BAB IV
PEMBAHASAN

4.1. Uji Pemompaan Air Tanah

Uji pemompaan yang akan dilakukan pada studi ini adalah:

1. Pengujian akuifer
2. Pengujian sumur

4.1.1. Pengujian Akuifer

Pengujian akuifer adalah pengujian yang dilakukan pada lapisan pembawa air (akuifer). Pengujian akuifer ini bertujuan untuk memperoleh sifat hidraulis akuifernya (koefisien keterusan atau transmisivitas akuifer = T) dengan jalan menganalisa data pengamatan didapatkan harga T, maka dapat dihitung harga K (koefisien kelulusan air). Selain itu pengujian akuifer juga bertujuan untuk menetapkan jenis akuifer yang dihadapi dan hasilnya bisa menambah kepastian terhadap hasil analisa deskripsi geologinya

Data yang digunakan dalam pengujian akuifer adalah data hasil pemompaan dengan debit tetap (*long period test*), prinsipnya adalah dengan memompa air dari sumur uji dengan debit yang tertentu (konstan) dan selama waktu yang tertentu pula. Sebelum dianalisa, data tersebut disesuaikan berdasarkan dari jenis aliran yaitu aliran tunak (*steady state flow*) dan aliran tidak tunak (*unsteady state flow*).

Perhitungan uji akuifer pada sumur SBK - 115 Desa Sumberkima Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng adalah sebagai berikut:

Dari data didapat:

Ketebalan akuifer (D)	=	36 m
Jari-jari sumur (r_w)	=	8 inch
	=	10,16 cm
	=	0,1016 m
Debit pemompaan	=	11,13 lt/dt
	=	m^3/hari
Sw	=	19,35 m (dipilih SW terbesar)

Data hasil pemompaan dengan debit tetap (*long period test*) dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1. Hasil Pemompaan dengan Debit Tetap (*Long Period Test*)

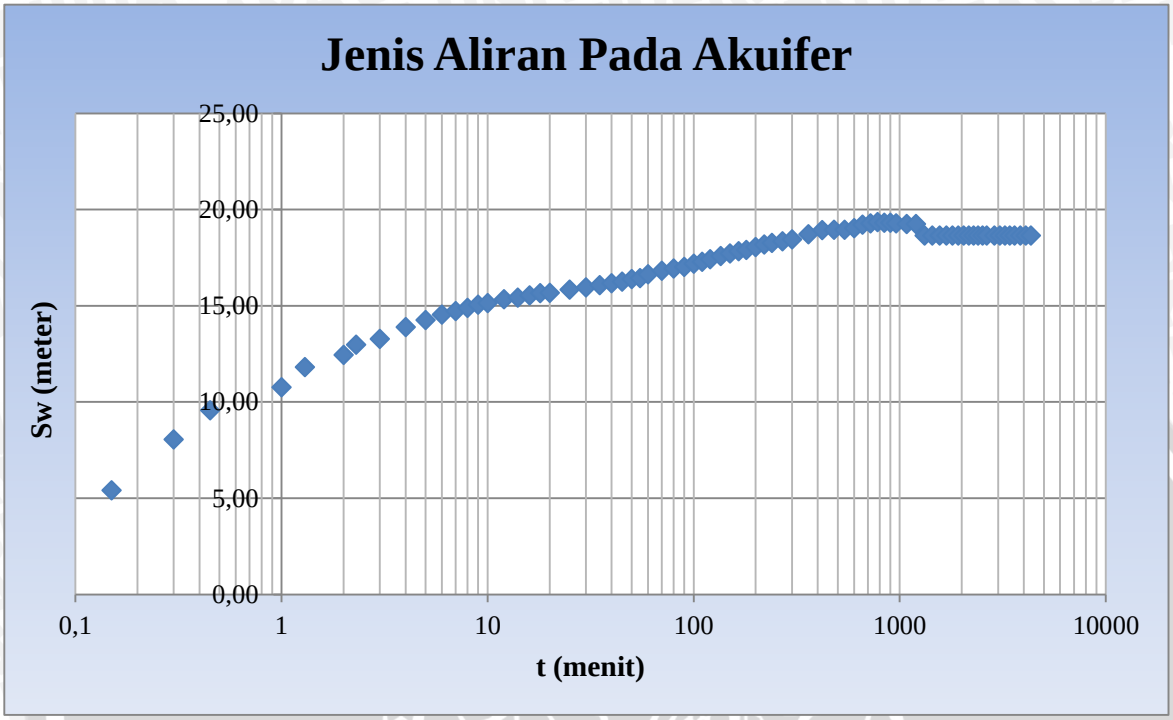
LONG PERIOD TEST			
Nama Sumur	: SBK- 115	Merk Pompa	: Grundfos
Lokasi	: Ds. Sumber Kima , Buleleng	Kedudukan Pompa	: 36 meter
SWL/Jam	: 6.50 meter	Debit Pemompaan	: 11.13 lt/dt

No.	Elevasi Muka Air			Water Level		Debit Pemompaan		Sw/Q (dt/m^2)	Q/Sw (m^2/dt)
	Jam	Menit	Sw	SWL	TKA	lt/dt	m^3/hari		
1	16.25	0		6.50					
2		0.15	5.41		11.91	11.13	961.632	0.01	177.7508
3		0.3	8.06		14.56	11.13	961.632	0.01	119.3092
4		0.45	9.58		16.08	11.13	961.632	0.01	100.3791
5		1	10.78		17.28	11.13	961.632	0.01	89.2052
6		1.3	11.82		18.32	11.13	961.632	0.01	81.3563
7		2	12.46		18.96	11.13	961.632	0.01	77.1775
8		2.3	12.99		19.49	11.13	961.632	0.01	74.0286
9		3	13.28		19.78	11.13	961.632	0.01	72.4120
10		4	13.90		20.40	11.13	961.632	0.01	69.1822
11		5	14.26		20.76	11.13	961.632	0.01	67.4356
12		6	14.54		21.04	11.13	961.632	0.02	66.1370
13		7	14.73		21.23	11.13	961.632	0.02	65.2839
14		8	14.90		21.40	11.13	961.632	0.02	64.5391
15		9	15.06		21.56	11.13	961.632	0.02	63.8534
16		10	15.15		21.65	11.13	961.632	0.02	63.4741
17		12	15.35		21.85	11.13	961.632	0.02	62.6470
18		14	15.43		21.93	11.13	961.632	0.02	62.3222
19		16	15.55		22.05	11.13	961.632	0.02	61.8413
20		18	15.66		22.16	11.13	961.632	0.02	61.4069
21		20	15.68		22.18	11.13	961.632	0.02	61.3286
22		25	15.85		22.35	11.13	961.632	0.02	60.6708
23		30	15.96		22.46	11.13	961.632	0.02	60.2526
24		35	16.07		22.57	11.13	961.632	0.02	59.8402
25		40	16.18		22.68	11.13	961.632	0.02	59.4334
26		45	16.26		22.76	11.13	961.632	0.02	59.1410
27		50	16.40		22.90	11.13	961.632	0.02	58.6361
28		55	16.44		22.94	11.13	961.632	0.02	58.4934
29	17.25	60	16.65		23.15	11.13	961.632	0.02	57.7557

30		70	16.82		23.32	11.13	961.632	0.02	57.1719
31		80	16.95		23.45	11.13	961.632	0.02	56.7335
32		90	17.03		23.53	11.13	961.632	0.02	56.4669
33		100	17.19		23.69	11.13	961.632	0.02	55.9414
34		110	17.29		23.79	11.13	961.632	0.02	55.6178
35	18.25	120	17.42		23.92	11.13	961.632	0.02	55.2028
36		135	17.59		24.09	11.13	961.632	0.02	54.6692
37		150	17.72		24.22	11.13	961.632	0.02	54.2682
38		165	17.84		24.34	11.13	961.632	0.02	53.9031
39	19.25	180	17.91		24.41	11.13	961.632	0.02	53.6925
40		200	18.05		24.55	11.13	961.632	0.02	53.2760
41		220	18.19		24.69	11.13	961.632	0.02	52.8660
42	20.23	240	18.28		24.78	11.13	961.632	0.02	52.6057
43		270	18.36		24.86	11.13	961.632	0.02	52.3765
44	21.23	300	18.46		24.96	11.13	961.632	0.02	52.0927
45	22.23	360	18.73		25.23	11.13	961.632	0.02	51.3418
46	23.23	420	18.93		25.43	11.13	961.632	0.02	50.7994
47	00.25	480	18.95		25.45	11.13	961.632	0.02	50.7458
48	01.25	540	18.96		25.46	11.13	961.632	0.02	50.7190
49	02.25	600	19.03		25.53	11.13	961.632	0.02	50.5324
50	03.00	660	19.22		25.72	11.13	961.632	0.02	50.0329
51	04.25	720	19.28		25.78	11.13	961.632	0.02	49.8772
52	05.25	780	19.35		25.85	11.13	961.632	0.02	49.6967
53	06.25	840	19.32		25.82	11.13	961.632	0.02	49.7739
54	07.25	900	19.32		25.82	11.13	961.632	0.02	49.7739
55	08.25	960	19.28		25.78	11.13	961.632	0.02	49.8772
56	10.25	1080	19.25		25.75	11.13	961.632	0.02	49.9549
57	12.25	1200	19.25		25.75	11.13	961.632	0.02	49.9549
58	14.25	1320	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
59	16.25	1440	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
60		1560	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
61		1680	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
62		1800	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
63		1920	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
64		2040	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
65		2160	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
66		2280	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
67		2400	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
68		2520	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
69		2640	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
70		2880	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
71		3060	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
72		3240	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
73		3420	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
74		3600	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344

75		3840	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
76		4080	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344
77		4320	18.66		25.16	11.13	961.632	0.02	51.5344

Sumber: Data



Gambar 4.1. Jenis Aliran Pada Akuifer

Berdasarkan grafik di atas, jenis aliran pada sumur SBK – 115 merupakan **aliran tunak (*steady state flow*)**, sehingga dianalisa menggunakan metode Thiem. Nilai transmisivitas akuifer adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{1{,}22 \times Q}{Sw}$$

$$= \frac{1{,}22 \times 961{,}632}{1{,}38}$$

$$= \frac{1362{,}925}{19{,}35}$$

$$= 60{,}630 \text{ m}^2\text{/hari}$$

Harga kelulusan air (K) dapat dihitung sebagai berikut:

$$K = \frac{T}{D}$$

$$= \frac{60{,}630}{36}$$

= 1,68 m/hari

Dari analisa di atas terlihat bahwa macam batuan dari akuifer tersebut adalah pasiran dengan sifat kelulusan air yang sangat tinggi.

4.1.2. Pengujian Sumur

Tujuan dilakukan pengujian sumur adalah untuk menetapkan kemampuan sumur yang akan diproduksi. Dari debit (Q) dan penurunan muka air (S) yang

diukur, dapat diperoleh kapasitas jenis sumur atau penurunan jenis sumurnya. Kapasitas jenis sumur merupakan ukuran kemampuan produksi suatu sumur.

Data yang digunakan dalam pengujian akuifer adalah data hasil pemompaan dengan debit bertahap (*step drawdown test*), yaitu dengan mengadakan pemompaan secara terus menerus dengan perubahan debit secara bertahap pada sumur.

