3.028	3.970	4.680	4.250	3.930	4.601	2.982	4.742	4.321	4.225	3.903	1.823
12	Perbedaan Tekan Uap Jenuh dengan tekanan uap (ae-ed)	mbar	4.260	5.121	5.317	4.790	5.269	7.268	5.334	6.565	6.890	7.138	5.769	4.374
13	Fungsi Tekanan Uap f(ed)	mbar	0.097	0.096	0.093	0.089	0.092	0.097	0.101	0.102	0.095	0.099	0.094	0.097
14	Fungsi Kecerahan Matahari f(n/N)		0.423	0.517	0.600	0.577	0.578	0.686	0.473	0.656	0.578	0.550	0.517	0.296
15	Fungsi Angin F(u)	m/det	0.741	0.751	0.646	0.611	0.594	0.629	0.646	0.776	0.753	0.704	0.622	0.909
16	Radiasi Bersih Gelombang Panjang (Rn1 = F(t)*f(ed)*f(n/N)	mm/hari	0.660	0.803	0.908	0.836	0.861	1.083	0.762	1.076	0.890	0.883	0.782	0.460
17	ET* = w*(0.75Ra - Rn1) + (1-w)*f(u)*(ae-ed)	mm/hari	1.979	2.566	2.787	2.482	2.325	2.864	1.943	3.093	3.009	2.910	2.480	1.641
18	Angka Koreksi (c)		1.100	1.100	1.100	0.900	0.900	0.900	0.900	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100
19	Eto = ET* x c	mm/hari	2.176	2.822	3.066	2.233	2.092	2.577	1.749	3.093	3.310	3.201	2.728	1.805

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.2. Pola Tata Tanam

Pengaturan pola tata tanam diperlukan untuk memudahkan pengelolaan air agar air tanaman yang dibutuhkan tidak melebihi air yang tersedia, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Dalam studi ini direncanakan dengan susunan pola tata tanam Padi – Padi – Palawija.



Gambar 4.6 Rencana Pola Tata Tanam

4.2.3. Koefisien Tanaman

Besarnya koefisien tanaman untuk setiap jenis tanaman akan berbeda-beda yang besarnya berubah setiap periode pertumbuhan tanaman itu sendiri. Koefisien tanaman merupakan angka pengali untuk menjadikan evapotranspirasi potensi menjadi kebutuhan air tanaman. Besarnya koefisien tanaman sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman, varietas tanaman dan umur tanaman. Tanaman yang ditanam yaitu terdiri dari tanaman padi, palawija jenis jagung, dan tebu. Untuk mengetahui koefisien masing-masing tanaman dapat dilihat pada Tabel 2.10 samapi dengan Tabel 2.11.

4.2.4. Pergantian Lapisan Air (*Water Layer Requirement*)

Pergantian lapisan air erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Beberapa saat setelah penanaman, air yang digenangkan di permukaan sawah akan kotor dan mengandung zat-zat yang tidak lagi diperlukan tanaman, bahkan akan merusak. Air genangan ini perlu dibuang agar tidak merusak tanaman di lahan. Air genangan yang dibuang perlu diganti dengan air baru yang bersih. Tinggi genangan yang diperlukan dalam penggantian lapisan air sebesar 50 mm selama 40 hari dan diberikan saat 1 bulan setelah masa transplantasi.

$$\begin{aligned} \text{WLR} &= \frac{C}{n} \\ &= \frac{50}{40} \\ &= 1,250 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

4.2.5. Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan merupakan pengolahan tanah selama 20 - 30 hari sebelum masa tanam padi. Perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan pada bulan Januari sebagai berikut:

Data-data yang diketahui adalah sebagai berikut:

- Evapotranspirasi potensial (Eto) pada bulan Januari = 2.176 mm/hari (tabel 4.14)
- Perkolasi (P) = 2 mm/hari
- Jangka waktu penyiapan lahan (T) = 30 hari
- Kebutuhan Air untuk penjemuran (S) = 250 mm

Dari data-data tersebut dapat dihitung besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan pada bulan Januari dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mencari nilai evaporasi terbuka:

$$\begin{aligned} E_o &= E_{to} \times 1.1 \\ &= 2.176 \times 1.1 \\ &= 2.393 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

2. Mencari kebutuhan air pengganti akibat evaporasi dan perkolasi:

$$\begin{aligned} M &= E_o + P \\ &= 2.494 + 2.00 \\ &= 4.394 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

3. Mencari nilai k:

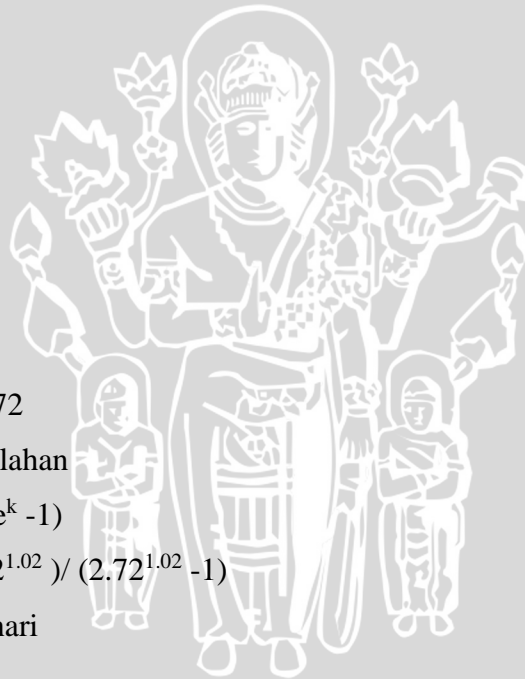
$$\begin{aligned} k &= M/T \\ &= (4.394 \times 30) / 250 \\ &= 0.527 \end{aligned}$$

4. Bilangan natural (e) = 2.72

5. Kebutuhan air penyiapan lahan

$$\begin{aligned} (PL) &= (M \times e^k) / (e^k - 1) \\ &= (8.51 \times 2.72^{1.02}) / (2.72^{1.02} - 1) \\ &= 10.72 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut.



Tabel 4.13 Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

Bulan	Periode	Hari	Eto mm/hari	Eo mm/hari	Perkolasi mm/hari	M mm/hari	K	PL mm/hari
Januari	I	10	2.176	2.394	2.00	4.394	0.527	10.72
	II	10	2.176	2.394	2.00	4.394	0.527	10.72
	III	11	2.176	2.394	2.00	4.394	0.527	10.72
Februari	I	10	2.822	3.104	2.00	5.104	0.613	11.15
	II	10	2.822	3.104	2.00	5.104	0.613	11.15
	III	8	2.822	3.104	2.00	5.104	0.613	11.15
Maret	I	10	3.066	3.373	2.00	5.373	0.645	11.31
	II	10	3.066	3.373	2.00	5.373	0.645	11.31
	III	11	3.066	3.373	2.00	5.373	0.645	11.31
April	I	10	2.233	2.457	2.00	4.457	0.535	10.76
	II	10	2.233	2.457	2.00	4.457	0.535	10.76
	III	10	2.233	2.457	2.00	4.457	0.535	10.76
Mei	I	10	2.092	2.302	2.00	4.302	0.516	10.67
	II	10	2.092	2.302	2.00	4.302	0.516	10.67
	III	11	2.092	2.302	2.00	4.302	0.516	10.67
Juni	I	10	2.577	2.835	2.00	4.835	0.580	10.98
	II	10	2.577	2.835	2.00	4.835	0.580	10.98
	III	10	2.577	2.835	2.00	4.835	0.580	10.98
Juli	I	10	1.749	1.924	2.00	3.924	0.471	10.45
	II	10	1.749	1.924	2.00	3.924	0.471	10.45
	III	11	1.749	1.924	2.00	3.924	0.471	10.45
Agustus	I	10	3.093	3.402	2.00	5.402	0.648	11.33
	II	10	3.093	3.402	2.00	5.402	0.648	11.33
	III	11	3.093	3.402	2.00	5.402	0.648	11.33
September	I	10	3.310	3.640	2.00	5.640	0.677	11.47
	II	10	3.310	3.640	2.00	5.640	0.677	11.47
	III	10	3.310	3.640	2.00	5.640	0.677	11.47
Oktober	I	10	3.201	3.521	2.00	5.521	0.663	11.40
	II	10	3.201	3.521	2.00	5.521	0.663	11.40
	III	11	3.201	3.521	2.00	5.521	0.663	11.40
November	I	10	2.728	3.000	2.00	5.000	0.600	11.08
	II	10	2.728	3.000	2.00	5.000	0.600	11.08
	III	10	2.728	3.000	2.00	5.000	0.600	11.08
Desember	I	10	1.805	1.985	2.00	3.985	0.478	10.48
	II	10	1.805	1.985	2.00	3.985	0.478	10.48
	III	11	1.805	1.985	2.00	3.985	0.478	10.48

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.6. Efisiensi Irigasi

Agar air yang sampai pada tanaman tepat jumlahnya seperti yang direncanakan maka air yang dikeluarkan dari pintu pengambilan harus lebih besar dari dari kebutuhan yang sudah diperhitungkan. Besarnya nilai efisiensi irigasi ini dipengaruhi oleh jumlah air yang hilang selama di perjalanan. Efisiensi kehilangan air pada saluran primer, sekunder, dan tersier berbeda-beda pada daerah irigasi. Besarnya Kehilangan air di tingkat saluran primer

sebesar 90%, saluran sekunder sebesar 90%, dan saluran tersier 80%. Sehingga efisiensi irigasi total sebesar 65%.

4.2.7. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

Dalam mencari besarnya kebutuhan air irigasi untuk tanaman, dilakukan analisa kebutuhan air yang dipengaruhi oleh faktor evapotranspirasi potensial, curah hujan efektif, perkolasi, koefisien tanaman, pengolahan lahan, efisiensi irigasi, dan faktor lainnya yang berpengaruh terhadap kebutuhan air irigasi.

Berikut merupakan contoh perhitungan kebutuhan air irigasi berdasarkan pola tata tanam pada bulan November periode I

Data-data yang diketahui ialah:

- Tanaman padi berumur 100 hari
- Tanaman palawija (jagung) berumur 100 hari
- Sistem pembagian pola tata tanam berdasarkan 10 harian
- Koefisien tanaman padi menggunakan varietas biasa
- Koefisien tanaman palawija menggunakan varietas biasa
- Evapotranspirasi potensial (*ET_o*) sebesar 2.728 mm/hari (Tabel 4.14)
- Penyiapan lahan sebesar 11.08 mm/hari (Tabel 4.15)
- Waktu penggantian lapisan air (*WLR*) sebesar 1.250 mm/hari selama 40 hari
- Curah hujan efektif untuk tanaman padi sebesar 4,02 mm/hari (Tabel 4.11)
- Curah hujan efektif untuk tanaman palawija sebesar 6,95 mm/hari (Tabel 4.11)
- Jangka waktu penyiapan lahan (*PL*) yaitu selama 30 hari
- Nilai perkolasi tanah sebesar 2 mm/hari

Selanjutnya kebutuhan air irigasi dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menggambar PTT sesuai dengan jenis tanaman dan waktu mulai tanam tanaman padi dan tanaman palawija (jagung).
2. Menentukan koefisien (*K_c*) masing-masing tanaman sesuai dengan periode umur tanaman padi dan tanaman palawija (jagung)
3. Menghitung rerata koefisien tanaman dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Rerata koefisien tanaman} &= \frac{\text{koefisien}}{\text{jumlah koefisien}} \\ &= \frac{1.200 + 0 + 0}{1} \\ &= 1.200 \end{aligned}$$

4. Memasukkan harga evapotranspirasi potensial dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode Penman modifikasi (Tabel 4.14). Harga evapotranspirasi potensial pada bulan November periode I sebesar 2,728 mm/hari

5. Menghitung penggunaan air konsumtif (*PAK*) dengan rumus :

$$\begin{aligned} PAK \text{ tanaman} &= \text{Rerata koefisien tanaman} \times ETo \\ &= 1,20 \times 2,728 \\ &= 3.270 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

6. Menentukan rasio luas penggunaan air konsumtif tanaman (*PAK*) = 0.170

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Air Tanaman} &= PAK \times \text{rasio luas } PAK \\ &= 3.270 \times 0.170 \\ &= 0.550 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

8. Menentukan nilai perkolasi dapat diketahui berdasarkan jenis tanah, yaitu tanah liat dengan perkolasi sebesar 2 mm/hari.