Perhitungan uji sumur pada sumur SBK - 115 Desa Sumberkima Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng adalah sebagai berikut:

Dari data didapat:

Ketebalan akuifer (D) = 36 m

Jari-jari sumur (r_w) = 8 inch

= 10,16 cm

= 0,1016 m

Data hasil pemompaan dengan debit bertahap (*step drawdown test*) dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2. Hasil Pemompaan dengan Debit Bertahap (*Step Drawdown Test*) No. I

STEP DRAW DOWN TEST

Step Test No. II

Nama Sumur	: SBK - 115	Merk Pompa	: Grundfos
Lokasi	: Ds. Sumberkima	Kedudukan Pompa	: 36 meter
SWL/Jam	: 6.54 meter	Debit Pemompaan	: 3.357 lt/dt

No.	Elevasi Muka Air			Water Level		Debit Pemompaan		Sw/Q (dt/m^2)	Q/Sw (m^2/dt)
	Jam	Menit	Sw	SWL	TKA	lt/dt	m^3/dt		
1	11.15	0		6.54					
2		0.15	3.56		10.10	3.36	0.00336	1059.5238	0.0009
3		0.30	4.67		11.21	3.36	0.00336	1389.8810	0.0007
4		0.45	4.91		11.45	3.36	0.00336	1461.3095	0.0007
5		1	5.59		12.13	3.36	0.00336	1663.6905	0.0006
6		1.30	5.64		12.18	3.36	0.00336	1678.5714	0.0006
7		2	5.74		12.28	3.36	0.00336	1708.3333	0.0006
8		2.30	5.77		12.31	3.36	0.00336	1717.2619	0.0006
9		3	5.81		12.35	3.36	0.00336	1729.1667	0.0006
10		4	5.82		12.36	3.36	0.00336	1732.1429	0.0006
11	11.2	5	5.87		12.41	3.36	0.00336	1747.0238	0.0006
12		6	5.91		12.45	3.36	0.00336	1758.9286	0.0006
13		7	5.92		12.46	3.36	0.00336	1761.9048	0.0006
14		8	5.94		12.48	3.36	0.00336	1767.8571	0.0006
15		9	5.96		12.50	3.36	0.00336	1773.8095	0.0006
16	11.25	10	5.99		12.53	3.36	0.00336	1782.7381	0.0006
17		12	6.04		12.58	3.36	0.00336	1797.6190	0.0006
18	11.29	14	6.08		12.62	3.36	0.00336	1809.5238	0.0006
19		16	6.14		12.68	3.36	0.00336	1827.3810	0.0005
20		18	6.18		12.72	3.36	0.00336	1839.2857	0.0005
21	11.35	20	6.21		12.75	3.36	0.00336	1848.2143	0.0005
22	11.40	25	6.29		12.83	3.36	0.00336	1872.0238	0.0005
23	11.45	30	6.36		12.90	3.36	0.00336	1892.8571	0.0005
24	11.50	35	6.41		12.95	3.36	0.00336	1907.7381	0.0005
25	11.55	40	6.46		13.00	3.36	0.00336	1922.6190	0.0005
26	12.00	45	6.46		13.00	3.36	0.00336	1922.6190	0.0005
27	12.05	50	6.46		13.00	3.36	0.00336	1922.6190	0.0005
28	12.10	55	6.46		13.00	3.36	0.00336	1922.6190	0.0005
29	12.15	60	6.46		13.00	3.36	0.00336	1922.6190	0.0005

Sumber: Data

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.3. Hasil Pemompaan dengan Debit Bertahap (*Step Drawdown Test*) No. II

STEP DRAW DOWN TEST

Step Test No. II

Nama Sumur	: SBK - 115	Merk Pompa	: Grundfos
Lokasi	: Ds. Sumberkima	Kedudukan Pompa	: 36 meter
SWL/Jam	: 6.54 meter	Debit Pemompaan	: 3.357 lt/dt

No.	Elevasi Muka Air			Water Level		Debit Pemompaan		Sw/Q (dt/m^2)	Q/Sw (m^2/dt)
	Jam	Menit	Sw	SWL	TKA	lt/dt	m^3/dt		
1	12.15	0		6.54					
2		0.15	6.61		13.15	6.23	0.00623	1060.9952	0.0009
3		0.30	6.86		13.40	6.23	0.00623	1101.1236	0.0009
4		0.45	7.02		13.56	6.23	0.00623	1126.8058	0.0009
5		1	8.22		14.76	6.23	0.00623	1319.4222	0.0008
6		1.30	8.28		14.82	6.23	0.00623	1329.0530	0.0008
7		2	8.40		14.94	6.23	0.00623	1348.3146	0.0007
8		2.30	8.46		15.00	6.23	0.00623	1357.9454	0.0007
9		3	8.48		15.02	6.23	0.00623	1361.1557	0.0007
10		4	8.59		15.13	6.23	0.00623	1378.8122	0.0007
11	12.20	5	8.64		15.18	6.23	0.00623	1386.8379	0.0007
12		6	8.71		15.25	6.23	0.00623	1398.0738	0.0007
13		7	8.75		15.29	6.23	0.00623	1404.4944	0.0007
14		8	8.79		15.33	6.23	0.00623	1410.9149	0.0007
15		9	8.84		15.38	6.23	0.00623	1418.9406	0.0007
16	12.25	10	8.86		15.40	6.23	0.00623	1422.1509	0.0007
17		12	8.91		15.45	6.23	0.00623	1430.1766	0.0007
18	12.29	14	8.98		15.52	6.23	0.00623	1441.4125	0.0007
19		16	9.04		15.58	6.23	0.00623	1451.0433	0.0007
20		18	9.07		15.61	6.23	0.00623	1455.8587	0.0007
21	12.35	20	9.09		15.63	6.23	0.00623	1459.0690	0.0007
22	12.40	25	9.17		15.71	6.23	0.00623	1471.9101	0.0007
23	12.45	30	9.22		15.76	6.23	0.00623	1479.9358	0.0007
24	12.50	35	9.30		15.84	6.23	0.00623	1492.7769	0.0007
25	12.55	40	9.34		15.88	6.23	0.00623	1499.1974	0.0007
26	13.00	45	9.38		15.92	6.23	0.00623	1505.6180	0.0007
27	13.05	50	9.42		15.96	6.23	0.00623	1512.0385	0.0007
28	13.10	55	9.42		15.96	6.23	0.00623	1512.0385	0.0007
29	13.15	60	9.44		15.98	6.23	0.00623	1515.2488	0.0007

Sumber: Data

Tabel 4.4. Hasil Pemompaan dengan Debit Bertahap (*Step Drawdown Test*) No. III

STEP DRAW DOWN TEST

Step Test No. III

Nama Sumur	: SBK - 115	Merk Pompa	: Grundfos
Lokasi	: Ds. Sumberkima	Kedudukan Pompa	: 36 meter
SWL/Jam	: 6.54 meter	Debit Pemompaan	: 3.357 lt/dt

No.	Elevasi Muka Air			Water Level		Debit Pemompaan		Sw/Q (dt/m^2)	Q/Sw (m^2/dt)
	Jam	Menit	Sw	SWL	TKA	lt/dt	m^3/dt		
1	13.15	0		6.54					
2		0.15	9.47		16.01	8.47	0.00847	1118.0638	0.0009
3		0.30	10.58		17.12	8.47	0.00847	1249.1145	0.0008
4		0.45	11.56		18.10	8.47	0.00847	1364.8170	0.0007
5		1	12.61		19.15	8.47	0.00847	1488.7839	0.0007
6		1.30	12.65		19.19	8.47	0.00847	1493.5065	0.0007
7		2	12.81		19.35	8.47	0.00847	1512.3967	0.0007
8		2.30	12.95		19.49	8.47	0.00847	1528.9256	0.0007
9		3	12.98		19.52	8.47	0.00847	1532.4675	0.0007
10		4	13.06		19.60	8.47	0.00847	1541.9126	0.0006
11	13.20	5	13.13		19.67	8.47	0.00847	1550.1771	0.0006
12		6	13.18		19.72	8.47	0.00847	1556.0803	0.0006
13		7	13.26		19.80	8.47	0.00847	1565.5254	0.0006
14		8	13.31		19.85	8.47	0.00847	1571.4286	0.0006
15		9	13.36		19.90	8.47	0.00847	1577.3318	0.0006
16	13.25	10	13.39		19.93	8.47	0.00847	1580.8737	0.0006
17		12	13.46		20.00	8.47	0.00847	1589.1381	0.0006
18		14	13.53		20.07	8.47	0.00847	1597.4026	0.0006
19		16	13.56		20.10	8.47	0.00847	1600.9445	0.0006
20		18	13.60		20.14	8.47	0.00847	1605.6671	0.0006
21	13.30	20	13.64		20.18	8.47	0.00847	1610.3896	0.0006
22	13.35	25	13.72		20.26	8.47	0.00847	1619.8347	0.0006
23	13.40	30	13.79		20.33	8.47	0.00847	1628.0992	0.0006
24	13.45	35	13.84		20.38	8.47	0.00847	1634.0024	0.0006
25	13.50	40	13.87		20.41	8.47	0.00847	1637.5443	0.0006
26	13.55	45	13.91		20.45	8.47	0.00847	1642.2668	0.0006
27	14.00	50	13.94		20.48	8.47	0.00847	1645.8087	0.0006
28	14.05	55	13.97		20.51	8.47	0.00847	1649.3506	0.0006
29	14.10	60	14.01		20.55	8.47	0.00847	1654.0732	0.0006

Sumber: Data

Tabel 4.5. Hasil Pemompaan dengan Debit Bertahap (*Step Drawdown Test*) No. IV

STEP DRAW DOWN TEST

Step Test No. IV

Nama Sumur	: SBK - 115	Merk Pompa	: Grundfos
Lokasi	: Ds. Sumberkima	Kedudukan Pompa	: 36 meter
SWL/Jam	: 6.54 meter	Debit Pemompaan	: 11.13 lt/dt

No.	Elevasi Muka Air			Water Level		Debit Pemompaan		Sw/Q (dt/m^2)	Q/Sw (m^2/dt)
	Jam	Menit	Sw	SWL	TKA	lt/dt	m^3/dt		
1	14.15	0		6.54					
2		0.15	14.41		20.95	11.13	0.01113	1294.6990	0.0008
3		0.30	14.91		21.45	11.13	0.01113	1339.6226	0.0007
4		0.45	15.44		21.98	11.13	0.01113	1387.2417	0.0007
5		1	15.72		22.26	11.13	0.01113	1412.3989	0.0007
6		1.30	15.87		22.41	11.13	0.01113	1425.8760	0.0007
7		2	16.28		22.82	11.13	0.01113	1462.7134	0.0007
8		2.30	16.38		22.92	11.13	0.01113	1471.6981	0.0007
9		3	16.46		23.00	11.13	0.01113	1478.8859	0.0007
10		4	16.59		23.13	11.13	0.01113	1490.5660	0.0007
11	14.2	5	16.62		23.16	11.13	0.01113	1493.2615	0.0007
12		6	16.71		23.25	11.13	0.01113	1501.3477	0.0007
13		7	16.76		23.30	11.13	0.01113	1505.8401	0.0007
14		8	16.80		23.34	11.13	0.01113	1509.4340	0.0007
15		9	16.84		23.38	11.13	0.01113	1513.0279	0.0007
16	14.25	10	16.87		23.41	11.13	0.01113	1515.7233	0.0007
17		12	16.92		23.46	11.13	0.01113	1520.2156	0.0007
18	14.29	14	16.97		23.51	11.13	0.01113	1524.7080	0.0007
19		16	17.00		23.54	11.13	0.01113	1527.4034	0.0007
20		18	17.04		23.58	11.13	0.01113	1530.9973	0.0007
21	14.35	20	17.06		23.60	11.13	0.01113	1532.7942	0.0007
22	14.40	25	17.11		23.65	11.13	0.01113	1537.2866	0.0007
23	14.45	30	17.13		23.67	11.13	0.01113	1539.0836	0.0006
24	14.50	35	17.15		23.69	11.13	0.01113	1540.8805	0.0006
25	14.55	40	17.17		23.71	11.13	0.01113	1542.6774	0.0006
26	15.00	45	17.21		23.75	11.13	0.01113	1546.2713	0.0006
27	15.05	50	17.24		23.78	11.13	0.01113	1548.9668	0.0006
28	15.10	55	17.26		23.80	11.13	0.01113	1550.7637	0.0006
29	15.15	60	17.29		23.83	11.13	0.01113	1553.4591	0.0006

Sumber: Data

Dari data hasil pemompaan dengan debit bertahap (*step drawdown test*) di atas, kemudian mencari nilai koefisien *aquifer loss* (B) dan nilai koefisien *well loss* (C). Sebagai contoh perhitungan diambil data hasil pemompaan dengan debit bertahap (*step drawdown test*) no. I sebagai berikut:

Q = 3,36 lt/dt = 0,00336 m^3/dt

Sw = 6,46 m

Q/Sw = 0,00336 / 6,46

= 0,00052 m^2/dt

Sw/Q = 6,46 / 0,00336

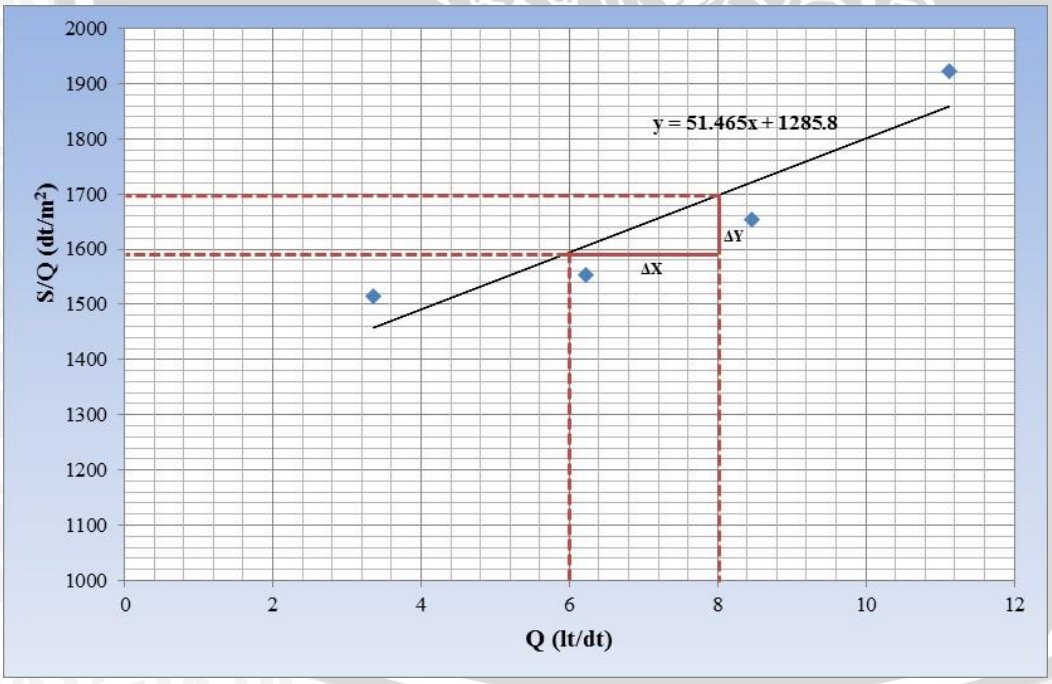
= 1922,62 dt/m^2

Perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.6. Perhitungan Q/Sw dan Sw/Q

Tahap Uji	Q (lt/dt)	Q (m^3/dt)	Sw (meter)	Q/S (m^2/dt)	S/Q (dt/m^2)
I	3.36	0.00336	6.46	0.00052	1922.62
II	6.23	0.00623	9.44	0.00066	1515.25
III	8.47	0.00847	14.01	0.00060	1654.07
IV	11.13	0.01113	17.29	0.00064	1553.46

Sumber: Data dan perhitungan



Gambar 4.2. Grafik Hubungan Q dan Sw/Q

Dari grafik di atas dapat diketahui nilai koefisien *aquifer loss* (B) adalah 1285,8 dt/m^2. Sedangkan nilai koefisien *well loss* (C) adalah 51,645 dt^2/m^5

Sehingga faktor *development* (Fd) adalah sebagai berikut:

$$Fd = \frac{C}{B} x\ 100$$

$$= \frac{51,47}{1285,8} x\ 100$$

$$= 4,002955\ dt/m^3$$

$$= 0,00005\ hari/m^3$$

Berdasarkan hasil faktor *development* (Fd) sumur SBK - 115 merupakan sumur dengan kondisi yang sangat baik dan mempunyai produktifitas yang tinggi.

4.2. Perhitungan Debit Optimum Sumur

Dalam menghitung debit optimum sumur pompa, digunakan Metode Grafis Sichardt. Data yang digunakan adalah data hasil pemompaan dengan debit bertahap (*step drawdown test*). Perhitungan debit optimum sebagai berikut:

Dari data didapatkan:

Ketebalan akuifer (D) = 36 m

Jari-jari sumur (r_w) = 8 inch

= 10,16 cm

= 0,1016 m

K = 0,00316

Sebagai contoh perhitungan diambil data hasil pemompaan dengan debit bertahap (*step drawdown test*) no. I sebagai berikut:

B = 1285,8 dt/m^2

C = 51,47dt^2/m^5

Q = 0.00336 m^3/dt

BQ = 1285,8 x 0,0198

= 4.320 m

CQ^2 = 51,47 x $(0,00336)^2$

= 0,001 m

Sw = $BQ + CQ^2$

= 4.320 + 0,001

= 4,321 m

Perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.7. Perhitungan Q/Sw dan Sw/Q

Tahap Uji	Q (lt/dt)	Q (m^3/dt)	Sw (meter)	Q/S (m^2/dt)	S/Q (dt/m^2)	B (dt/m^2)	C (dt^2/m^5)	BQ (meter)	CQ^2 (meter)	Sw (meter)
I	3.36	0.00336	6.46	0.00052	1922.62	1285.8	51.47	4.320	0.001	4.321
II	6.23	0.00623	9.44	0.00066	1515.25			8.011	0.002	8.013
III	8.47	0.00847	14.01	0.00060	1654.07			10.891	0.004	10.894
IV	11.13	0.01113	17.29	0.00064	1553.46			14.311	0.006	14.317

Sumber: Data dan perhitungan

Selanjutnya menghitung debit maksimum (Q_{maks}) sumur dengan persamaan Huisman sebagai berikut:

$$Q_{maks} = 2\pi \times r_w \times D \times \left(\frac{\sqrt{K}}{15}\right)$$

$$= 2 \times 3{,}14 \times 0{,}1016 \times 36 \times \left(\frac{\sqrt{0{,}00316}}{15}\right)$$

$$= 22{,}96973 \times 0{,}00086$$

$$= 0{,}0198 \ m^3/dt$$

$$BQ_{maks} = 1285{,}8 \times 0{,}0198$$

$$= 25{,}52 \ m$$

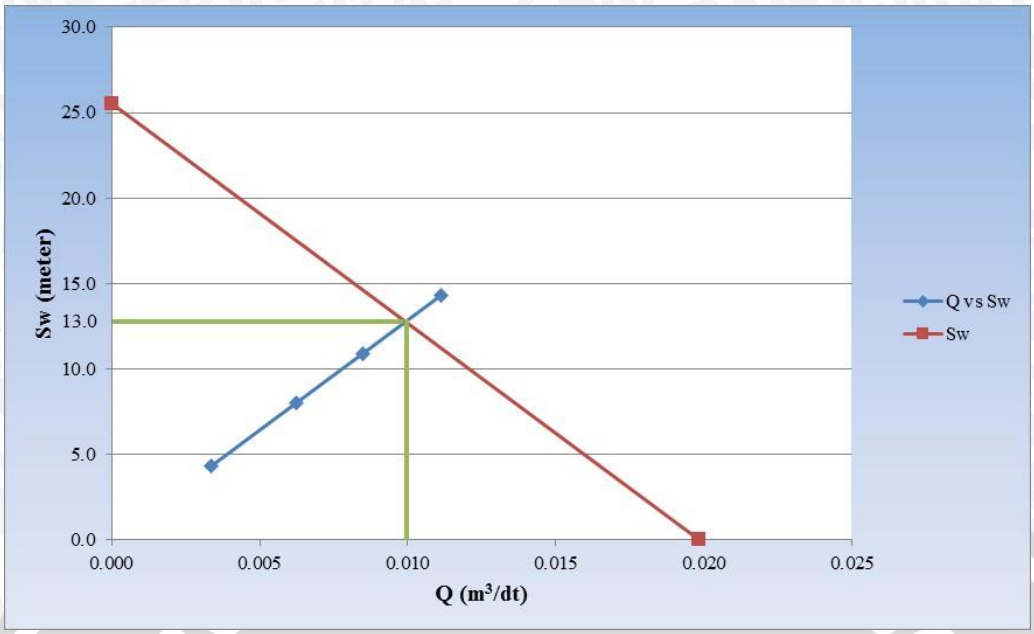
$$CQ_{maks}^2 = 51{,}47 \times (0{,}0198)^2$$

$$= 0{,}02 \ m$$

$$Sw_{maks} = BQ_{maks} + CQ_{maks}^2$$

$$= 25{,}52 + 0{,}02$$

$$= 25{,}54 \ m$$



Gambar 4.3. Grafik Q Optimum dan Sw Optimum

Dari grafik di atas didapatkan debit optimum ($Q_{optimum}$) sumur SBK - 115 adalah 0,010m^3/dt dan penurunan muka air optimum ($Sw_{optimum}$) adalah 13 m.