9. Menentukan rasio luas perkolasi = 0.170

10. Menghitung perkolasi x rasio luas perkolasi

$$\begin{aligned} \text{Perkolasi dengan rasio luas} &= \text{perkolasi} \times \text{rasio luas perkolasi} \\ &= 2.000 \times 0.170 \\ &= 0.330 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

11. Menghitung kebutuhan air untuk penyiapan lahan (*PL*) dengan hubungan kebutuhan air pengganti (*M*) dengan $T = 30$ hari dan $S = 250$ mm, maka didapatkan nilai penyiapan lahan sebesar 11.08 mm/hari (Tabel 4.15)

12. Menentukan rasio luas penyiapan lahan sebelum penanaman padi = 0.830

13. Menghitung penyiapan lahan (*PL*) dengan rasio luas penyiapan lahan

$$\begin{aligned} \text{Tanaman padi} &= \text{penyiapan lahan} \times \text{rasio luas penyiapan lahan} \\ &= 11.080 \times 0.830 \\ &= 9.230 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

14. Penggantian lapisan air (*WLR*) dihitung setelah 30 hari dari awal tanam padi sebesar 50 mm selama 40 hari, sehingga *WLR* dilakukan pada bulan November periode I

$$WLR = 50/40 = 1.250 \text{ mm/hari}$$

15. Menentukan rasio luas *WLR* setelah 30 hari dari awal tanam padi yaitu sebesar 0.170 (pada bulan Desember periode I)

16. Menghitung *WLR* x rasio luas *WLR*

$$\begin{aligned} \text{Tanaman padi} &= WLR \times \text{Rasio Luas } WLR \\ &= 1.250 \times 0.170 \end{aligned}$$

$$= 0.21 \text{ mm/hari}$$

$$\begin{aligned} 17. \text{Kebutuhan Air Kotor} &= [7] + [10] + [13] + [16] \\ &= 5.55 + 0.33 + 9.23 + 0.00 \\ &= 10.11 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

18. Menentukan curah hujan efektif (*Reff*) untuk tiap jenis tanaman yang didapat dari hasil perhitungan curah hujan efektif tiap jenis tanaman (Tabel 4.11)

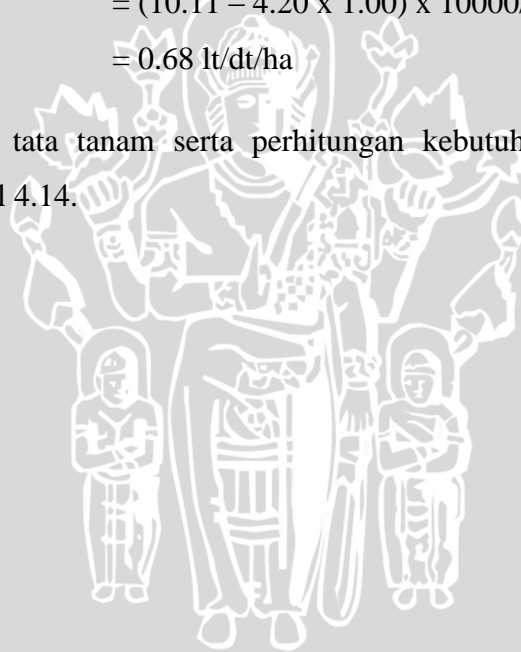
$$\text{Reff tanaman padi} = 4.20 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Reff tanaman palawija (jagung)} = 6.95 \text{ mm/hari}$$

$$\begin{aligned} 19. \text{Rasio Luas Total} &= \text{Rasio Luas Tanaman} + \text{Rasio PL} \\ &= 0.83 + 0.17 \\ &= 1.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20. \text{Kebutuhan Air Bersih (NFR)} &= ([17] - [18] \times [19]) \times 10000 / (24 \times 60 \times 60) \\ &= (10.11 - 4.20 \times 1.00) \times 10000 / 86400 \\ &= 0.68 \text{ lt/dt/ha} \end{aligned}$$

Adapun kondisi pola tata tanam serta perhitungan kebutuhan air irigasi secara lengkap disajikan pada Tabel 4.14.



4.3 Kebutuhan Air Baku

4.3.1 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Kebutuhan air baku dihitung berdasarkan jumlah penduduk sesuai dengan umur rencana bendungan. Untuk itu perlu dilakukan proyeksi jumlah penduduk sesuai dengan umur rencana bendungan, Dalam perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dilakukan selama 20 tahun. Dalam perencanaannya terdapat dua kecamatan dari kabupaten oku selatan yang menjadi sasaran utama dalam pemenuhan kebutuhan air baku yaitu kecamatan Tiga dihaji dan Muaradua. Untuk mengetahui rasio pertumbuhan penduduk pada kecamatan terpilih, maka harus diketahui jumlah penduduk dan perkembangannya. Sehingga diperlukan data penduduk beberapa tahun. Berikut ini merupakan jumlah data penduduk desa bulung tahun 2013-2015.

Tabel 4.15 Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Tiga Dihaji.

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertambahan Tiap Tahun	r rerata (%)
2013	9278		
2014	9348	70	0.0075
2015	9422	74	0.0079
Laju Pertumbuhan Rerata			0.0077

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.16 Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Muaradua.

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertambahan Tiap Tahun	r rerata (%)
2013	17220		
2014	17347	127	0.0074
2015	17510	163	0.0094
Laju Pertumbuhan Rerata			0.0084

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari data jumlah penduduk diatas, jumlah penduduk pada kecamatan tiga dihaji pada tahun 2015 adalah sebanyak 9422 jiwa dan besarnya pertumbuhan penduduk rerata adalah 0.0077. Sedangkan pada Kecamatan Muara dua pada tahun 2015 adalah sebanyak 17510 jiwa dan besarnya pertumbuhan penduduk rerata adalah 0.0084. metode yang digunakan dalam proyeksi pertumbuhan penduduk ini adalah metode Geometri dan Eksponensial. Berikut ini adalah contoh perhitungan pertumbuhan penduduk dengan metode geometri pada Kecamatan Tiga Dihaji pada tahun 2020 sebagai berikut:

- Tahun 2015 (Awal tahun proyeksi)

$$P_0 = 9422$$

$$n = 5 \text{ (Proyeksi tahun ke-}n\text{)}$$

$$r = 0,77\%$$

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

$$= 9422 (1+0,77\%)^5$$

$$= 9729 \text{ Jiwa}$$

Dan untuk contoh perhitungan laju pertumbuhan penduduk dengan metode Ekponensial Kecamatan Tiga Dihaji tahun 2020 sebagai berikut:

- Tahun 2015 (Awal tahun proyeksi)

$$P_0 = 9422$$

$$n = 5 \text{ (Proyeksi tahun ke-}n\text{)}$$

$$r = 0,77\%$$

$$P_n = P_0 \cdot e^{r \cdot n}$$

$$= 9422 \cdot e^{0,77\% \cdot 5}$$

$$= 9793 \text{ Jiwa}$$

Penerapan metode perhitungan diatas diterapkan pula dalam menghitung proyeksi penduduk pada kecamatan Muaradua sehingga didapatkan pula hasil proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2035 pada dua kecamatan terpilih yang disajikan kedalam tabel berikut ini:

Tabel 4.17 Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Tiga Dihaji dengan Metode Geometri dan Ekponensial

No	Tahun	Penduduk Kecamatan Tiga Dihaji (jiwa)	
		Geometri	Ekspensial
0	2015	9422	9422
1	2016	9495	9495
2	2017	9568	9569
3	2018	9642	9643
4	2019	9717	9718
5	2020	9792	9793
6	2021	9868	9869
7	2022	9944	9946
8	2023	10021	10023
9	2024	10098	10101
10	2025	10176	10179
11	2026	10255	10258
12	2027	10334	10338

No	Tahun	Penduduk Kecamatan Tiga Dihaji (jiwa)	
		Geometri	Ekspensial
13	2028	10414	10418
14	2029	10495	10499
15	2030	10576	10580
16	2031	10657	10663
17	2032	10740	10745
18	2033	10823	10829
19	2034	10907	10913
20	2035	10991	10997

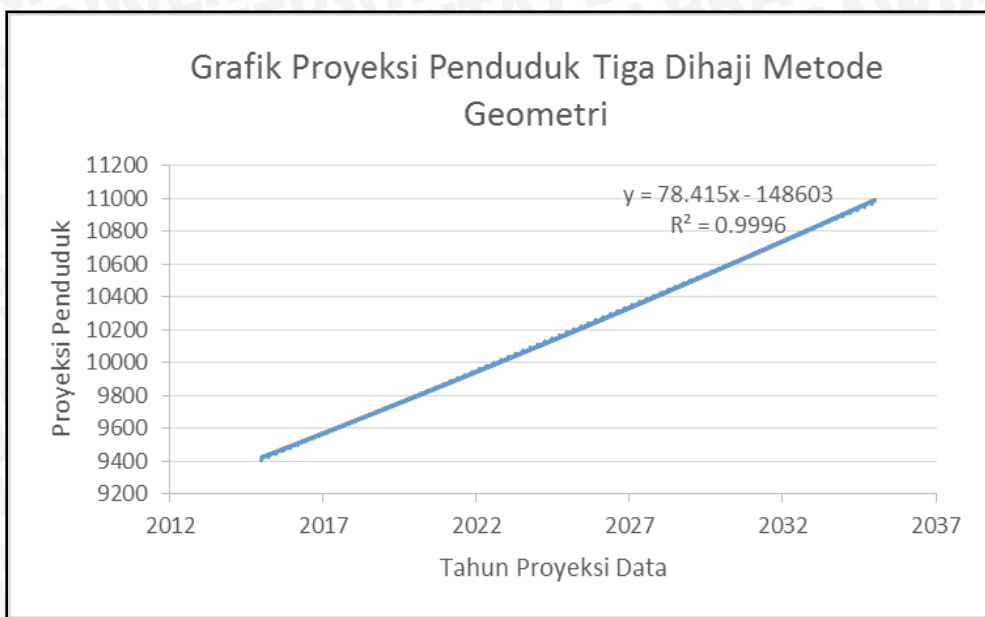
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.18 Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Muaradua dengan Metode Geometri dan Ekspensial

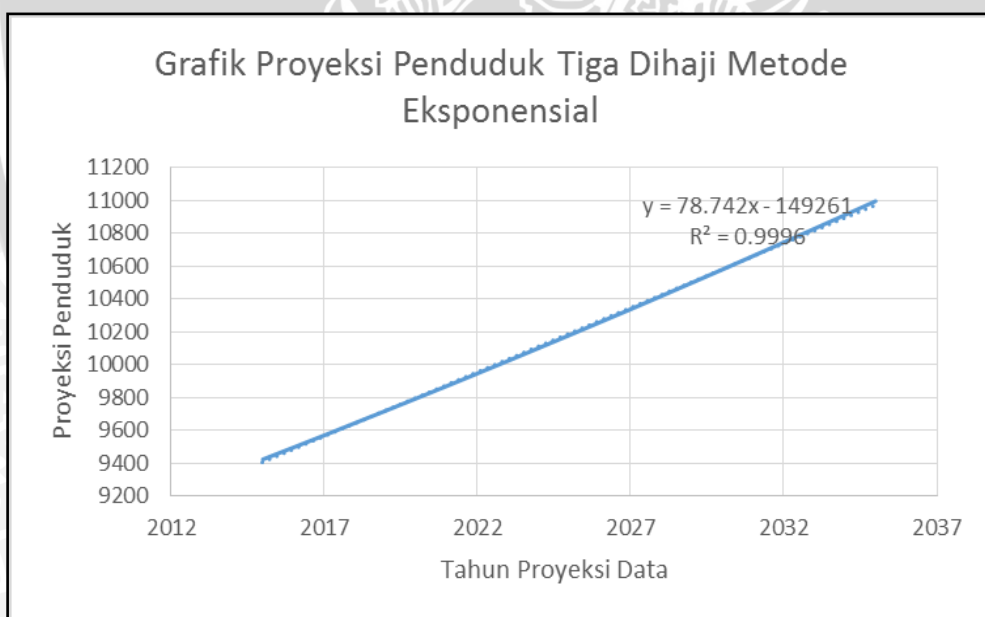
No	Tahun	Penduduk Kecamatan Tiga Dihaji (jiwa)	
		Geometri	Ekspensial
0	2015	17510	17510
1	2016	17657	17657
2	2017	17805	17806
3	2018	17954	17956
4	2019	18105	18107
5	2020	18257	18260
6	2021	18410	18414
7	2022	18564	18569
8	2023	18720	18725
9	2024	18877	18883
10	2025	19035	19042
11	2026	19195	19202
12	2027	19356	19364
13	2028	19518	19527
14	2029	19682	19691
15	2030	19847	19857
16	2031	20013	20024
17	2032	20181	20193
18	2033	20350	20363
19	2034	20521	20534
20	2035	20693	20707