4.3. Pengolahan Data Hujan

Pengolahan data hujan untuk perencanaan jaringan irigasi air tanah pada studi ini menggunakan 2 stasiun hujan, yaitu stasiun hujan Pajarakan dan stasiun hujan Banyupoh. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian 10 tahun terakhir, yaitu dari tahun 2004 sampai tahun 2013. Pengolahan data hujan yang dilakukan adalah perhitungan curah hujan daerah dari 2 stasiun hujan dengan cara rata-rata aljabar. Data hujan harian diolah menjadi data hujan per 10 harian (periode tanam). Perhitungan curah hujan daerah dengan cara rata-rata aljabar pada adalah sebagai berikut:

Curah hujan pada tanggal 1 Januari tahun 2004 di stasiun hujan Pajarakan adalah 0,00 mm dan di stasiun hujan Banyupoh adalah 10 mm, sehingga:

R_1 = 0,00 mm

R_2 = 10 mm

n = 2

$$\overline{R} = \frac{1}{n}(R_1 + R_2)$$

$$= \frac{1}{2}x\,(0{,}00 + 10)$$

= 5 mm

Perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.8. Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2004

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	5.00	6.00	13.50	0.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50
2	0.50	0.00	18.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00
3	7.50	20.50	34.50	38.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00
4	0.00	17.00	8.00	0.00	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
5	2.50	15.50	3.50	7.00	17.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.50
6	32.00	9.50	11.00	19.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	25.50	10.50	11.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	24.50	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50
9	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	10.00	0.00	10.00	52.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.00
Periode I	**8.35**	**10.35**	**10.90**	**12.93**	**6.38**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**16.95**
11	0.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	17.50	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00
13	12.50	55.50	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00	2.50
14	0.00	3.50	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00
15	11.50	15.50	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00
16	10.00	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00
17	10.00	17.50	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.50	0.00
18	5.50	19.00	53.50	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	13.00
19	10.50	6.00	1.50	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.00	37.00
20	11.00	10.50	92.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
Periode II	**7.10**	**16.75**	**16.95**	**4.75**	**0.70**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.45**	**12.20**	**7.65**
21	5.50	0.00	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50
22	9.00	15.50	28.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	0.00
23	17.00	0.00	2.00	7.50	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	33.00
24	6.50	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	0.00
25	28.50	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00
26	6.50	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00
27	0.00	19.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	3.50
28	0.00	19.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00	0.00
29	30.50	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00
31	18.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode III	**11.27**	**7.14**	**6.77**	**0.68**	**0.00**	**1.64**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.14**	**7.41**	**4.45**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.9. Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2005

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	15.50	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50
2	37.50	0.00	12.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	30.00	0.00	0.00	11.00	0.50	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	18.50
4	4.50	1.00	0.00	11.50	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.00
5	11.50	64.00	5.50	1.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	11.50
6	35.50	20.00	6.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	2.50	16.50	13.50	2.00	1.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	1.00
8	0.00	0.00	10.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00
9	0.00	15.00	0.00	3.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	2.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode I	**13.70**	**11.65**	**5.40**	**4.35**	**2.00**	**1.95**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.15**	**0.95**	**8.25**
11	4.50	0.00	5.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	1.00	0.00	12.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.50	3.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	2.50	1.50	1.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	8.50
15	10.50	13.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	4.50
16	12.50	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	6.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	2.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00
19	0.00	8.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50
20	0.00	0.00	0.00	0.00	14.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50
Periode II	**2.75**	**2.70**	**1.70**	**3.00**	**2.25**	**1.50**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.05**	**0.80**	**2.90**
21	14.50	6.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.50
22	0.00	6.50	5.50	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	8.50	5.50	7.50	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50
24	0.00	21.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00
25	14.50	62.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00
26	15.50	5.50	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	6.50	6.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50
29	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
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
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
Periode III	**5.05**	**11.09**	**1.36**	**0.68**	**2.91**	**0.23**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.77**	**4.41**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.10.Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2006

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	41.50	0.00	0.00	3.25	0.00	12.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.20
2	34.95	1.25	15.50	5.25	19.75	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	11.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.75
4	0.00	0.25	0.00	2.50	0.00	0.00	7.35	0.00	0.00	0.75	0.00	33.50
5	0.75	0.00	7.25	8.50	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	9.00	20.10	5.50
6	11.00	0.00	2.25	25.25	0.00	0.00	3.25	0.00	0.00	0.85	2.80	1.50
7	0.00	7.00	1.75	2.50	0.00	0.00	0.00	0.75	3.40	2.00	5.25	5.50
8	21.50	23.50	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.75
9	0.00	8.75	11.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	27.45
10	0.00	20.25	0.50	10.50	0.00	3.35	0.00	0.00	0.00	4.75	2.00	6.25
Periode I	**12.07**	**6.10**	**4.30**	**6.08**	**1.98**	**1.77**	**1.14**	**0.08**	**0.34**	**2.54**	**3.02**	**12.54**
11	28.60	2.25	1.75	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	29.70
12	0.00	4.00	0.00	0.20	0.00	0.00	21.85	0.00	0.00	0.00	0.00	15.25
13	0.00	0.25	1.50	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.50
14	6.70	1.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	13.30	2.00	0.00	7.45	0.20	0.00	0.00	14.50	0.00	8.00	0.00	3.00
16	10.00	0.00	0.00	1.95	7.60	0.00	0.00	0.50	0.00	5.00	20.35	5.50
17	33.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.05	14.35	3.25
18	13.40	2.50	0.00	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	7.50	0.00
19	0.00	0.75	0.00	1.20	2.50	0.00	0.00	3.00	0.00	1.00	1.25	0.00
20	5.25	0.50	0.00	42.70	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.75	5.25	19.40
Periode II	**11.07**	**1.38**	**0.53**	**6.89**	**1.03**	**0.00**	**2.20**	**1.80**	**0.00**	**4.21**	**4.90**	**8.56**
21	8.75	0.25	11.50	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.50	28.70	2.25
22	7.70	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.75	2.85	2.00	0.00
23	8.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	12.20	0.00	4.50
24	9.90	20.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	55.60	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.00	9.25
26	1.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.25	0.00	9.25	0.00	17.00
27	16.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.25	0.75	20.20	0.00	0.00
28	3.00	3.25	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.50	0.00	0.00
29	2.25	0.00	2.25	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.75	6.25	3.25
30	0.00	0.00	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	5.75	0.00
31	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.20
Periode III	**5.29**	**2.55**	**2.61**	**0.44**	**0.00**	**0.00**	**0.05**	**4.00**	**0.23**	**12.36**	**3.88**	**7.95**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.11.Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2007

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	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	0.00	0.00	0.00	0.00	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	4.00	0.00	1.50	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	6.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	9.00	0.00	15.50	0.00	21.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
9	0.00	0.00	0.00	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode I	**0.40**	**1.90**	**0.15**	**3.30**	**0.85**	**4.95**	**2.15**	**0.00**	**0.00**	**0.25**	**0.25**	**0.85**
11	0.00	19.50	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00
12	0.00	39.00	24.50	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00	0.00	13.50	0.00	0.00
13	12.50	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
14	0.00	9.00	14.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50
15	0.00	8.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.50	0.00
16	12.00	0.00	0.00	23.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.50
17	8.50	6.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.50
19	10.00	0.00	0.00	4.00	9.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
20	4.50	53.50	0.00	7.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.50
Periode II	**4.75**	**13.55**	**4.30**	**3.85**	**2.35**	**2.50**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.50**	**1.00**	**10.98**
21	17.00	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00
22	19.00	8.50	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	26.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	9.50
24	14.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	16.00	0.00	0.00
25	15.50	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	33.50	2.50	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00	0.00	2.00	7.50	0.00
27	0.00	0.00	51.00	3.00	0.00	0.00	25.50	0.00	0.00	0.00	0.00	20.25
28	5.50	11.50	0.00	8.50	0.00	0.00	8.50	0.00	0.00	0.00	14.50	3.00
29	0.00	0.00	36.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	16.00	6.50
30	0.00	0.00	0.00	39.50	0.00	20.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	0.00	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	31.00	0.00	2.50
Periode III	**6.50**	**6.32**	**11.41**	**5.55**	**1.23**	**2.32**	**3.18**	**0.00**	**1.64**	**4.73**	**3.55**	**6.80**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.12.Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2008

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0.00	0.00	0.00	18.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	7.75	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00	6.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00
4	10.00	36.50	0.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00	0.00
5	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	2.25	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	23.25	17.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
8	12.00	0.00	12.00	29.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50
9	10.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode I	**4.08**	**6.95**	**3.18**	**8.08**	**1.10**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**4.00**	**1.15**
11	5.00	3.50	2.25	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	15.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.50
13	0.00	20.50	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00
14	0.00	46.25	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
15	2.75	14.50	0.00	43.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
16	4.00	10.00	0.00	28.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.25
17	19.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	1.50	33.50	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	6.00
19	0.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.50
20	0.00	20.50	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	0.00
Periode II	**4.80**	**17.28**	**3.33**	**7.53**	**0.20**	**0.00**	**0.40**	**0.00**	**0.00**	**0.15**	**0.80**	**7.63**
21	6.75	3.25	12.00	0.00	0.00	23.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	23.00
23	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	39.25	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	45.00	16.50	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00
26	0.00	2.50	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50
27	17.50	43.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	50.00	0.00	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	16.50
29	110.75	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.00
30	3.00	0.00	4.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	7.00
31	0.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
Periode III	**25.89**	**6.25**	**5.95**	**0.27**	**0.00**	**2.14**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**2.09**	**4.68**	**7.86**

Sumber: Perhitungan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.13.Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2009

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0.00	3.00	21.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00
3	6.75	29.50	0.00	0.00	36.50	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.50	15.00	0.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	52.50	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
9	11.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.50
10	7.00	16.50	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode I	**4.98**	**14.20**	**6.50**	**0.00**	**4.25**	**4.85**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.80**	**0.25**
11	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	2.75
12	14.50	0.00	10.50	17.00	18.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	17.50	3.75	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	23.00
14	8.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	2.50
15	0.00	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	18.00	22.50	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50
17	46.50	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	9.50	1.50	6.50	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	23.00
19	0.00	0.00	4.50	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	40.50	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode II	**11.40**	**7.08**	**3.00**	**2.70**	**1.85**	**0.60**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**2.40**	**5.45**	**5.88**
21	0.50	18.50	0.00	1.50	48.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.50	22.50
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	14.00	10.50	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
24	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	6.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	70.00
27	63.50	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00
28	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.50	6.50	0.00
29	2.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	24.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00
31	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode III	**11.05**	**4.82**	**0.00**	**0.14**	**5.18**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**3.09**	**3.27**	**10.59**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.14.Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2010

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0.00	19.50	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	20.50	0.00	3.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.50
3	0.00	32.00	2.50	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.75
4	0.00	3.50	0.00	7.50	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50
5	0.00	25.00	5.25	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.25
6	43.50	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	13.00	10.00	10.00	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	2.50	46.00	5.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	4.50	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00
Periode I	**7.95**	**14.70**	**3.58**	**5.10**	**0.28**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.50**	**7.50**
11	33.50	7.50	7.50	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	12.50	2.50	12.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6.50	11.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.50
14	0.00	23.50	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.50	0.00	0.00	3.50
15	6.00	0.00	3.50	24.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00
16	2.50	3.25	0.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	22.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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
20	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	11.25
Periode II	**6.10**	**7.58**	**3.55**	**4.38**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**2.53**	**0.00**	**0.45**	**5.73**
21	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00
22	0.00	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	10.00	2.50	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75
24	8.50	0.00	0.00	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
25	0.00	4.75	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25
26	4.00	21.50	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.50	15.00
27	0.00	34.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00
29	0.00	14.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
30	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.50
Periode III	**3.68**	**8.82**	**0.77**	**2.18**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**3.50**	**5.41**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.15.Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2011

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0.00	2.50	3.00	14.50	0.00	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	8.00	20.50	0.00	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00
3	0.00	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	6.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50
5	25.00	1.75	8.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
6	22.50	52.50	54.00	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	1.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	13.50
8	0.00	4.00	22.25	56.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
9	0.00	5.00	4.50	0.00	0.00	0.00	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	7.50	7.75	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode I	**4.75**	**10.45**	**12.13**	**9.68**	**1.23**	**0.85**	**0.43**	**0.00**	**0.00**	**1.25**	**0.00**	**5.25**
11	23.00	4.75	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	5.75	0.00	0.00	0.00	0.00
12	7.50	4.00	0.00	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	30.00	0.00	14.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	2.75	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.50
15	0.00	7.25	5.75	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.75
16	0.00	7.50	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00
17	10.75	31.25	0.00	0.00	0.00	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00
18	0.00	1.50	8.25	0.75	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50
19	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
20	1.25	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75
Periode II	**4.75**	**9.38**	**1.83**	**3.33**	**0.75**	**2.90**	**0.00**	**0.58**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**7.05**
21	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.50
22	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.25
23	52.50	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	5.75	0.00	0.00	0.00	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	42.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50
27	0.00	1.50	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
28	0.00	7.75	9.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.75
29	21.50	0.00	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	41.50
30	0.00	0.00	34.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.75	0.00	0.00	0.00	1.00
31	0.00	0.00	21.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00
Periode III	**10.59**	**2.73**	**7.14**	**0.00**	**0.00**	**1.23**	**0.00**	**0.43**	**0.00**	**0.00**	**0.32**	**12.77**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.16.Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2012

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	31.50	25.00	2.25	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	21.00	8.50	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	6.00	9.50	9.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	10.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3.00	2.25	0.75	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	2.50	15.50	12.25	9.50	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	6.25	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50
8	5.00	0.50	17.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50
9	1.50	2.00	0.00	15.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	32.50	18.00	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode I	**11.30**	**8.13**	**7.33**	**5.05**	**1.70**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.50**
11	15.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	13.50	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	1.00	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	10.00	15.00	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	42.00	51.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	8.50	6.25	44.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	0.00
19	0.00	0.00	0.00	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00
20	0.00	17.00	27.50	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00
Periode II	**10.80**	**12.28**	**7.33**	**1.43**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.23**	**1.70**
21	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
22	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	8.50	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	0.00
24	16.50	0.00	0.00	7.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	11.50	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.50
26	2.00	15.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.50	3.00
27	4.75	16.50	6.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00
28	11.50	10.75	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
29	0.00	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	20.50	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
31	24.50	0.00	15.50	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode III	**7.25**	**6.14**	**4.18**	**1.18**	**1.59**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.95**	**2.57**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.17.Hujan Rerata Daerah Pada Tahun 2013

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	6.00	12.00	11.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50
3	7.50	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.50
4	0.00	2.50	33.50	13.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
5	0.75	20.50	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	6.50	14.00	16.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.25	10.50	7.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00	42.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode I	**1.60**	**7.45**	**8.25**	**2.50**	**0.00**	**4.25**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**6.70**
11	0.00	1.50	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	3.50	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00
14	14.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	1.00	0.00	44.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	23.50	0.00	5.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.50
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Periode II	**2.40**	**3.15**	**0.25**	**5.03**	**0.40**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.90**	**0.00**	**0.00**	**3.55**
21	0.50	10.50	125.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.50
22	0.50	9.50	6.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50
23	0.00	18.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50
24	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	7.00	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	1.25	34.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	3.50	37.75	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00
28	0.00	23.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00
30	13.00	0.00	27.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
31	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
Periode III	**4.25**	**15.20**	**15.66**	**0.00**	**0.00**	**0.23**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.18**	**5.55**

Sumber: Perhitungan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.18. Hujan Rerata Daerah per Tahun per Periode

Tahun	Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2004	I	8.35	10.35	10.90	12.93	6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.95
	II	7.10	16.75	16.95	4.75	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	12.20	7.65
	III	11.27	7.14	6.77	0.68	0.00	1.64	0.00	0.00	0.00	0.14	7.41	4.45
2005	I	13.70	11.65	5.40	4.35	2.00	1.95	0.00	0.00	0.00	0.15	0.95	8.25
	II	2.75	2.70	1.70	3.00	2.25	1.50	0.00	0.00	0.00	0.05	0.80	2.90
	III	5.05	11.09	1.36	0.68	2.91	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	4.41
2006	I	12.05	5.75	4.15	3.00	1.90	1.95	0.00	0.65	0.00	0.20	0.95	3.95
	II	8.35	5.80	0.85	2.35	3.10	1.20	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	2.50
	III	4.00	8.73	0.50	0.68	2.91	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	7.27
2007	I	0.40	1.90	0.15	3.30	0.85	4.95	2.15	0.00	0.00	0.25	0.25	0.85
	II	4.75	13.55	4.30	3.85	2.35	2.50	0.00	0.00	0.00	1.50	1.00	10.98
	III	6.50	6.32	11.41	5.55	1.23	2.32	3.18	0.00	1.64	4.73	3.55	6.80
2008	I	4.08	6.95	3.18	8.08	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.15
	II	4.80	17.28	3.33	7.53	0.20	0.00	0.40	0.00	0.00	0.15	0.80	7.63
	III	25.89	6.25	5.95	0.27	0.00	2.14	0.00	0.00	0.00	2.09	4.68	7.86
2009	I	4.98	14.20	6.50	0.00	4.25	4.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.25
	II	11.40	7.08	3.00	2.70	1.85	0.60	0.00	0.00	0.00	2.40	5.45	5.88
	III	11.05	4.82	0.00	0.14	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	3.09	3.27	10.59
2010	I	7.95	14.70	3.58	5.10	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	7.50
	II	6.10	7.58	3.55	4.38	0.00	0.00	0.00	0.00	2.53	0.00	0.45	5.73
	III	3.68	8.82	0.77	2.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	5.41
2011	I	4.75	10.45	12.13	9.68	1.23	0.85	0.43	0.00	0.00	1.25	0.00	5.25
	II	4.75	9.38	1.83	3.33	0.75	2.90	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	7.05
	III	10.59	2.73	7.14	0.00	0.00	1.23	0.00	0.43	0.00	0.00	0.32	12.77
2012	I	11.30	8.13	7.33	5.05	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
	II	10.80	12.28	7.33	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	1.70
	III	7.25	6.14	4.18	1.18	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95	2.57
2013	I	1.60	7.45	8.25	2.50	0.00	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70
	II	2.40	3.15	0.25	5.03	0.40	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	3.55
	III	4.25	15.20	15.66	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	5.55

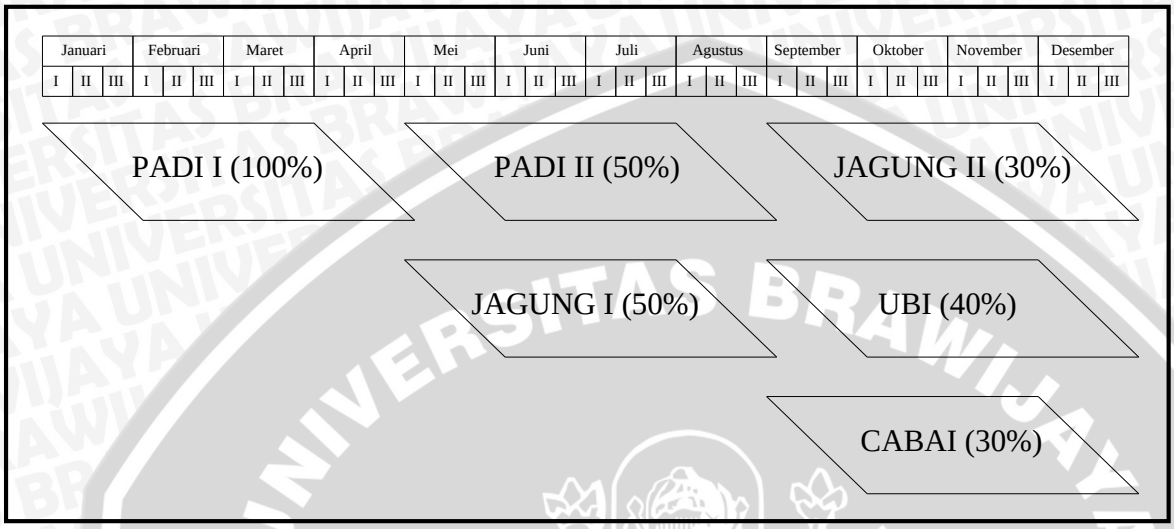
Sumber: Perhitungan

4.4. Analisa Kebutuhan Air Irigasi

4.4.1. Pola Tata Tanam

Pola tata tanam merupakan cara yang terpenting dalam perencanaan tata tanam. Maksud disediakannya pola tata tanam adalah untuk mengatur waktu, tempat, jenis, dan luas tanaman pada daerah irigasi. Tujuan pola tata tanam adalah untuk memanfaatkan persediaan air irigasi seefisien dan seefektif mungkin, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena itu, pola tata tanam disusun berdasarkan kondisi ketersediaan air dan permintaan petani.

Pola tata tanam yang akan dikembangkan pada studi ini adalah padi – padi – palawija. Berdasar hasil *dept interview* dengan petani, jenis palawija yang sering ditanam pada daerah studi adalah jagung, ubi, dan cabai. Penyusunan pola tata tanam pada studi ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4. Rencana Pola Tata Tanam

4.4.2. Koefisien Tanaman

Kebutuhan air irigasi sebagai pengganti konsumtif ditentukan oleh koefisien tanaman dan evapotranspirasi potensial. Koefisien tanaman merupakan angka pengali untuk menjadikan evapotranspirasi potensial menjadi evapotranspirasi sebenarnya. Besarnya koefisien tanaman ini berhubungan dengan:

- Jenis tanaman
- Varietas tanaman
- Umur pertumbuhan tanaman

Berdasarkan rencana pola tata tanam yang akan dikembangkan pada studi ini, jenis tanaman yang akan ditanam adalah padi, jagung, ubi, dan cabai. Untuk nilai koefisien tanaman padi dapat dilihat pada tabel 2.8. sedangkan koefisien tanaman jagung, ubi dan cabai dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.19. Koefisien Tanaman Jagung

Umur (hari)	Koefisien
10	0.30
20	0.48
30	0.62
40	0.80
50	0.91
60	0.90
70	0.82
80	0.74
90	0.60
100	0.50

Sumber: Anonim, Dirjen Pengairan, Bina Program PSA. 010, 1985

Tabel 4.20.Koefisien Tanaman Ubi

Umur (hari)	Koefisien
10	0.5
20	1.15
30	1.15
40	1.15
50	1.15
60	1.15
70	0.65
80	0.65
90	0.65

Sumber: Anonim, Dirjen Pengairan, Bina Program PSA. 010, 1985

Tabel 4.21.Koefisien Tanaman Cabai

Umur (hari)	Koefisien
10	0.35
20	0.65
30	0.75
40	0.95
50	1.1
60	1
70	0.9
80	0.85
90	0.8
100	0.75

Sumber: Anonim, Dirjen Pengairan, Bina Program PSA. 010, 1985

4.4.3. Evapotranspirasi Potensial

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

Data klimatologi di Kabupaten Buleleng pada tahun 2013 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.22.Data Klimatologi Kabupaten Buleleng Tahun 2013