Sumber: Hasil Perhitungan

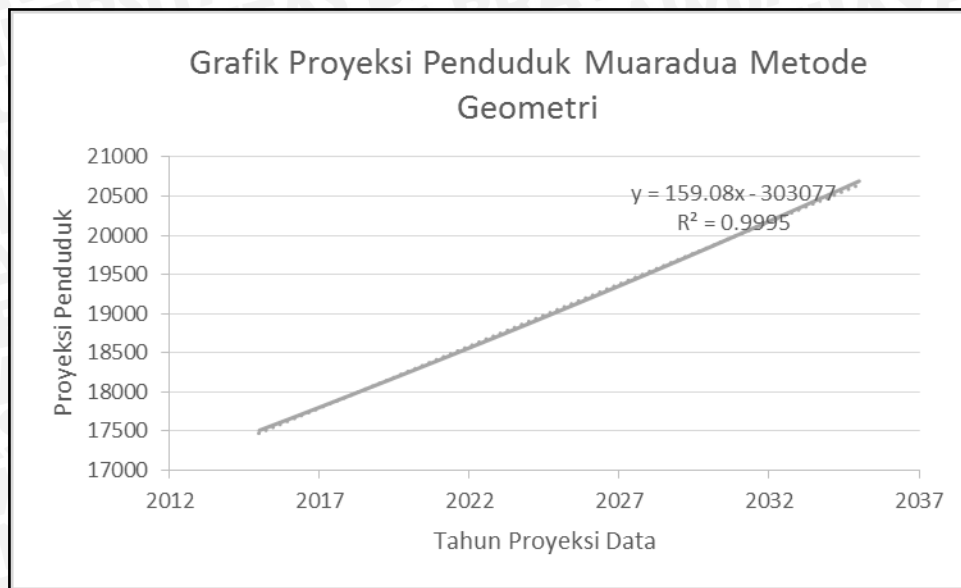
Dari perhitungan proyeksi penduduk 2013-2015 kemudian diuji dengan uji korelasi dengan nilai korelasi yang didapat dari grafik hubungan antara tahun dengan proyeksi penduduk metode geometri dan ekspensial.



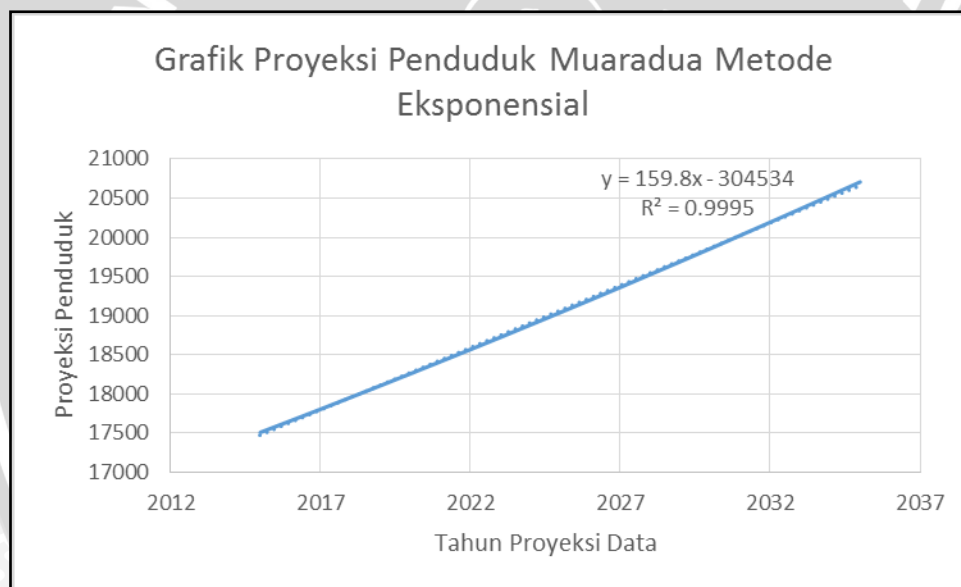
Gambar 4.7 Grafik Proyeksi Penduduk Kecamatan Tiga Dihaji Metode Geometri
Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.8 Grafik Proyeksi Penduduk Kecamatan Tiga Dihaji Metode Eksponensial
Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.9 Grafik Proyeksi Penduduk Muaradua Metode Geometri
 Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.10 Grafik Proyeksi Penduduk Muaradua Metode Eksponensial
 Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil proyeksi penduduk diatas menunjukkan koefisien korelasi yang sama pada 2 kecamatan terpilih yaitu 0,996 dan 0,995. Sehingga perhitungan proyeksi penduduk yang diambil yaitu metode Geometri karena memiliki hasil perhitungan yang sama maka dapat memilih salah satu metode dan mendekati jumlah penduduk sebenarnya.

4.3.2. Perhitungan Volume Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan akan air orang per hari sesuai dengan dimana orang tersebut tinggal. Dalam setiap kategori kota tertentu orang mempunyai kebutuhan akan air yang berbeda satu sama lain, untuk masyarakat desa dengan jumlah penduduk yang lebih dari 20000 jiwa

maka kebutuhan air baku 80- 120 liter/orang/hari yang didapat dari tabel 2.5 Standar kebutuhan air baku. Dalam analisa perhitungan kebutuhan air baku sesuai dari tabel diatas, kecamatan terpilih tergolong dalam kategori kota kecil, maka dalam analisa kebutuhan menggunakan parameter konsumsi unit sambungan rumah (SR) sebesar 120 liter/orang/hari. Maka konsumsi air untuk kecamatan tiga dihaji dan muara dua yaitu sebagai berikut:

Contoh perhitungan kebutuhan Air baku kecamatan Muaradua tahun 2015 :

- Jumlah penduduk : 17510 jiwa
- Kebutuhan Air : 120 liter/orang/hari (tabel 2.5)

$$\begin{aligned}
 Q &= Pn \times q \\
 &= 17510 \times 120 \\
 &= 2101200 \text{ lt/hari} = 2101,02 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan volume kebutuhan air baku tahun 2015-2035 pada kecamatan Tiga Dihaji dan Muaradua dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.19 Volume Kebutuhan Air Baku Kecamatan Muaradua

No	Tahun	Penduduk	Kebutuhan Air (m3/hr)
0	2015	17510	2101.20
1	2016	17657	2118.82
2	2017	17805	2136.59
3	2018	17954	2154.51
4	2019	18105	2172.57
5	2020	18257	2190.79
6	2021	18410	2209.16
7	2022	18564	2227.69
8	2023	18720	2246.37
9	2024	18877	2265.21
10	2025	19035	2284.20
11	2026	19195	2303.36
12	2027	19356	2322.67
13	2028	19518	2342.15
14	2029	19682	2361.79
15	2030	19847	2381.60
16	2031	20013	2401.57
17	2032	20181	2421.71
18	2033	20350	2442.01
19	2034	20521	2462.49
20	2035	20693	2483.14

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.20 Volume Kebutuhan Air Baku Kecamatan Tiga Dihaji

No	Tahun	Penduduk	Kebutuhan Air (m ³ /hr)
0	2015	9568	1148.19
1	2016	9642	1157.06
2	2017	9717	1166.01
3	2018	9792	1175.02
4	2019	9868	1184.11
5	2020	9944	1193.26
6	2021	10021	1202.48
7	2022	10098	1211.78
8	2023	10176	1221.15
9	2024	10255	1230.59
10	2025	10334	1240.10
11	2026	10414	1249.69
12	2027	10495	1259.35
13	2028	10576	1269.08
14	2029	10657	1278.89
15	2030	10740	1288.78
16	2031	10823	1298.74
17	2032	10907	1308.78
18	2033	10991	1318.90
19	2034	11076	1329.10
20	2035	11161	1339.37

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.21 Volume Kebutuhan Air Baku Kecamatan Tiga Dihaji dan Muara Dua

No	Tahun	Penduduk	Kebutuhan Air (m ³ /hr)
0	2015	27078	3249.39
1	2016	27299	3275.88
2	2017	27522	3302.60
3	2018	27746	3329.53
4	2019	27972	3356.68
5	2020	28200	3384.05
6	2021	28430	3411.65
7	2022	28662	3439.47
8	2023	28896	3467.52
9	2024	29132	3495.79
10	2025	29369	3524.30
11	2026	29609	3553.04
12	2027	29850	3582.02
13	2028	30094	3611.23
14	2029	30339	3640.68

No	Tahun	Penduduk	Kebutuhan Air (m ³ /hr)
15	2030	30586	3670.38
16	2031	30836	3700.31
17	2032	31087	3730.49
18	2033	31341	3760.91
19	2034	31597	3791.59
20	2035	31854	3822.51

Sumber: Hasil Perhitungan

Maka dari hasil perhitungan dalam pemenuhan kebutuhan Air Baku 2 kecamatan terpilih dengan perhitungan proyeksi 20 tahun mendatang diperkirakan setiap warga desa memerlukan 3822.51 m³/hr untuk memenuhi kebutuhannya sehari hari.

4.4 Analisa Ketersediaan Debit Metode F.J. Mock

Untuk mengetahui besarnya debit terdapat beberapa metode yang bisa dipakai, namun pada studi ini akan menggunakan metode F.J. Mock. Berikut merupakan contoh perhitungan Analisa Ketersediaan debit dengan Metode F.J. Mock Data-data yang diketahui ialah:

- Luas Daerah Aliran (DAS) = 504,00 km²
- Soil Moisture Capacity (SMC) = 200 mm
- Koefisien Infiltrasi (I) = 0.5
- Faktor Resesi Aliran Tanah (k) = 0.7

Contoh Perhitungan Menggunakan Metode F.J. Mock seperti pada Periode I Bulan Januari Tahun 1994 sebagai berikut :

[I] Data Hujan

1. Curah Hujan (P) = 145 mm (Data Curah Hujan)
2. Hari Hujan (h) = 5 hari (Hasil rerata Data Hujan 3 Stasiun)

[2] Evapotranspirasi Terbatas

3. Jumlah Hari = 10 hari (Data Curah Hujan)
4. Evapotranspirasi (Eto/hr) = 2,18 mm/hari (Tabel 4.12)
5. Evapotranspirasi (Eto)/bln, [3x4] = 21,76 mm/bln
6. Permukaan Lahan Terbuka (m) = 50 % (30%-50%)
7. $E = [6]/100/20*(18-[2])*[5]$ = 7.25 mm/bulan
8. $E_t = E_t - E$ = 14.51 mm/bln

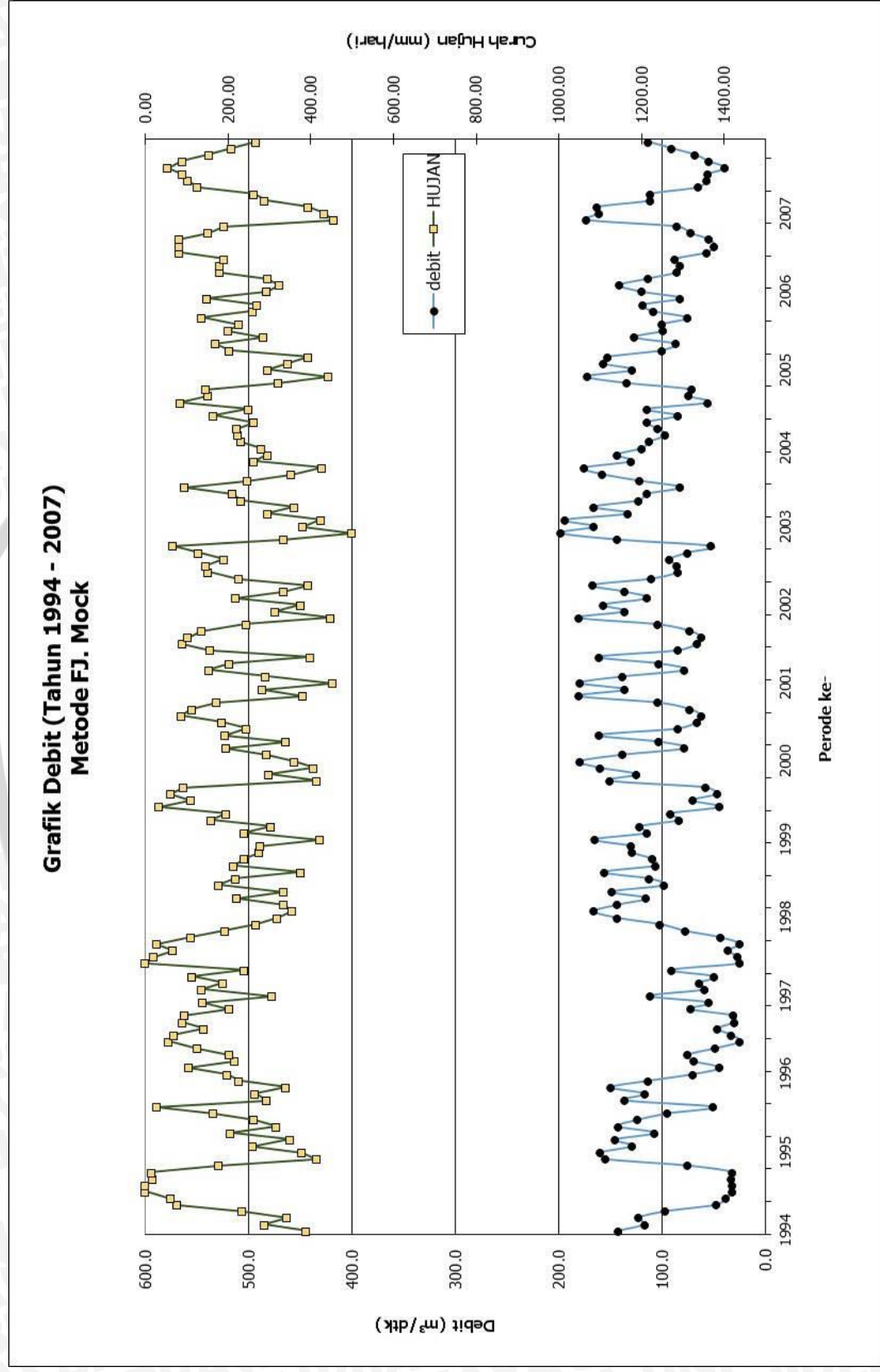
[Keseimbangan Air]