Bulan	Suhu Rerata (ºC)	Kelembapan Rerata (%)	Kecepatan Angin (knot)	Kecepatan Angin (m/dt)	Lamanya Penyinaran (%)
Januari	28.15	81.03	2	1.03	26.1
Februari	37.43	79.43	3	1.54	20.32
Maret	28.52	70.23	3	1.54	70.13
April	29.28	69.77	3	1.54	56.93
Mei	28.89	67.58	3	1.54	76.74
Juni	28.51	58.37	4	2.06	66.1
Juli	28.32	63.97	4	2.06	69.39
Agustus	28.11	63.58	2	1.03	70.74
September	28.76	62.67	3	1.54	80.67
Oktober	29.37	63.61	2	1.03	95.8
November	29.05	65.67	3	1.54	71.5
Desember	29.43	71.77	3	1.54	43.61

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) = 28,15ºC

  Untuk suhu tersebut dari tabel 2.5. diperoleh:

  - ea = 38,14 mbar
  - w = 0,77
  - f(t) = 16,33
- Kelembaban relatif (Rh) = 81,03 %
- Kecepatan angin (u) = 1,0288 m/dt
- Kecerahan matahari (n/N) = 26 %

- Radiasi gelombang pendek yang memasuki batas luar atmosfir atau angka angot (Ra) untuk kedudukan 8° 19' 50,2" LS dari tabel 2.6. diperoleh = 16,10 mm/hari

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

1. ed = ea x Rh
   = 38,14 x 0,81
   = 30,90 mbar
2. perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya adalah:
   (ea – ed) = 38,14 – 30,90
   = 7,24 mbar
3. Nilai fungsi tekanan uap adalah:
   f(ed) = $0,34 – [0,044 \times (ed)^{0,5}]$
   = $0,34 – (0,044 \times 30,90^{0,5})$
   = 0,34 – (0,044 x 5,56)
   = 0,34 – 0,2446
   = 0,0954
4. Besarnya nilai radiasi gelombang pendek adalah:
   Rs = [0,25 + 0,54 x (n/N)] x Ra
   = [0,25 + (0,54 x 0,26)] x 16,10
   = (0,25 + 0,1404) x 16,10
   = 0,390 x 16,10
   = 6,294 mm/hari
5. Besarnya nilai fungsi kecerahan berdasarkan nilai kecerahan matahari adalah:
   f(n/N) = 0,1 + [0,9 x (n/N)]
   = 0,1 + (0,9 x 0,26)
   = 0,1 + 0,235
   = 0,3
6. Besarnya nilai fungsi kecepatan angin adalah:
   f(u) = 0,27 x [1 + (0,864 x u)]
   = 0,27 x [1 + (0,864 x 1,029)]
   = 0,27 x (1 + 0,889)
   = 0,27 x 1,889
   = 0,51

7. Besarnya nilai radiasi bersih gelombang panjang adalah:

   Rn_1 = f(t) x f(ed) x f(n/N)

   = 16,33 x 0,095 x 0,3

   = 0,52 mm/hari

8. Mencari nilai Eto* adalah sebagai berikut:

   Eto* = w x [(0,75 x Rs) – Rn_1] + [(1-w) x f(u) x (ea – ed)]

   = 0,77 x [(0,75 x 6,294) – 0,52] + [(1 – 0,77) x 0,51 x 7,24]

   = 0,77 x (4,7205 – 0,52) + (0,23 x 0,51 x 7,24)

   = (0,77 x 4,20) + 0,849

   = 3,233 + 0,849

   = 4,082 mm/hari

9. Angka koreksi penman (c) pada bulan Januari adalah 1,1 (tabel 2.7.), sehingga besarnya evapotranspirasi potensial adalah:

   Eto = c x Eto*

   = 1,1 x 4,08

   = 4,49 mm/hari

Perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.23. Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (Eto) Metode Penman Modifikasi

Bulan	Suhu Udara Rerata (^{O}C)	ea (mbar)	w	f(t)	Rh	ed (mbar)	ea-ed (mbar)	f (ed)	Ra (mm/hari)	n/N	Rs (mm/hari)	f (n/N)	u (m/dt)	f(u)	Rn1 (mm/hari)	Eto* (mm/hari)	c	Eto (mm/hari)
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]
Januari	28.15	38.14	0.77	16.33	0.8103	30.90	7.24	0.0954	16.10	0.261	6.294	0.3	1.0288	0.5100	0.5217	4.082	1.1	4.49
Februari	37.43	59.03	0.82	18.19	0.7943	46.89	12.14	0.0387	16.08	0.2032	5.786	0.3	1.5432	0.6300	0.1992	4.782	1.1	5.26
Maret	28.52	38.96	0.77	16.40	0.7023	27.36	11.60	0.1098	15.47	0.7013	9.724	0.7	1.5432	0.6300	1.3173	6.279	1.0	6.28
April	29.28	40.69	0.78	16.56	0.6977	28.39	12.30	0.1056	14.33	0.5693	7.990	0.6	1.5432	0.6300	1.0702	5.554	0.9	5.00
Mei	28.89	39.81	0.77	16.48	0.6758	26.91	12.91	0.1118	13.02	0.7674	8.649	0.8	1.5432	0.6300	1.4562	5.730	0.9	5.16
Juni	28.51	38.94	0.77	16.40	0.5837	22.73	16.21	0.1302	12.43	0.661	7.546	0.7	2.0576	0.7500	1.4843	5.991	0.9	5.39
Juli	28.32	38.52	0.77	16.36	0.6397	24.64	13.88	0.1216	12.55	0.6939	7.841	0.7	2.0576	0.7500	1.4415	5.803	0.9	5.22
Agustus	28.11	38.05	0.77	16.32	0.6358	24.19	13.86	0.1236	13.45	0.7074	8.501	0.7	1.0288	0.5100	1.4859	5.390	1.0	5.39
September	28.76	39.52	0.77	16.45	0.6267	24.76	14.75	0.1210	14.64	0.8067	10.034	0.8	1.5432	0.6300	1.6449	6.653	1.1	7.32
Oktober	29.37	40.89	0.78	16.57	0.6361	26.01	14.88	0.1156	15.60	0.958	11.971	1.0	1.0288	0.5100	1.8434	7.236	1.1	7.96
November	29.05	40.17	0.78	16.51	0.6567	26.38	13.79	0.1140	15.93	0.715	10.135	0.7	1.5432	0.6300	1.3994	6.761	1.1	7.44
Desember	29.43	41.03	0.78	16.59	0.7177	29.45	11.58	0.1012	16.00	0.4361	7.768	0.5	1.5432	0.6300	0.8270	5.511	1.1	6.06

Sumber: Data dan perhitungan

[1] : Data
[2], [3], [4] : Tabel
[5] : Data
[6] : [2] x [5]
[7] : [2] - [6]
[8] : $0.34 - 0.044 \times [6]^{0.5}$
[9] : Tabel
[10] : Data
[11] : $(0.25 + 0.54 \times [10]) \times [9]$
[12] : $0.1 + 0.9 \times [10]$
[13] : Data
[14] : $0.27 (1 + 0.864 \times [13])$
[15] : [4] x [8] x [12]
[16] : [3] ((0.75 x [11]) - [15]) + ((1 - [3]) x [14] x [7])
[17] : Tabel
[18] : [17] x [16]

4.4.4. Perkolasi

Jenis tanah di Kabupaten Buleleng adalah alluvial dengan tekstur berpasir karena merupakan endapan/lumpur yang terbawa oleh sungai, maka dipilih nilai perkolasi adalah 2 mm/hari.

4.4.5. Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan merupakan pengolahan tanah selama 20 – 30 hari sebelum masa tanam padi. Perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra. Perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan pada bulan Januari adalah sebagai berikut:

Data-data yang diketahui adalah sebagai berikut:

- Evapotranspirasi potensial (Eto) pada bulan Januari = 4,49 mm/hari
- Perkolasi (P) = 2 mm/hari
- Jangka waktu penyiapan lahan (T) = 30 hari
- Kebutuhan air untuk penjenuhan (S) = 250 mm

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

1. Menghitung besarnya evaporasi terbuka adalah sebagai berikut:

   Eo = 1,1 x Eto
   = 1,1 x 4,49
   = 4,94 mm/hari

2. Besarnya kebutuhan air pengganti kehilangan akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan adalah sebagai berikut:

   M = Eo + P
   = 4,94 + 2
   = 6,94 mm/hari

3. $k = M \times \frac{T}{S}$

   $= 6{,}94 \times \frac{30}{250}$

   = 6,94 x 0,12
   = 0,83

4. Besarnya kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan adalah sebagai berikut:

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

$$= 6{,}94 \times \frac{2{,}7183^{0{,}83}}{(2{,}7183^{0{,}83} - 1)}$$

$$= 6{,}94 \times \frac{2{,}435}{(2{,}435 - 1)}$$

$$= 6{,}94 \times \frac{2{,}435}{1{,}435}$$

$$= 6{,}94 \times 1{,}697$$

$$= 12{,}28 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.24. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Untuk Penyiapan Lahan

Bulan	Eto (mm/hari)	Eo (mm/hari)	P (mm/hari)	M (mm/hari)	S (mm)	T (hari)	k	IR (mm/hari)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
Januari	4.49	4.94	2.00	6.94	250	30	0.83	12.28
Februari	5.26	5.79	2.00	7.79	250	30	0.93	12.82
Maret	6.28	6.91	2.00	8.91	250	30	1.07	13.57
April	5.00	5.50	2.00	7.50	250	30	0.90	12.64
Mei	5.16	5.67	2.00	7.67	250	30	0.92	12.75
Juni	5.39	5.93	2.00	7.93	250	30	0.95	12.92
Juli	5.22	5.74	2.00	7.74	250	30	0.93	12.80
Agustus	5.39	5.93	2.00	7.93	250	30	0.95	12.92
September	7.32	8.05	2.00	10.05	250	30	1.21	14.34
Oktober	7.96	8.76	2.00	10.76	250	30	1.29	14.84
November	7.44	8.18	2.00	10.18	250	30	1.22	14.44
Desember	6.06	6.67	2.00	8.67	250	30	1.04	13.41

Sumber: Perhitungan

Keterangan :

[1] = Bulan
[2] = Evapotranspirasi potensial metode Penmann Modifikasi

[3] = 1.1 * [2]
[4] = Perkolasi
[5] = [3] + [4]

[6] = Kebutuhan air untuk penjenuhan lahan ditambah pembibitan

[7] = Jangka waktu penyiapan lahan
[8] = ([5] * [7]) / [6]
[9] = [5] * ($e^{[8]}$ / ($e^{[8]}$ - 1) dengan e = 2,7183

4.4.6. Perhitungan Curah Hujan Efektif

Dalam mencari besar nilai curah hujan efektif, metode yang digunakan adalah metode *Basic Year*, dengan menghitung curah hujan rancangan dengan probabilitas 50% (R_{50}) untuk tanaman palawija dan 80% (R_{80}) untuk tanaman padi. Cara yang dilakukan adalah dengan mengurutkan curah hujan rerata daerah dari yang terkecil ke yang terbesar, kemudian menghitung R_{50} dan R_{80}, sebagai berikut:

Data hujan yang digunakan adalah data hujan 10 tahun terakhir dari tahun 2004 sampai 2013, maka n = 10.