9. $D_s = P - E_t$ = 130.82 mm/bulan
10. Kandungan Air Tanah (SMS) = 0 mm/bln
11. Kandungan Air Tanah (SMC) = 0.00, Jika $D_s > 0$ maka 0
Jika $D_s < 0$ Maka D_s
12. Kelebihan Air (WS) = $D_s - \text{Kandungan Air Tanah}$
= 130,82- 0
= 130,82 mm/bln

[Aliran dan Penyimpanan Air Tanah]

13. Infiltrasi (I) = $WS \times i$
= 65,41 mm/bln
14. $0.5 * (1+k)*I$ = $0.5 \times (1 \times 0.7) \times 65,41$
= 55,60 mm/bln
15. $k \times V(n-1)$ = $0,7 * 63.123$ (nilai acak)
= 44.19 mm/bln
16. Tampungan (Vn) = $0.5 * (1+k)*I + k \times V(n-1)$
= 99.79 mm/bln
17. Perubahan Vol. Tampungan (DVn) = $\text{Tampungan (Vn)} - V(n-1)$
= 36.66 mm/bln
18. Aliran Dasar = $\text{Infiltrasi (I)} - (\text{DVn})$
= 28,75 mm/bln
19. Aliran Langsung = $W_s - I$
= 65,41 mm/bln
20. Debit sungai = $\text{Aliran Dasar} + \text{Aliran Langsung}$
= 94.16 mm/bln
21. Debit Sungai = $\text{Luas DAS} \times 1000 / (\text{Jumlah hari} \times 24 \times 3600) \times \text{Debit Sungai (mm/bln)}$
= 54.93 m³/dt

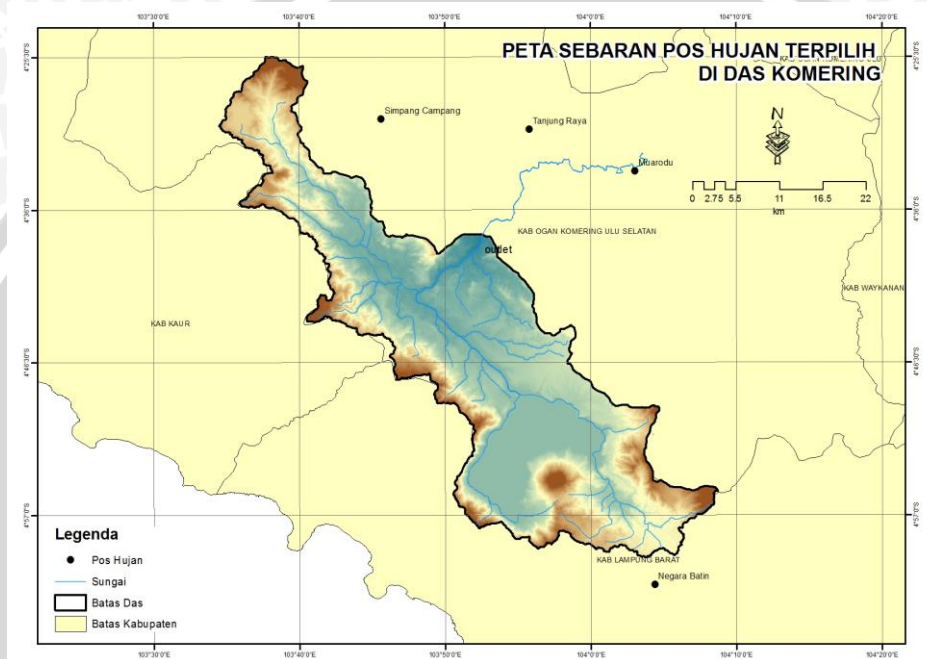
Untuk perhitungan metode F.J. Mock selanjutnya akan ditabelkan sebagai berikut :



Gambar 4.11. Grafik Hasil Simulasi Perhitungan Debit Dengan Metode FJ. Mock

4.5 Analisa Debit

Dalam analisa debit ini data yang digunakan dari tahun 1999-2005, data debit historis ini didapatkan dari daerah aliran sungai Danau Ranau. Sedangkan Letak outlet Bendungan Komerling dengan data debit historis memiliki perbedaan yang cukup jauh. Dalam perhitungan debit di DAS Komerling, belum diperoleh data pencatatan debit yang cukup panjang. Dalam keadaan tersebut terpaksa debit diperkirakan melalui debit lokasi lain pada sungai yang sama dan debit dilokasi lain pada sungai sekitarnya serta debit pada sungai lain yang berjauhan tetapi memiliki karakteristik yang sama.



Gambar 4.12 Gambar Letak DAS komering dan Das Danau Ranau

Sehingga dalam analisa debit yang akan masuk di outlet waduk komering, perhitungan akan dilakukan dengan melakukan perbandingan luas daerah aliran sungai yang ditinjau (daerah aliran sungai komering) dengan stasiun referensi (daerah aliran sungai danau ranau). Berikut merupakan contoh perhitungan perhitungan rasio luas DAS :

Diketahui : - Data Luas DAS Cactment area danau ranau (A_b) = 504 km²

- Data Luas DAS komering (A_a) = 1158 km²

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{A_a}{A_b} \\ &= \frac{1158}{504} \\ &= 2.2976 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan perbandingan rasio luas DAS tersebut kemudian dikalikan dengan data debit historis yang ada sehingga didapatkan data debit sebagai berikut.

Tabel 4.23 Data Debit Historis

Data Debit Bulanan (m ³ /dt)												
Tahun	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1999	56.70	26.10	40.60	20.80	22.70	18.00	17.70	15.60	8.00	12.10	31.50	29.50
2000	39.30	16.30	13.20	8.20	11.50	20.90	21.10	21.00	10.80	20.10	12.20	38.30
2001	37.30	29.20	32.80	16.80	13.80	30.20	18.10	10.80	10.80	11.50	14.70	30.50
2002	23.30	24.20	20.80	36.70	40.90	15.10	8.40	20.20	27.80	16.00	14.80	18.00
2003	23.20	42.40	47.50	41.80	43.80	20.90	5.00	8.70	16.50	39.90	36.80	49.70
2004	21.80	36.40	21.10	17.70	32.50	8.60	21.90	15.20	21.30	13.30	25.10	23.30
2005	79.20	47.10	31.60	28.40	40.70	45.90	28.60	15.50	19.00	19.00	50.10	33.40

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.24 Data Debit Setelah Perbaikan

Data Debit Bulanan Setelah Perbaikan(m ³ /dt)												
Tahun	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1999	130.28	59.97	93.28	47.79	52.16	41.36	40.67	35.84	18.38	27.80	72.38	67.78
2000	90.30	37.45	30.33	18.84	26.42	48.02	48.48	48.25	24.81	46.18	28.03	88.00
2001	85.70	67.09	75.36	38.60	31.71	69.39	41.59	24.81	24.81	26.42	33.78	70.08
2002	53.53	55.60	47.79	84.32	93.97	34.69	19.30	46.41	63.87	36.76	34.00	41.36
2003	53.30	97.42	109.14	96.04	100.64	48.02	11.49	19.99	37.91	91.68	84.55	114.19
2004	50.09	83.63	48.48	40.67	74.67	19.76	50.32	34.92	48.94	30.56	57.67	53.53
2005	181.97	108.22	72.60	65.25	93.51	105.46	65.71	35.61	43.65	43.65	115.11	76.74

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan didapatkannya hasil analisa data debit diatas maka selanjutnya dapat dilakukan kalibrasi data debit analisa historis dengan data debit hasil analisa dengan metode FJ mock. Agar didapatkannya hasil debit yang bisa diperkirakan dapat mendekati nilai real guna proses simulasi analisa pola operasi Waduk Komerling II

4.5.1 Kalibrasi Data Debit

Kalibrasi data debit ini bertujuan untuk mengetahui apakah data debit yang digunakan sudah memenuhi syarat dipakai atau tidak, selain itu dengan adanya proses kalibrasi data debit ini diharapkan hasil dari kalibrasi nanti dapat mendekati data real dilapangan.

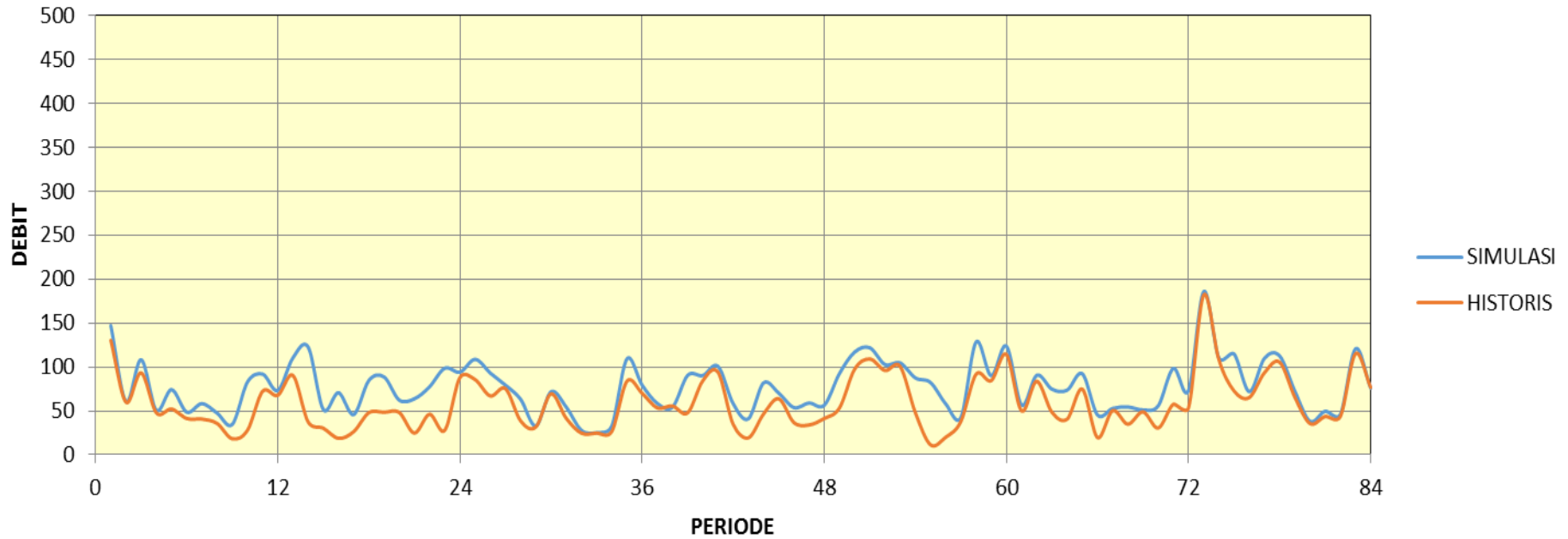
Dalam hal ini kalibrasi dilakukan antara hasil dari data debit historis setelah perbaikan dan data debit hasil analisa FJ mock. Data debit historis dan data debit perhitungan yang digunakan dari tahun 1999-2005. Sebelumnya data hasil debit Perhitungan FJ Mock harus diubah menjadi perhitungan bulanan, hal ini disebabkan untuk menyesuaikan data debit historis yang telah diperoleh. Proses kalibrasi data debit ini dilakukan dengan percobaan pendekatan hasil perhitungan debit FJ Mock hingga mendekati hasil data debit Historis. Berikut adalah hasil kalibrasi hasil analisa debit perhitungan dengan metode FJ Mock dengan Debit Historis.

Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Kalibrasi Antara Debit FJ Mock Dan Debit Historis.

NO.	Tahun	Bln ke	Debit FJ Mock [kalibrasi] [m3/dt]	Debit Historis [kalibrasi] [m3/dt]
1	1999	1	147.099	130.275
2	1999	2	60.750	59.968
3	1999	3	108.297	93.283
4	1999	4	50.780	47.790
5	1999	5	64.247	52.156
6	1999	6	48.641	41.357
7	1999	7	58.230	40.668
8	1999	8	47.599	35.843
9	1999	9	34.581	18.381
10	1999	10	82.767	27.801
11	1999	11	92.001	72.375
12	1999	12	73.276	67.780
13	2000	1	100.435	90.296
14	2000	2	52.717	37.451
15	2000	3	51.669	30.329
16	2000	4	30.743	18.840
17	2000	5	45.913	26.423
18	2000	6	84.660	48.020
19	2000	7	88.688	48.480
20	2000	8	62.369	48.250
21	2000	9	63.804	24.814
22	2000	10	77.499	46.182
23	2000	11	98.626	28.031
24	2000	12	94.141	87.999
25	2001	1	98.706	85.701
26	2001	2	93.089	67.090
27	2001	3	79.315	75.362
28	2001	4	63.224	38.600
29	2001	5	32.924	31.707
30	2001	6	71.857	69.388
31	2001	7	54.455	41.587
32	2001	8	27.984	24.814
33	2001	9	25.247	24.814
34	2001	10	32.645	26.423
35	2001	11	109.183	83.775
36	2001	12	79.465	70.077
37	2002	1	58.614	53.535
38	2002	2	54.256	55.602
39	2002	3	60.488	47.790
40	2002	4	90.279	84.323
41	2002	5	100.810	93.973
42	2002	6	58.255	34.694
43	2002	7	41.053	19.300
44	2002	8	81.806	46.412
45	2002	9	70.370	63.874
46	2002	10	53.790	36.762
47	2002	11	58.961	34.005
48	2002	12	56.521	41.357
49	2003	1	92.470	53.305
50	2003	2	116.932	97.419
51	2003	3	121.926	109.137
52	2003	4	102.778	96.040
53	2003	5	104.628	100.636
54	2003	6	87.606	48.020
55	2003	7	82.370	11.488
56	2003	8	58.106	19.989
57	2003	9	42.468	37.911
58	2003	10	128.383	91.675
59	2003	11	90.145	84.552
60	2003	12	123.729	114.192
61	2004	1	56.847	50.088
62	2004	2	90.569	83.633
63	2004	3	74.757	48.480
64	2004	4	73.620	40.668
65	2004	5	92.240	74.673
66	2004	6	45.411	19.760
67	2004	7	52.868	50.318
68	2004	8	54.554	34.924
69	2004	9	51.130	48.939
70	2004	10	55.765	30.558
71	2004	11	98.341	57.670
72	2004	12	73.466	53.535
73	2005	1	185.861	181.971
74	2005	2	110.223	108.218
75	2005	3	114.724	72.605
76	2005	4	72.033	65.252
77	2005	5	100.901	93.513
78	2005	6	112.625	105.461
79	2005	7	72.671	65.712
80	2005	8	38.209	35.613
81	2005	9	49.747	43.655
82	2005	10	45.994	43.655
83	2005	11	120.744	115.111
84	2005	12	75.726	76.740

Sumber: Hasil Perhitungan

GRAFIK HASIL KALIBRASI DATA DEBIT TAHUN 1999-2005



Gambar 4.13 Grafik Hasil Kalibrasi Data Debit Perhitungan dan Historis

4.5.2 Uji Efisiensi Nash-Sutcliffe

Uji Efisiensi Nash-Sutcliffe digunakan untuk mengevaluasi hasil perhitungan model terhadap hasil pengamatan. Dalam analisa ini Uji Efisiensi Nash-Sutcliffe (2.28) digunakan untuk melihat efisiensi hasil perhitungan pengamatan dengan FJ Mock. Berikut ini adalah hasil pengamatan dengan Uji Efisiensi Nash-Sutcliffe:

Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Uji Efisiensi Nash-Sutcliffe

No.	Tahun	Bln	Debit FJ Mock [kalibrasi] [m3/dt]	Debit Historis [kalibrasi] [m3/dt]	(Yobs-Ysim) ²	(Yobs-Yobs rata) ²
1	1999	1	147.099	130.275	283.042	7797.371
2	1999	2	60.750	59.968	0.611	3.817
3	1999	3	108.297	93.283	225.419	2450.367
4	1999	4	50.780	47.790	8.937	64.258
5	1999	5	64.247	52.156	146.185	29.709
6	1999	6	48.641	41.357	53.049	103.134
7	1999	7	58.230	40.668	308.425	0.321
8	1999	8	47.599	35.843	138.198	125.384
9	1999	9	34.581	18.381	262.457	586.348
10	1999	10	82.767	27.801	3021.233	574.600
11	1999	11	92.001	72.375	385.198	1102.594
12	1999	12	73.276	67.780	30.207	209.662
13	2000	1	100.435	90.296	102.795	1733.816
14	2000	2	52.717	37.451	233.055	36.952
15	2000	3	51.669	30.329	455.415	50.796
16	2000	4	30.743	18.840	141.669	786.980
17	2000	5	45.913	26.423	379.876	165.974
18	2000	6	84.660	48.020	1342.496	668.957
19	2000	7	88.688	48.480	1616.692	893.517
20	2000	8	62.369	48.250	199.333	12.762
21	2000	9	63.804	24.814	1520.235	25.084
22	2000	10	77.499	46.182	980.717	349.781
23	2000	11	98.626	28.031	4983.660	1586.419
24	2000	12	94.141	87.999	37.729	1249.275
25	2001	1	98.706	85.701	169.115	1592.768
26	2001	2	93.089	67.090	675.923	1176.001
27	2001	3	79.315	75.362	15.631	421.045
28	2001	4	63.224	38.600	606.317	19.602
29	2001	5	32.924	31.707	1.481	669.353
30	2001	6	71.857	69.388	6.094	170.576
31	2001	7	54.455	41.587	165.577	18.849
32	2001	8	27.984	24.814	10.049	949.367
33	2001	9	25.247	24.814	0.187	1125.552
34	2001	10	32.645	26.423	38.716	683.890
35	2001	11	109.183	83.775	645.581	2538.867
36	2001	12	79.465	70.077	88.125	427.198
37	2002	1	58.614	53.535	25.801	0.033
38	2002	2	54.256	55.602	1.812	20.611
39	2002	3	60.488	47.790	161.234	2.863
40	2002	4	90.279	84.323	35.476	991.159
41	2002	5	100.810	93.973	46.747	1765.148
42	2002	6	58.255	34.694	555.130	0.293
43	2002	7	41.053	19.300	473.194	314.818
44	2002	8	81.806	46.412	1252.752	529.461
45	2002	9	70.370	63.874	42.206	133.965
46	2002	10	53.790	36.762	289.953	25.062
47	2002	11	58.961	34.005	622.793	0.027
48	2002	12	56.521	41.357	229.955	5.174
49	2003	1	92.470	53.305	1533.893	1133.911
50	2003	2	116.932	97.419	380.770	3379.825
51	2003	3	121.926	109.137	163.566	3985.408
52	2003	4	102.778	96.040	45.391	1934.386
53	2003	5	104.628	100.636	15.940	2100.583
54	2003	6	87.606	48.020	1567.007	829.991
55	2003	7	82.370	11.488	5024.211	555.717
56	2003	8	58.106	19.989	1452.918	0.476
57	2003	9	42.468	37.911	20.767	266.615
58	2003	10	128.383	91.675	1347.489	4842.356
59	2003	11	90.145	84.552	31.283	982.782
60	2003	12	123.729	114.192	90.957	4216.254
61	2004	1	56.847	50.088	45.685	3.799
62	2004	2	90.569	83.633	48.106	1009.527
63	2004	3	74.757	48.480	690.519	254.766
64	2004	4	73.620	40.668	1085.862	219.756
65	2004	5	92.240	74.673	308.622	1118.510
66	2004	6	45.411	19.760	657.986	179.168
67	2004	7	52.868	50.318	6.506	35.137
68	2004	8	54.554	34.924	385.358	17.993
69	2004	9	51.130	48.939	4.798	58.774
70	2004	10	55.765	30.558	635.388	9.186
71	2004	11	98.341	57.670	1654.148	1563.834
72	2004	12	73.466	53.535	397.275	215.214
73	2005	1	185.861	181.971	15.129	16145.487
74	2005	2	110.223	108.218	4.020	2644.715
75	2005	3	114.724	72.605	1774.014	3127.906
76	2005	4	72.033	65.252	45.982	175.225
77	2005	5	100.901	93.513	54.577	1772.795
78	2005	6	112.625	105.461	51.334	2897.600
79	2005	7	72.671	65.712	48.427	192.507
80	2005	8	38.209	35.613	6.741	423.809
81	2005	9	49.747	43.655	37.110	81.894
82	2005	10	45.994	43.655	5.470	163.906
83	2005	11	120.744	115.111	31.732	3837.523
84	2005	12	75.726	76.740	1.028	286.636
Jumlah					42686.490	94853.531
Rerata				58.796		
ENS			0.54997			

Sumber : Hasil Perhitungan

Ketentuan hasil nilai efisiensi Nash-Sutcliffe berkisar antara minus (-) tak hingga sampai dengan 1. Menurut Moriasi *et al.* (2007), hasil pengujian dikatakan:

- a. Sangat baik, apabila $0,75 < E_{NS} < 1,00$
- b. Baik, apabila $0,65 < E_{NS} < 0,75$
- c. Memuaskan, apabila $0,50 < E_{NS} < 0,65$
- d. Kurang memuaskan, apabila $E_{NS} \leq 0,50$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, Hasil analisa perhitungan debit dengan metode FJ Mock memiliki nilai efisiensi E_{NS} sebesar 0.54997 atau sebesar 0.55. Sehingga Metode FJ Mock termasuk dalam kriteria memuaskan karena $E_{NS} 0,50 < E_{NS} < 0,65$. Setelah melakukan berbagai uji data debit pengamatan maka dari itu data debit perhitungan dengan metode FJ Mock dapat sebagai salah satu data penunjang dalam proses simulasi pola operasi waduk Komerling II karena datanya dapat dikatakan telah mendekati hasil Observasi.

4.6 Model Penyusunan Lepasn Waduk Komerling Berdasarkan *Rule Curve*

Operasi berdasarkan *Rule Curve* adalah operasi waduk yang dipengaruhi dari batas bawah *Rule Curve*. Batas bawah *Rule Curve* adalah persentase dari kapasitas tampungan aktif waduk. Lepasn waduk sepenuhnya ditinjau dari batas bawah *Rule Curve*. Nilai untuk batas bawah *Rule Curve* berbeda tiap periode. Waduk diijinkan untuk memenuhi kebutuhan irigasi secara penuh jika batas bawah *Rule Curve* sesuai dengan kriteria tertentu. Hal tersebut yang mempengaruhi persentase pemenuhan kebutuhan irigasi dan keoptimalan waduk untuk memenuhi kebutuhan irigasi. Simulasi berdasarkan *Rule Curve* akan menjadi dasar simulasi perhitungan dalam proses perhitungan kebutuhan hasil produksi Irigasi.