1. Untuk tanaman palawija (jagung, ubi dan cabai)

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

$$= \frac{10}{2} + 1$$

$$= 5 + 1$$

$$= 6$$

Curah hujan yang digunakan adalah curah hujan dengan urutan ke 6.

2. Untuk tanaman padi

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

$$= \frac{10}{5} + 1$$

$$= 2 + 1$$

$$= 3$$

Curah hujan yang digunakan adalah curah hujan dengan urutan ke 3.

Curah hujan rerata daerah yang telah diurutkan dari yang terkecil ke yang terbesar dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.25. Hujan Rerata Daerah yang Diurutkan

Rangking	Tahun	Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus			September			Oktober			November			Desember		
		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	2003	0.80	3.65	2.42	1.45	1.38	0.82	3.63	0.53	1.63	2.30	3.55	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	1.91	0.00	0.00	0.00
2	2004	3.25	3.75	3.68	1.75	2.30	0.91	3.85	1.28	2.07	2.54	3.60	0.33	0.65	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.65	1.63	2.38	0.00	0.40	1.77
3	2005	7.14	4.05	4.77	1.84	2.49	1.02	4.30	2.14	2.40	3.30	4.03	0.44	1.34	0.13	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	1.58	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.25	0.00	0.70	1.92	2.77	0.00	5.50	2.34
4	2006	7.15	6.00	5.29	4.55	2.90	1.74	4.53	3.53	2.59	3.43	5.16	0.53	1.98	0.40	0.12	0.30	0.26	0.00	0.23	1.85	0.05	0.00	0.28	0.00	0.10	0.65	0.19	1.63	0.40	0.00	2.43	2.25	2.84	7.03	5.70	2.36
5	2007	8.94	7.95	5.61	5.40	3.48	2.55	4.58	4.58	2.61	4.07	6.13	1.33	3.03	0.40	1.41	0.63	1.01	0.00	0.23	1.85	0.73	0.00	0.35	0.00	0.12	0.80	0.23	2.54	0.40	0.75	3.02	2.95	3.88	7.16	6.33	4.75
6	2008	9.20	8.45	7.29	5.43	4.08	3.70	5.00	4.73	5.00	4.13	6.73	1.41	3.15	1.03	2.23	0.70	1.55	0.48	0.51	2.20	0.73	0.08	0.35	0.03	0.34	0.85	0.66	2.67	4.21	4.93	3.23	3.50	4.55	7.43	6.66	5.91
7	2009	9.30	10.70	8.59	6.10	4.15	3.75	5.55	5.08	6.48	4.75	6.89	1.84	4.35	1.27	3.25	1.45	1.75	0.66	0.53	2.25	2.50	0.08	1.25	0.68	0.34	1.61	4.41	3.08	4.61	5.23	3.45	4.90	5.26	8.69	7.73	7.34
8	2010	11.05	11.07	10.27	6.58	4.84	4.54	6.10	7.55	6.55	6.08	7.63	1.93	4.48	2.20	9.36	1.77	1.86	0.93	1.14	2.50	4.55	0.10	1.45	1.36	1.33	1.95	6.43	3.69	9.26	9.34	5.50	5.95	5.52	9.77	8.56	7.95
9	2011	12.07	13.58	10.50	6.82	7.03	6.27	11.57	9.00	7.18	6.80	10.25	3.41	7.02	4.52	14.20	3.16	1.98	1.82	1.48	2.52	4.82	1.15	1.80	1.95	3.55	2.50	7.49	3.77	9.90	11.45	8.16	7.78	5.67	10.47	11.63	9.20
10	2012	14.72	15.57	11.78	7.65	11.53	6.94	12.48	15.00	10.16	9.92	15.56	6.82	7.81	7.66	14.34	3.80	2.78	2.90	3.45	3.86	4.82	1.93	3.35	4.00	3.58	11.60	7.93	6.35	11.86	12.36	9.60	19.07	5.94	12.54	11.64	16.89

Sumber: Perhitungan

= R_{80}

= R_{50}

Tabel 4.26. Curah Hujan Rancangan Dengan Probabilitas 50% (R_{50}) dan 80% (R_{80})

Bulan	R_{50} Periode			R_{80} Periode		
	I	II	III	I	II	III
Januari	9.20	8.45	7.29	7.14	4.05	4.77
Februari	5.43	4.08	3.70	1.84	2.49	1.02
Maret	5.00	4.73	5.00	4.30	2.14	2.40
April	4.13	6.73	1.41	3.30	4.03	0.44
Mei	3.15	1.03	2.23	1.34	0.13	0.00
Juni	0.70	1.55	0.48	0.28	0.00	0.00
Juli	0.51	2.20	0.73	0.00	1.58	0.00
Agustus	0.08	0.35	0.03	0.00	0.05	0.00
September	0.34	0.85	0.66	0.00	0.00	0.00
Oktober	2.67	4.21	4.93	1.50	0.25	0.00
November	3.23	3.50	4.55	0.70	1.92	2.77
Desember	7.43	6.66	5.91	0.00	5.50	2.34

Sumber: Perhitungan

Perhitungan curah hujan efektif pada bulan Januari periode I adalah sebagai berikut:

1. Untuk tanaman padi

$$Re = \frac{0{,}7 \times R_{80}}{10}$$

$$= \frac{0{,}7 \times 7{,}14}{10}$$

$$= \frac{4{,}99}{10}$$

$$= 0{,}5 \text{ mm/hari}$$

2. Untuk tanaman palawija (Jagung, ubi dan cabai)

$$Re = \frac{R_{50}}{10}$$

$$= \frac{9{,}20}{10}$$

$$= 0{,}92 \text{ mm/hari}$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.27. Perhitungan Curah Hujan Efektif

Bulan	Padi			Palawija		
	I	II	III	I	II	III
Januari	0.50	0.28	0.33	0.92	0.85	0.73
Februari	0.13	0.17	0.07	0.54	0.41	0.37
Maret	0.30	0.15	0.17	0.50	0.47	0.50
April	0.23	0.28	0.03	0.41	0.67	0.14
Mei	0.09	0.01	0.00	0.32	0.10	0.22
Juni	0.02	0.00	0.00	0.07	0.16	0.05
Juli	0.00	0.11	0.00	0.05	0.22	0.07
Agustus	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00
September	0.00	0.00	0.00	0.03	0.09	0.07
Oktober	0.11	0.02	0.00	0.27	0.42	0.49
November	0.05	0.13	0.19	0.32	0.35	0.46
Desember	0.00	0.38	0.16	0.74	0.67	0.59

Sumber: Perhitungan

4.4.7. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

Perhitungan kebutuhan air irigasi dilakukan dengan menggunakan metode standar perencanaan irigasi. Terdapat tiga alternatif dalam perencanaan, yaitu:

a) Alternatif I

Dalam perhitungan kebutuhan air irigasi pada alternatif I, masa tanam dimulai pada bulan November. Berikut merupakan contoh perhitungan kebutuhan air irigasi.

Data-data yang diketahui adalah sebagai berikut:

- Tanaman yang ditanam adalah padi, jagung, ubi dan cabai.
- Tanaman padi I berumur 90 hari
- Tanaman padi II berumur 90 hari
- Tanaman jagung berumur 90 hari
- Tanaman ubi berumur 90 hari
- Tanaman cabai berumur 90 hari
- Penanaman dimulai pada 1 November
- System pembagian pola tata tanamk 10 harian
- Waktu penggantian lapisan air (WLR) adalah 30 hari
- WLR dimulai pada hari ke 30 setelah masa tanam
- Jangka waktu penyiapan lahan (PL) adalah 30 hari

Perhitungan kebutuhan air irigasi untuk bulan November periode I adalah sebagai berikut:

1. Menggambar pola tata tanam
2. Nilai koefisien tanaman padi pada umur 10 hari adalah 1,10
3. Menghitung rerata koefisien tanaman sebagai berikut:

$$\text{Rerata} = \frac{\text{Koefisien Tanaman}}{\text{Jumlah Koefisien Tanaman}}$$

$$= \frac{1{,}10}{1}$$

$$= 1{,}10$$

4. Rasio luas penanaman padi adalah 1,00 (100% dari luas daerah irigasi)
5. Nilai evapotranspirasi potensial (Eto) pada bulan November adalah 7,44 mm/hari

6. Menghitung penggunaan air konsumtif (PAK) dengan cara:

   PAK = rerata koefisien tanaman x Eto

   = 1,10 x 7,44

   = 8,18 mm/hari

7. Rasio luas penggunaan air konsumtif (PAK) adalah 0,167
8. Menghitung penggunaan air konsumtif (PAK) dengan rasio luas dengan cara:

   PAK rasio luas = PAK x rasio luas PAK

   = 8,18 x 0,167

   = 1,37 mm/hari

9. Nilai kebutuhan air untuk penyiapan lahan pada bulan November adalah 14,44 mm/hari
10. Rasio luas penyiapan lahan adalah 0,833
11. Menghitung penyiapan lahan dengan rasio luas dengan cara:

    PL rasio luas = kebutuhan air untuk PL x rasio luas PL

    = 14,44 x 0,833

    = 12,02 mm/hari

12. Besar nilai perkolasi adalah 2 mm/hari
13. Rasio luas perkolasi adalah 0,167
14. Menghitung perkolasi dengan rasio luas dengan cara:

    Perkolasi rasio luas = perkolasi x rasio luas perkolasi

    = 2 x 0,167

    = 0,334 mm/hari

15. Besar nilai penggantian lapisan air (WLR) adalah 0 mm/hari karena jadwal WLR pada bulan Januari
16. Rasio luas penggantian lapisan air (WLR) adalah 0
17. Menghitung penggantian lapisan air (WLR) dengan rasio luas dengan cara:

    WLR rasio luas = WLR x rasio luas WLR

    = 0 x 0

    = 0 mm/hari

18. Menghitung rasio luas total dengan cara:

Rasio luas total = rasio luas PAK + rasio luas PL

= 0,167 + 0,833

= 1,00

19. Menghitung kebutuhan air kotor dengan cara:

Kebutuhan air kotor = PAK rasio luas + PL rasio luas + perkolasi rasio luas + WLR rasio luas

= 1,37 + 12,02 + 0,334 + 0

= 13,72 mm/hari

20. Nilai curah hujan efektif (Re) pada bulan November untuk tanaman padi adalah 0,05 mm/hari

21. Menghitung kebutuhan air irigasi di sawah (NFR) dengan cara:

$$NFR = (\text{kebutuhan air kotor} - Re) \times \frac{10000}{24 \times 60 \times 60}$$

$$= (13{,}72 - 0{,}05) \times \frac{10000}{24 \times 60 \times 60}$$

= 13,67 x 0,1157

= 1,583 lt/dt/ha

Perhitungan kebutuhan air irigasi pada bulan-bulan berikutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.28. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Alternatif I

Tabel 4.29. Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi Alternatif I

Bulan	Periode	Kebutuhan Air Irigasi (lt/dt/ha)
November	I	1.583
	II	1.409
	III	1.238
Desember	I	1.024
	II	1.032
	III	1.110
Januari	I	0.863
	II	0.806
	III	0.719
Februari	I	0.803
	II	0.814
	III	0.745
Maret	I	0.808
	II	0.743
	III	0.682
April	I	0.591
	II	0.642
	III	0.743
Mei	I	0.738
	II	0.697
	III	0.617
Juni	I	0.498
	II	0.283
	III	0.043
Juli	I	0.034
	II	0.116
	III	0.295
Agustus	I	0.497
	II	0.603
	III	0.640
September	I	0.863
	II	0.765
	III	0.668
Oktober	I	0.820
	II	1.229
	III	1.664

Sumber: Perhitungan

Gambar 4.5. Grafik Kebutuhan Air Irigasi Alternatif I

b) Alternatif II

Dalam perhitungan kebutuhan air irigasi pada alternatif II, masa tanam dimulai pada bulan Desember. Berikut merupakan contoh perhitungan kebutuhan air irigasi.