Dalam pembuatan *Rule Curve* dilakukan percobaan dengan bantuan model VBA dengan metode Random Search sebanyak 20 kali percobaan dengan iterasi tertentu, sehingga akhirnya akan ditemukan pola optimasi *Rule Curve* terbaik yang di temukan dari banyaknya periode percobaan. Dalam penyusunan *Rule Curve*, Perhitungan analisa pencarian dilakukan dengan metode Random Search

4.6.1 Random Search

Teknik Random Search adalah mencoba terus kandidat dari pada solusi-solusi baru sambil tetap mempertahankan solusi terbaik sampai waktu untuk simulasi habis. Pencarian alternatif *Rule Curve* dibangkitkan secara *random*. Hasil Perhitungan *random search* ini adalah mencari pola optimasi *Rule Curve* yang paling optimal dan besaran lepasn yang

akan dikeluarkan pada tampungan waduk. Proses ini akan digunakan untuk menghitung simulasi Waduk Komerling II tahun 1999-2007. Contoh alternatif hasil *random* ditampilkan pada Tabel 4.27.

Tabel 2.27 Bahasa Koding Perhitungan Random Search

Program Ms. Excel-VBA (Visual Basic for Application)		
Sub A1_Initial_Solution_dan_Random_Search()		
Calculate	} Perintah 1	
With Worksheets("OP_Waduk_1")		
N_Sampel = 1		
N_Iter_Init = 500		
N_Kisaran_Lanjut = 36		
N_Iter_Lanjut = 100	} Perintah 2	
For G = 1 To N_Sampel		
.Range("DT2").Value = G		
.Range("CH8:CL8").ClearContents		
.Range("CH14:CL49").ClearContents		
.Range("CB1").Value = 1		
.Range("AK7").Value = 0		
N_Perbaikan = 0		
For i = 1 To N_Iter_Init		} Perintah 3
.Range("CH8").Value = i		
.Calculate		
If .Range("AK6").Value = 0 Then		
.Range("AK7").Value = .Range("AK5").Value		
.Range("BY12:BY76").Value = .Range("BX12:BX76").Value		
N_Perbaikan = N_Perbaikan + 1		
.Range("CI8").Value = N_Perbaikan		
.Range("CJ8").Value = .Range("AK7").Value		
.Range("CK8").Value = .Range("AI3").Value		
.Range("CL8").Value = .Range("CB48").Value		
End If		


```

Next i
End With
Calculate
End Sub
    
```

Dari hasil perhitungan VBA ini akan didapatkan Pola Operasi Waduk Berdasarkan *Rule Curve* yang dianggap paling Optimal setelah melakukan beberapa kali percobaan, hal ini dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 4.28 Perhitungan Analisa Random Search dan Hasil Alternatif *Rule Curve* Beserta Lepasn

2,914.10	2,888.15	2,924.68	2,907.75	2,927.42	2,918.35	2,901.99	2,892.64	2,909.86	2,912.22		
0.60001	0.60000	0.60000	0.60001	0.60001	0.60000	0.60000	0.60002	0.60014	0.60000		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Generasi Rule-Curve											
0.448038	0.358862	0.382163	0.270288	0.489282	0.423403	0.252117	0.271113	0.232229	0.178845		
0.312607	0.333542	0.401469	0.469659	0.445808	0.350424	0.617126	0.296414	0.295951	0.639103		
0.579113	0.257811	0.451850	0.777014	0.257107	0.184453	0.746225	0.244130	0.429701	0.606304		
0.852743	0.506444	0.131930	0.216498	0.717673	0.165530	0.318031	0.505943	0.312188	0.216586		
0.337184	0.188223	0.135004	0.210134	0.124386	0.496460	0.519785	0.633503	0.639738	0.810522		
0.842466	0.536295	0.410531	0.565611	0.842492	0.535475	0.497119	0.673430	0.691265	0.301060		
0.393831	0.569176	0.697501	0.979342	0.623736	0.583093	0.518859	0.588104	0.593277	0.966328		
0.890658	0.874394	0.967400	0.454982	0.971449	0.229366	0.379812	0.988534	0.786545	0.935405		
0.567994	0.775645	0.075917	0.735922	0.860221	0.718318	0.772939	0.841956	0.751675	0.694192		
0.748541	0.417246	0.053623	0.664607	0.123134	0.459155	0.417290	0.839675	0.890103	0.419441		
0.163670	0.333082	0.376353	0.606199	0.852914	0.408601	0.203544	0.523339	0.445163	0.331336		
0.541185	0.256421	0.130315	0.478371	0.206178	0.237271	0.170742	0.149291	0.576747	0.379652		
0.342651	0.151825	0.333885	0.575702	0.203889	0.300400	0.534824	0.119007	0.235669	0.215562		
0.556320	0.800927	0.395714	0.170615	0.520045	0.280173	0.396208	0.655661	0.371511	0.524632		
0.622683	0.576763	0.547468	0.474362	0.615822	0.438911	0.420797	0.347276	0.643922	0.643518		
0.773172	0.427586	0.434307	0.116632	0.941157	0.571316	0.735423	0.616631	0.826510	0.712287		
0.304174	0.563240	0.158431	0.692428	0.906801	0.619809	0.209130	0.955120	0.725569	0.940936		
0.225329	0.163944	0.668291	0.770079	0.111592	0.492078	0.499822	0.045077	0.276386	0.736467		
0.589678	0.074584	0.215055	0.173783	0.105843	0.462007	0.948029	0.439003	0.668867	0.178356		
0.356251	0.374628	0.000402	0.742075	0.126532	0.101649	0.097325	0.841643	0.467775	0.564398		
0.167592	0.666943	0.204602	0.127270	0.467622	0.214741	0.383490	0.387004	0.543425	0.357653		
0.610399	0.787262	0.626417	0.634175	0.669789	0.414686	0.597415	0.675546	0.688273	0.727158		
0.687815	0.887738	0.677411	0.591992	0.633048	0.787043	0.583263	0.894388	0.530355	0.932920		
0.599210	0.151550	0.350140	0.776825	0.778690	0.826116	0.615429	0.780364	0.883373	0.481368		
0.878132	0.593769	0.395073	0.528802	0.748889	0.770444	0.422726	0.561115	0.694053	0.461674		
0.637654	0.165024	0.048630	0.733340	0.378182	0.744725	0.364128	0.543502	0.702479	0.426919		
0.634218	0.356063	0.740764	0.642174	0.193842	0.319310	0.537543	0.274658	0.565111	0.508628		
0.412068	0.169673	0.088835	0.140985	0.436497	0.190384	0.499267	0.624864	0.734371	0.654993		
0.928653	0.297467	0.659587	0.920061	0.833877	0.963008	0.939453	0.875490	0.890596	0.696130		
0.943513	0.092861	0.966667	0.931699	0.868858	0.943432	0.972392	0.314285	0.894703	0.949547		
0.548325	0.702336	0.503236	0.926904	0.651968	0.759050	0.686717	0.460025	0.321252	0.693102		
0.720949	0.616407	0.681996	0.532901	0.316184	0.523759	0.661016	0.178332	0.044713	0.030311		
0.230452	0.542581	0.477659	0.583467	0.722523	0.538625	0.338935	0.511757	0.703344	0.855625		
0.866399	0.730524	0.683045	0.699435	0.963604	0.264069	0.434883	0.501666	0.466063	0.149974		
0.698339	0.466284	0.588218	0.116154	0.134356	0.127867	0.737889	0.513603	0.836274	0.045502		
0.388952	0.553423	0.086090	0.906432	0.282632	0.271729	0.240142	0.907582	0.533649	0.252294		

RC Terpakai [%]	Persen Kebutuhan [%]
59.40	100.00
37.19	100.00
40.34	100.00
28.79	100.00
58.25	100.00
60.47	100.00
61.59	100.00
96.33	75.22
29.19	100.00
80.39	75.22
33.54	75.22
53.14	75.22
82.53	75.22
65.32	75.22
52.83	75.22
66.96	75.22
11.83	75.22
40.74	75.22
41.39	75.22
5.18	75.22
94.15	75.22
81.69	75.22
66.27	75.22
62.91	75.22
58.30	75.22
17.69	75.22
18.48	75.22
13.40	75.22
69.58	75.22
47.67	75.22
47.78	75.22
50.88	75.22
18.28	75.22
9.03	75.22
19.60	100.00
24.02	100.00



Hasil

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari analisa diatas maka diperoleh hasil dari optimasi *Rule Curve* yang diasumsikan paling optimal dari hasil 20 kali percobaan dengan menggunakan VBA Random Search. Hasil yang paling maksimal terjadi pada alternative ke 5. Dalam Proses mendapatkan *Rule Curve* Optimal digunakan Iterasi Sebanyak 500 kali dengan perbaikan setiap simulasinya 100 kali, sehingga didapatkan pola optimasi *Rule Curve* yang paling optimal dan aturan lepasan tampungan yaitu 100 % dan 75 %.

Dalam Penerapannya aturan lepasan 100% dapat diberikan apabila kebutuhan tampungan berada dibatas atas Rule Cuve, namun apabila tampungan berada dibawah batas *Rule Curve* yang sudah ditentukan maka Pola lepasan yang dapat diberikan adalah sebanyak 75% dari total kebutuhan bahkan bisa berada dibawah ketentuan lepasan tergantung dari inflow yang masuk kedalam waduk Komerling II.

Tabel 4.29 Rekapitulasi Hasil Akhir Alternatif *Rule Curve* yang dipakai Beserta Lepasannya

Persen Rule Curve Dasar																		
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00																		
No. Periode 10 harian	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	Kondisi No. RC	RC Terpakai [%]	Persen Kebutuhan [%]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	59.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	59.40	100.00
2	37.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	37.19	100.00
3	40.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	40.34	100.00
4	28.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	28.79	100.00
5	58.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	58.25	100.00
6	60.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	60.47	100.00
7	61.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	61.59	100.00
8	96.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
9	29.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	29.19	100.00
10	80.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
11	33.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
12	53.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
13	82.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
14	65.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
15	52.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
16	66.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
17	11.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
18	40.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
19	41.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
20	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
21	94.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
22	81.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
23	66.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
24	62.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
25	58.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
26	17.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
27	18.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
28	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
29	69.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
30	47.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
31	47.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
32	50.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
33	18.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
34	9.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.00	75.22
35	19.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	19.60	100.00
36	24.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	24.02	100.00

Sumber : Hasil Perhitungan

4.7 Simulasi Pola Operasi Lepasn Berdasarkan *Rule Curve*

Simulasi akan dilakukan selama 14 tahun dari tahun 1994 – 2007. Berikut adalah tahapan untuk simulasi Waduk Komerling II berdasarkan *Rule Curve* Waduk pada Januari periode I tahun 1994 adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan dalam Simulasi pola Operasi Waduk Komerling II.
 - Data debit hasil perhitungan FJ Mock digunakan sebagai inflow waduk Komerling II
 - Data Evaporasi
 - Data Teknis waduk
 - Data Kebutuhan Irigasi dan Air Baku Sebagai Outflow waduk
 - Dara Nilai Produksi Tanaman
2. Perhitungan simulasi berdasarkan *Rule Curve*

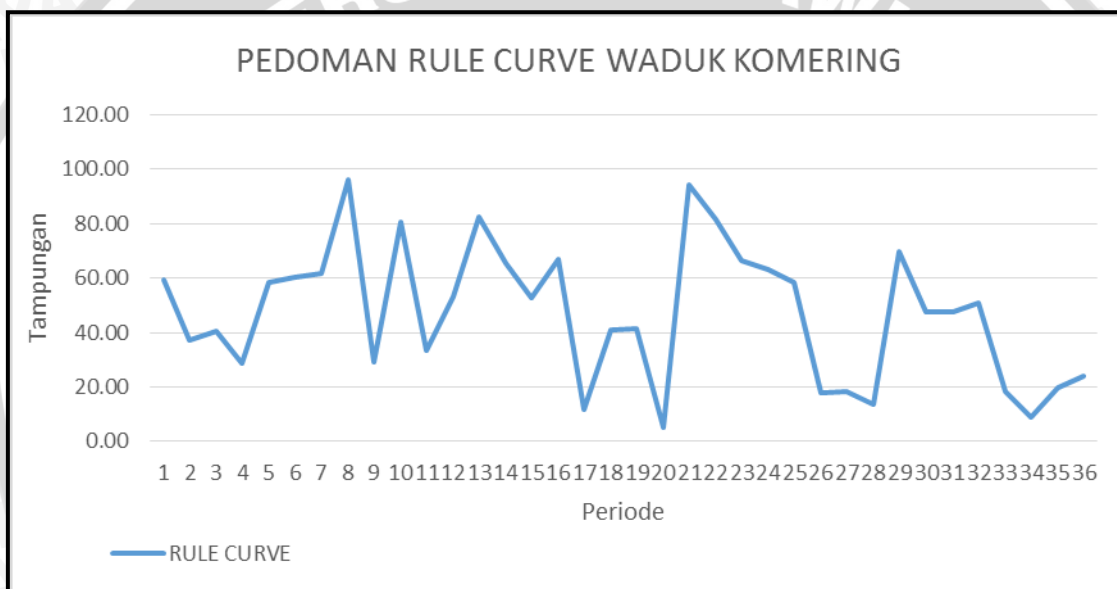
Kapasitas Tampungn Tidak Aktif	= 24,650 Juta m ³
Kapasitas Tampungn Aktif	= 90.550 Juta m ³
[1] Tahun	= 1994
[2] No	= 1
[3] Periode	= Januari I
[4] Jumlah Hari	= 10
[5] Inflow	= 54.927 m ³ / detik
[6] Kebutuhan Irigasi Penuh (m ³ /dt)	= 33.558 m ³ /dt
[7] Inflow	= [4]. [5].86000/1000000 = 47.4567 Juta m ³
[8] Kebutuhan Irigasi Penuh (Juta m ³)	= [4]. [6].86400 / 1000000 = 28.993 Juta m ³
[9] Kebutuhan Air Baku (Juta m ³)	= Kebutuhan Air Baku (m ³ /hr) x 10 /1000000 = 0.03823 Juta m ³
[10] Luas MAW awal	= 4.3999 km ²
[11] Tinggi Evaporasi	= 2.2 mm/hari
[12] Volume Kehilangan	= 10 x 4.3999 x 2.2 / 1000 = 0.09576 Juta m ³
[13] Batas Atas <i>Rule Curve</i>	= 100 % Tampungn Aktif
[14] Batas Bawah <i>Rule Curve</i>	= 59.40 %

- [15] Batas Atas *Rule Curve* = Round [13]. Tampunguan Aktif /
100.5
= 90.550 Juta m³
- [16] Batas Bawah *Rule Curve* = Round [14]. Tampunguan Aktif /
100.5
= 53.788 Juta m³
- [17] Pasokan Potensial = [7] + [21] – [12]
= 47.4567 + 90.550 – 0.09576
= 137.91094 Juta m³
- [18] Cek Pasokan Cukup = Jika [17] >= Kebutuhan Tereduksi;
maka 0; jika tidak maka 1
= 137.9109 >= 29.0319; maka 0
- [19] Cek Tidak Ada Spillout = Jika [17] – [Keb.Tereduksi] <=
Kapasitas Tampunguan Aktif; maka
0; Jika tidak maka 1
= 137.91094 – 29.0319 <= 90.55;
maka 1
- [20] Cek Tampunguan Mati = Jika [7] + [21] - [12] < 0; maka 1;
Jika tidak maka 0
= 47.4567 – 90.55 < 0.0957; maka 0
- [21] Tampunguan Awal Periode = Tampunguan Aktif
- [22] Tampunguan Akhir Periode = Jika [20] < > 0; Maka 0; Jika [18] <
> 0; Maka 0; Jika (19) < > 0; Maka
Kap.Tamp Aktif; Jika tidak Maka
(17)-Keb Tereduksi
= 90.550 Juta m³
- [23] Volume Outflow Pasokan = Jika [18] = 0; maka Keb Tereduksi;
Jika tidak maka [17]
= 0 = 0; Maka 29.0319
- [24] Outflow Pasokan Persen Irigasi = Jika [(6) = 0; Maka 100, Jika {(23)-
(9)} <=0; Maka 0; Round (100.
((23)-(9))/(8),5]
= 100 %
- [25] Outflow Pasokan Defisit = Jika{ and [24]>=100, [23].>= [9]};

[26] Spillout

maka 0; jika tidak 1
 = 100% >= 100, 29.0319 >= 0.03823
 maka 0
 = Jika [19] = 0 maka 0; Jika Tidak
 [17]-[22]-[23]
 = 1 ≠ 0; Maka, 18,3289

Simulasi ini akan terus dilakukan untuk mendapatkan nilai kinerja dari alternatif *Rule Curve*. Simulasi berdasarkan *Rule Curve* pada tahun 1994 ditampilkan pada tabel 4.11. Setelah digunakan dalam simulasi tersebut selama 14 tahun ,maka *Rule Curve* tersebut akan menghasilkan nilai-nilai kinerja berupa paramater - parameter yang ditampilkan pada gambar 4.10.



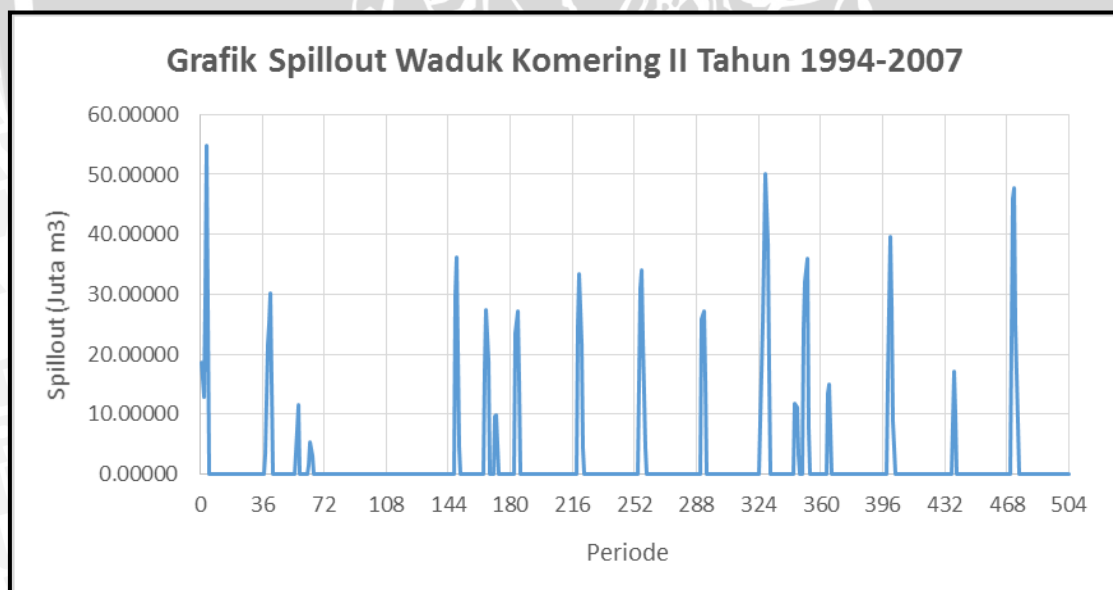
Gambar 4.14 Grafik Pedoman *Rule Curve* Waduk Komerling II
 Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk perhitungan Simulasi Pola Operasi Berdasarkan *Rule Curve* selanjutnya akan ditabelkan sebagai berikut :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Dari tabel diatas dalam Penerapan praktisnya simulasi pola operasi waduk ini terbagi menjadi tiga jenis pola lepasan yaitu 100%, 75%, dan < 75% (Kolom 24). Hasil ini didapatkan dari proses Running dengan Program Random Search dalam menemukan pola lepasan yang paling optimal setelah melakukan beberapa kali percobaan. Apabila tampungan akhir waduk berada diatas batas bawah *Rule Curve* maka waduk dapat melepas 100% dari total kebutuhan. Namun apabila tampungan akhir waduk berada dibawah batas bawah *Rule Curve* maka waduk hanya bisa melepas 75% dari total kebutuhan. Lepas 100% dan 75% merupakan nilai maksimum dalam pemenuhan kebutuhan yang akan dilayani. Serta apabila tampungan waduk memiliki volume yang sangat rendah dan hasil dari pasokan potensial sangat kecil maka waduk hanya dapat melepas kurang dari 75% dari total kebutuhan, pasokan potensial merupakan kemampuan waduk untuk memenuhi kebutuhan yang dibutuhkan. Maka dari itu pada kolom pengecekan (kolom 18,19,20) dipergunakan untuk melihat hasil dari proses lepasan simulasi waduk komering II. Dalam perencanaan pola *Rule Curve* kedepan apabila pola diatas masih relevan maka dapat diikuti sesuai pedoman, namun apabila kebalikannya maka perlu ada revisi agar sesuai dengan situasi yang sedang terjadi.



Gambar 4.15 Grafik Spillout Waduk Komerling II Tahun 1994-2007
Sumber : Hasil Perhitungan

Dari grafik Spillout diatas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa dari hasil simulasi pola operasi selama 14 tahun berdasarkan *Rule Curve* dalam analisa hasil Spillout waduk komering II terdapat beberapa titik di antara periodenya yang memiliki limpasan debit yang cukup tinggi hal ini dikarenakan terjadi hujan yang cukup intens dan pemenuhan

kebutuhan irigasi dan air baku yang telah terpenuhi secara keseluruhan. maka hasil spillout ini dapat dijadikan analisa lanjutan untuk pemenuhan kebutuhan yang lain agar dapat lebih dimanfaatkan lebih optimal.

4.7.1 Simulasi Fungsi Produksi Panen

Simulasi akan dilakukan selama 14 tahun dari tahun 1994 – 2007. Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai produksi irigasi maksimal pada luasan yang telah ditetapkan, sehingga dapat dianalisa estimasi hasil produksi berdasarkan pemberian air sepanjang musim tanam, dengan penarapan model sinus perkalian pada fungsi produksinya. Berikut adalah tahapan untuk simulasi Produksi Panen pada Januari periode I tahun 1994 adalah sebagai berikut. :

[1] Periode

$$\begin{aligned}
 [2] \text{ AWRi} &= \text{Outflow Pasokan irigasi (Tabel 4.27; 24) / 100} \\
 &= 100/100 \\
 &= 1.000
 \end{aligned}$$

[3] Yri = Rumus Fungsi Sinus perkalian (2.31)

[4] Yr = Hasil perkalian Yri (Jan1-Des3)

[5] Produksi Maks, = 1,734,336.00 Juta (Produksi 1 tahun)

[6] Produksi Rill = [4]. [5] / 1000
= 1,182.80 Juta

Tabel 4.31 Perhitungan Kebutuhan Produksi Rill Irigasi Tahun 1994

Periode	Awri	Yri	Yr	Produksi Maks. [juta Rp]	Produksi Rill [juta Rp]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Jan-1	1.0000	1.0000			
Jan-2	1.0000	1.0000			
Jan-3	1.0000	1.0000			
Feb-1	1.0000	1.0000			
Feb-2	1.0000	1.0000			
Feb-3	1.0000	1.0000			
Mar-1	1.0000	1.0000			
Mar-2	0.7520	0.9985			
Mar-3	0.9901	1.0000			
Apr-1	0.3157	0.9819			
Apr-2	0.6690	0.9972			
Apr-3	0.7519	0.9985			
Mei-1	0.7517	0.9985			
Mei-2	0.7518	0.9985			

Periode	Awri	Yri	Yr	Produksi Maks. [juta Rp]	Produksi Riil [juta Rp]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Mei-3	0.1909	0.9681			
Jun-1	0.2663	0.9774			
Jun-2	0.2066	0.9703			
Jun-3	0.2282	0.9731			
Jul-1	0.7349	0.9983			
Jul-2	0.7104	0.9979			
Jul-3	0.7498	0.9985			
Ags-1	0.7518	0.9985			
Ags-2	0.5128	0.9928			
Ags-3	0.1978	0.9691			
Sep-1	0.2028	0.9698			
Sep-2	0.7513	0.9985			
Sep-3	0.7515	0.9985			
Okt-1	0.7116	0.9979			
Okt-2	0.1713	0.9650			
Okt-3	0.0757	0.9432			
Nov-1	0.1949	0.9687			
Nov-2	0.6553	0.9969			
Nov-3	0.1958	0.9688			
Des-1	0.7519	0.9985			
Des-2	1.0000	1.0000			
Des-3	1.0000	1.0000	0.68199	1,734,336.00	1,182.80

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.32 Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Produksi Riil Irigasi Tahun 1994

Periode	Yr	Produksi Maks. [juta Rp]	Produksi Riil
1994	0.68199	1,734,336.00	1,182.80
1995	0.96518	1,734,336.00	1,673.94
1996	0.60000	1,734,336.00	1,040.60
1997	0.63972	1,734,336.00	1,109.48
1998	0.95713	1,734,336.00	1,659.98
1999	0.88757	1,734,336.00	1,539.34
2000	0.95008	1,734,336.00	1,647.76



Periode	Yr	Produksi Maks. [juta Rp]	Produksi Rill
2001	0.94776	1,734,336.00	1,643.73
2002	0.94532	1,734,336.00	1,639.51
2003	0.97731	1,734,336.00	1,694.98
2004	0.93313	1,734,336.00	1,618.36
2005	0.94951	1,734,336.00	1,646.77
2006	0.85489	1,734,336.00	1,482.67
2007	0.83906	1,734,336.00	1,455.21

Sumber : Hasil Perhitungan

4.8 Analisa Rencana Pola Operasi Waduk penerapan Jangka Panjang

Pada pembahasan dibagian atas telah dijelaskan penerapan analisa pola operasi waduk berdasarkan *Rule Curve* secara series 14 tahun, namun dalam penerapan jangka panjang hasil dari simulasi pola operasi diatas belum dapat diaplikasikan secara berkelanjutan diluar tahun dasar rencananya, sehingga diperlukan perbandingan perhitungan analisa simulasi pola operasi dengan menggunakan keandalan guna diharapkan adanya penerapan pola operasi waduk jangka panjang. Dalam penerapannya analisa ini menggunakan pola operasi waduk berdasarkan tampungan dengan menggunakan 4 karakteristik debit keandalan.

4.8.1 Perhitungan Debit Andalan

Perhitungan debit andalan menggunakan analisa tahun dasar perencanaan (basic years). Keandalan debit yang digunakan adalah sebesar 26.02 %, 50.68 %, 75.34 %, dan 97.30 %. Dalam perhitungan debit andalan, metode tahun dasar terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan sebagai berikut:

1. Menghitung Rerata Debit dalam Satu tahun untuk setiap tahun data yang diketahui.
2. Merangkum data rerata debit dari kecil ke besar
3. Menghitung propabilitas untuk setiap data dengan menggunakan metode tahun dasar (*Basic years*).

Perhitungan curah hujan rata-rata daerah dengan menggunakan metode rata-rata hitung dengan rumus sebagai berikut.

Contoh Perhitungan :

Diketahui : Banyak data (n) = 14

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 Q_{26.02\%} &= \frac{n}{\frac{100\%}{(100\% - 26.02\%)} + 1} \\
 &= \frac{14}{1.35} + 1 \\
 &= 11.3 \approx 11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{50.68\%} &= \frac{n}{\frac{100\%}{(100\% - 50.68\%)} + 1} \\
 &= \frac{14}{2.03} + 1 \\
 &= 7.8 \approx 8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{75.34\%} &= \frac{n}{\frac{100\%}{(100\% - 75.34\%)} + 1} \\
 &= \frac{14}{4.06} + 1 \\
 &= 4.44 \approx 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{97.30\%} &= \frac{n}{\frac{100\%}{(100\% - 97.30\%)} + 1} \\
 &= \frac{14}{38.03} + 1 \\
 &= 1.3 \approx 1
 \end{aligned}$$

Tabel 4.33 Rekapitulasi Karakteristik Debit Andalan Terpilih

No	Tahun	Debit Rerata (m ³ /dtk)	Tahun	Debit Terurut (m ³ /dtk)	Probabilitas (%)	Keterangan
1	1994	25.729	1996	16.680	97,30%	Tersedia 97,30 % dalam setahun (Debit Air Kering)
2	1995	40.829	1997	19.839		
3	1996	16.680	1994	25.729		
4	1997	19.839	2007	30.359	73,34%	Tersedia 73,34 % dalam setahun (Debit Air Rendah)
5	1998	43.294	2004	31.210		
6	1999	31.302	2006	31.228		
7	2000	33.285	1999	31.302		
8	2001	34.058	2000	33.285	50,68%	Tersedia 50,68 % dalam setahun (Debit Air Normal)
9	2002	35.756	2005	33.485		
10	2003	43.848	2001	34.058		
11	2004	31.210	2002	35.756	26,02%	Tersedia 26,02 % dalam setahun (Debit Air Cukup)
12	2005	33.485	1995	40.829		
13	2006	31.228	1998	43.294		
14	2007	30.359	2003	43.848		

Sumber : Hasil Perhitungan

4.8.2 Penyusunan Pedoman Pola Operasi Waduk Komerling II

Volume air yang dilepaskan dari waduk umumnya sama dengan volume kebutuhan air. Hal ini akan memungkinkan pada suatu saat elevasi muka air waduk menjadi sangat rendah (dibawah elevasi operasional minimum) sehingga tidak dapat melayani kebutuhan, kecuali bila ada kebijakan yang mengatur bahwa adanya sebagian kebutuhan air yang dilayani dari waduk.

Pada pembahasan kali ini akan digunakan 2 alternatif untuk pembatasan lepasan air dari waduk.

Tabel 4.34. Batas Lepasn Alternatif I (5 Kelas)

No. Kisaran	Batas Minimum Tampungan Waduk (%)	Lepasn dari Tampungan (%)
1	0-20	10
2	20-40	40
3	40-60	75
4	60-80	90
5	80-100	100

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.35. Batas Lepasn Alternatif II (10 Kelas)

No. Kisaran	Batas Minimum Tampungan Waduk (%)	Lepasn dari Tampungan (%)
1	0-10	10
2	10-20	20
3	20-30	30
4	30-40	40
5	40-50	50
6	50-60	60
7	60-70	70
8	70-80	80
9	80-90	90
10	90-100	100

Sumber : Hasil Perhitungan

4.8.3 Pedoman Pola Operasi Berdasarkan Tampungannya Alternatif I (5 Kelas)

Untuk mengetahui Pedoman operasi waduk komering digunakan Alternatif I (5 Kelas) dalam batas lepasan sesuai dengan Tabel 4.39. Berikut merupakan contoh perhitungan Analisa perhitungan simulasi pedoman operasi berdasarkan 5 kelas. Data-data yang diketahui ialah:

- Tampungannya Bruto = 137.250.000 m³
- Tampungannya Mati = 22.000.000 m³
- Tampungannya Effektif = 115.250.000 m³
- Pola Tata Tanam = Padi-Padi-Palawija
- Luas Irigasi = 72000 ha
- Kebutuhan Air Baku = 3822,51 m³/hari

Berikut merupakan contoh perhitungan Pada Bulan Januari Periode I dengan Debit Andalan 97.30 % (Debit Kering)

1. Nomor urut tabel (label)
2. Bulan Januari (label)
3. Periode I (label)
4. Jumlah Hari pada Periode I = 10 hari
5. Inflow (m³/dt) = 21.8 m³/dt (Tabel 4.38)
6. Inflow (m³) = 21.8 m³ x (10 x 24 x 60 x 60)
= 18819300 m³
7. Outflow Air Irigasi (l/dt/ha) = 0.12 l/dt/ha (Tabel 4.16)
8. Outflow Air Irigasi (m³/dt) = 4960*72000/1000
= 8.928 m³/dt
9. Outflow Air Irigasi (m³) = 8.928 x (10 x 24 x 60 x 60)
= 7713800 m³
10. Outflow Air Baku (m³/dt) = 3822,51 (Tabel 4.23)
11. Outflow Air Baku (m³) = 10 x 3822,51
= 38225 m³
12. Luas (km²) = 50,6 km² (Interpolasi Data Lengkung Kapasitas)
13. Total Outflow = Air irigasi (m³) + Air baku (m³)
= 7713800+ 38225
= 7752025 m³
14. Lepasannya = 100 % (Berdasarkan Tabel 4.24)
15. Lepasannya = Total Outflow x Lepasannya (%)

16. Evaporasi (mm/hari) = 7752025 juta m³
 = 3.20 mm/hari (Tabel 4.14)
17. Evaporasi (m³) = (Luas*10⁶) x (3.20*1000) x 10
 = 1,618.483 m³
18. Si+1 = Inflow (m³) – Lepasn + S. Akhir - Evaporasi (m³)
 = 18819300 – 7752025 + 115250000 - 1618483
 = 1246987913 m³
19. S Akhir Periode = Jika Si+1 < 0 maka 0
 Jika Si+1 < Seff maka Seff
 Jika Si+1 > 0 < Seff maka Si+1
 = 115250000 m³
20. S Akhir Periode = S. akhir/Tampungan Efektif
 = 100 %
21. S Total Periode = S Akhir Periode + Tampungan Mati
 = 137250000
22. Spillout = (Si+1) – (S total periode)
 = 1246987913 – 137250000
 = 9448791 m³
23. Keterangan = Jika S total periode > Tampungan mati = Sukses
 Jika S total periode < Tampungan mati = Gagal
 = Sukses

Untuk pedoman pola operasi alternatif I selanjutnya akan ditabelkan sebagai berikut :

4.8.4. Pedoman Operasi Alternatif II (10 Kelas)

Untuk mengetahui Pedoman operasi waduk komering digunakan Alternatif I (10 Kelas) dalam batas lepaan sesuai dengan Tabel 4.39. Berikut merupakan contoh perhitungan Analisa perhitungan simulasi pedoman operasi berdasarkan 10 kelas. Data-data yang diketahui ialah:

Tampungang Bruto	= 137.250.000 m ³
- Tampungan Mati	= 22.000.000 m ³
- Tampungan Effektif	= 115.250.000 m ³
- Pola Tata Tanam	= Padi-Padi-Palawija
- Luas Irigasi	= 72000 ha
- Kebutuhan Air Baku	= 3822,51 m ³ /hari

Berikut merupakan contoh perhitungan Pada Bulan Januari Periode I dengan Debit Andalan 97.30 % (Debit Kering)

1. Nomor urut tabel (label)
2. Bulan Januari (label)
3. Periode I (label)
4. Jumlah Hari pada Periode I = 10 hari
5. Inflow (m³/dt) = 21.8 m³/dt (Tabel 4.38)
6. Inflow (m³) = 21.8 m³ x (10 x 24 x 60 x 60)
= 18819300 m³
7. Outflow Air Irigasi (l/dt/ha) = 0.12 l/dt/ha (Tabel 4.16)
8. Outflow Air Irigasi (m³/dt) = 4960*72000/1000
= 8.928 m³/dt
9. Outflow Air Irigasi (m³) = 8.928 x (10 x 24 x 60 x 60)
= 7713800 m³
10. Outflow Air Baku (m³/dt) = 3822,51 (Tabel 4.23)
11. Outflow Air Baku (m³) = 10 x 3822,51
= 38225 m³
12. Luas (km²) = 50,6 km² (Interpolasi Data Lengkung Kapasitas)
13. Total Outflow = Air irigasi (m³) + Air baku (m³)
= 7713800+ 38225
= 7752025 m³
14. Lepasan = 100 % (Berdasarkan Tabel 4.24)
15. Lepasan = Total Outflow x Lepasan (%)

16. Evaporasi (mm/hari) = 7752025 juta m³
 = 3.20 mm/hari (Tabel 4.14)
17. Evaporasi (m³) = (Luas*10⁶) x (3.20*1000) x 10
 = 1,618.483 m³
19. Si+1 = Inflow (m³) – Lepasn + S. Akhir - Evaporasi (m³)
 = 18819300 – 7752025 + 115250000 - 1618483
 = 1246987913 m³
19. S Akhir Periode = Jika Si+1 < 0 maka 0
 Jika Si+1 < Seff maka Seff
 Jika Si+1 > 0 < Seff maka Si+1
 = 115250000 m³
20. S Akhir Periode = S. akhir/Tampungan Efektif
 = 100 %
21. S Total Periode = S Akhir Periode + Tampungan Mati
 = 137250000
22. Spillout = (Si+1) – (S total periode)
 = 1246987913 – 137250000
 = 9448791 m³
23. Keterangan = Jika S total periode > Tampungan mati = Sukses
 Jika S total periode < Tampungan mati = Gagal
 = Sukses

Untuk pedoman pola operasi alternatif II selanjutnya akan ditabelkan sebagai berikut :

Dalam analisa jangka panjang dengan menggunakan pola operasi waduk berdasarkan tampungan kedepannya akan meninjau data iklim yang dikeluarkan oleh BMKG kita dapat memprediksi air yang masuk kedalam tampungan waduk selama satu tahun dan menerapkannya pada hasil simulasi pola operasi yang telah ada dengan melihat karakter debit yang akan terjadi pada saat itu.

Pada sub bab 4.6 diatas merupakan proses dalam analisa perhitungan simulasi pola operasi dengan *Rule Curve*. Proses tersebut dilakukan secara simulasi series 14 tahun perencanaan (1994-2007). Sehingga menghasilkan 1 pedoman *Rule Curve*. Namun dalam penerapan jangka panjangnya analisa *Rule Curve* yang seperti ini belum dapat diaplikasikan dalam usia waduk diluar tahun perencanaan simulasi pola operasi rencana. sehingga dalam penerapan pola operasi jangka panjang studi ini menambahkan satu bahasan dengan menggunakan simulasi pola operasi waduk yang berdasarkan tampungan dengan 4 karekteristik debit keandalan, yang diharapkan dapat mencerminkan pola operasi waduk ini kedepannya.