Data-data yang diketahui adalah sebagai berikut:

- Tanaman yang ditanam adalah padi, jagung, ubi dan cabai.
- Tanaman padi I berumur 90 hari
- Tanaman padi II berumur 90 hari
- Tanaman jagung berumur 90 hari
- Tanaman ubi berumur 90 hari
- Tanaman cabai berumur 90 hari
- Penanaman dimulai pada 1 Desember
- System pembagian pola tata tanamk 10 harian
- Waktu penggantian lapisan air (WLR) adalah 30 hari
- WLR dimulai pada hari ke 30 setelah masa tanam
- Jangka waktu penyiapan lahan (PL) adalah 30 hari

Perhitungan kebutuhan air irigasi untuk bulan Desember periode I adalah sebagai berikut:

1. Menggambar pola tata tanam
2. Nilai koefisien tanaman padi pada umur 10 hari adalah 1,10
3. Menghitung rerata koefisien tanaman sebagai berikut:

$$\text{Rerata} = \frac{\text{Koefisien Tanaman}}{\text{Jumlah Koefisien Tanaman}}$$

$$= \frac{1{,}10}{1}$$

$$= 1{,}10$$

4. Rasio luas penanaman padi adalah 1,00 (100% dari luas daerah irigasi)
5. Nilai evapotranspirasi potensial (Eto) pada bulan Desember adalah 6,06 mm/hari
6. Menghitung penggunaan air konsumtif (PAK) dengan cara:

PAK = rerata koefisien tanaman x Eto

= 1,10 x 6,06

= 6,67mm/hari

7. Rasio luas penggunaan air konsumtif (PAK) adalah 0,167
8. Menghitung penggunaan air konsumtif (PAK) dengan rasio luas dengan cara:

   PAK rasio luas = PAK x rasio luas PAK
   = 6,67 x 0,167
   = 1,11 mm/hari
9. Nilai kebutuhan air untuk penyiapan lahan pada bulan Desember adalah 13,41 mm/hari
10. Rasio luas penyiapan lahan adalah 0,833
11. Menghitung penyiapan lahan dengan rasio luas dengan cara:

    PL rasio luas = kebutuhan air untuk PL x rasio luas PL
    = 13,41 x 0,833
    = 11,17 mm/hari
12. Besar nilai perkolasi adalah 2 mm/hari
13. Rasio luas perkolasi adalah 0,167
14. Menghitung perkolasi dengan rasio luas dengan cara:

    Perkolasi rasio luas = perkolasi x rasio luas perkolasi
    = 2 x 0,167
    = 0,334 mm/hari
15. Besar nilai penggantian lapisan air (WLR) adalah 0 mm/hari karena jadwal WLR pada bulan Januari
16. Rasio luas penggantian lapisan air (WLR) adalah 0
17. Menghitung penggantian lapisan air (WLR) dengan rasio luas dengan cara:

    WLR rasio luas = WLR x rasio luas WLR
    = 0 x 0
    = 0 mm/hari
18. Menghitung rasio luas total dengan cara:

    Rasio luas total = rasio luas PAK + rasio luas PL
    = 0,167 + 0,833
    = 1,00

19. Menghitung kebutuhan air kotor dengan cara:

    Kebutuhan air kotor = PAK rasio luas + PL rasio luas + perkolasi rasio luas + WLR rasio luas

    = 1,11 + 11,17 + 0,334 + 0

    = 12,61 mm/hari

20. Nilai curah hujan efektif (Re) pada bulan Desember untuk tanaman padi adalah 0,00 mm/hari

21. Menghitung kebutuhan air irigasi di sawah (NFR) dengan cara:

$$NFR = (\text{kebutuhan air kotor} - Re) \times \frac{10000}{24 \times 60 \times 60}$$

$$= (12{,}61 - 0{,}00) \times \frac{10000}{24 \times 60 \times 60}$$

$$= 12{,}61 \times 0{,}1157$$

$$= 1{,}46 \text{ lt/dt/ha}$$

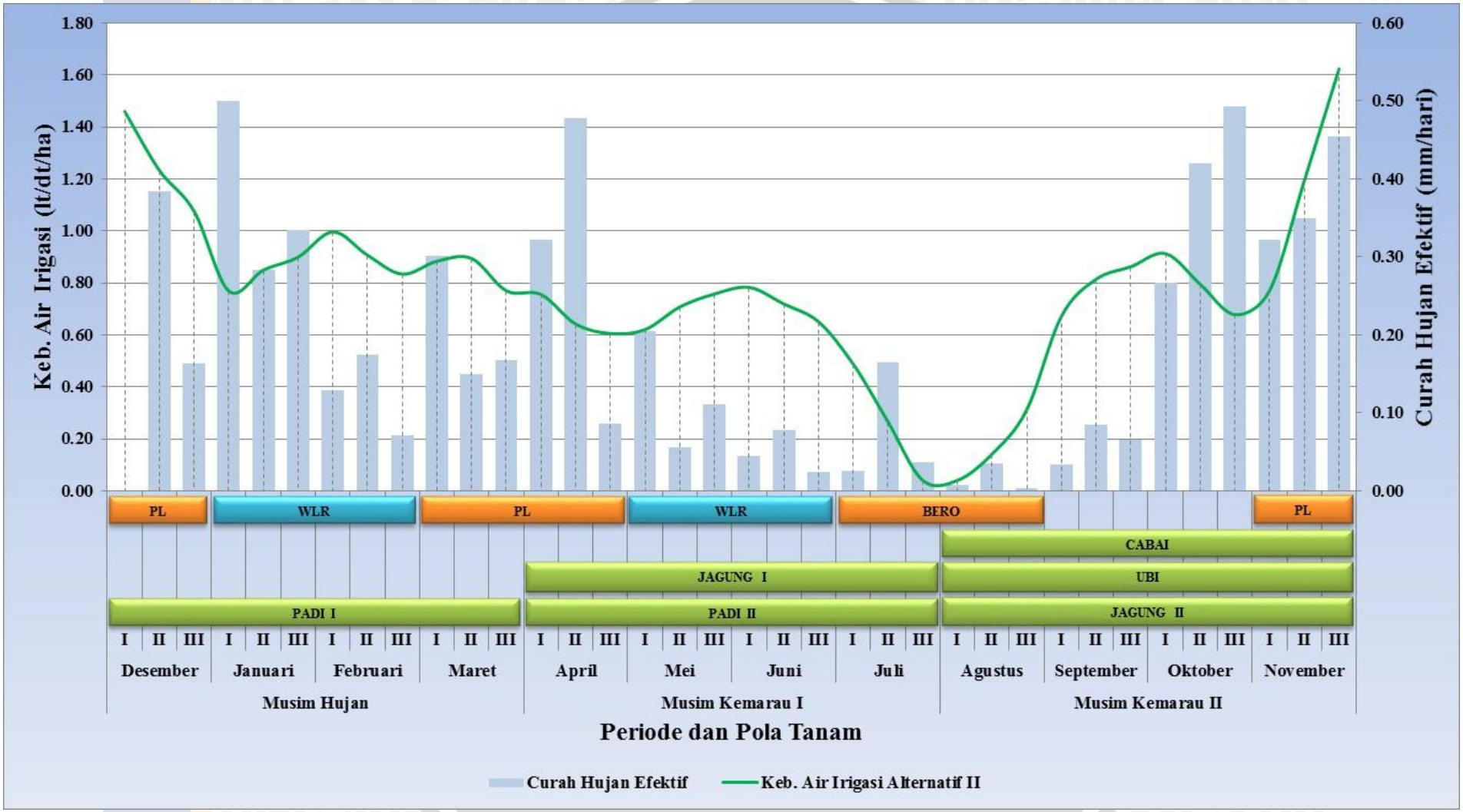
Perhitungan kebutuhan air irigasi pada bulan-bulan berikutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.30.Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Alternatif II

Tabel 4.31. Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi Alternatif II

Bulan	Periode	Kebutuhan Air Irigasi (lt/dt/ha)
Desember	I	1.460
	II	1.233
	III	1.076
Januari	I	0.769
	II	0.849
	III	0.899
Februari	I	0.996
	II	0.906
	III	0.834
Maret	I	0.883
	II	0.894
	III	0.770
April	I	0.755
	II	0.642
	III	0.605
Mei	I	0.621
	II	0.708
	III	0.757
Juni	I	0.783
	II	0.719
	III	0.650
Juli	I	0.487
	II	0.265
	III	0.040
Agustus	I	0.040
	II	0.142
	III	0.312
September	I	0.672
	II	0.814
	III	0.862
Oktober	I	0.913
	II	0.795
	III	0.678
November	I	0.771
	II	1.194
	III	1.623

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.6. Grafik Kebutuhan Air Irigasi Alternatif II

c) Alternatif III

Dalam perhitungan kebutuhan air irigasi pada alternatif III, masa tanam dimulai pada bulan Januari. Berikut merupakan contoh perhitungan kebutuhan air irigasi.

Data-data yang diketahui adalah sebagai berikut:

- Tanaman yang ditanam adalah padi, jagung, ubi dan cabai.
- Tanaman padi I berumur 90 hari
- Tanaman padi II berumur 90 hari
- Tanaman jagung berumur 90 hari
- Tanaman ubi berumur 90 hari
- Tanaman cabai berumur 90 hari
- Penanaman dimulai pada 1 Januari
- System pembagian pola tata tanam 10 harian
- Waktu penggantian lapisan air (WLR) adalah 30 hari
- WLR dimulai pada hari ke 30 setelah masa tanam
- Jangka waktu penyiapan lahan (PL) adalah 30 hari

Perhitungan kebutuhan air irigasi untuk bulan Januari periode I adalah sebagai berikut:

1. Menggambar pola tata tanam
2. Nilai koefisien tanaman padi pada umur 10 hari adalah 1,10
3. Menghitung rerata koefisien tanaman sebagai berikut:

$$\text{Rerata} = \frac{\text{Koefisien Tanaman}}{\text{Jumlah Koefisien Tanaman}}$$

$$= \frac{1{,}10}{1}$$

$$= 1{,}10$$

4. Rasio luas penanaman padi adalah 1,00 (100% dari luas daerah irigasi)
5. Nilai evapotranspirasi potensial (Eto) pada bulan Januari adalah 4,49 mm/hari
6. Menghitung penggunaan air konsumtif (PAK) dengan cara:

PAK = rerata koefisien tanaman x Eto

= 1,10 x 4,49

= 4,94 mm/hari

7. Rasio luas penggunaan air konsumtif (PAK) adalah 0,167
8. Menghitung penggunaan air konsumtif (PAK) dengan rasio luas dengan cara:

   PAK rasio luas = PAK x rasio luas PAK
   = 4,94 x 0,167
   = 0,82 mm/hari
9. Nilai kebutuhan air untuk penyiapan lahan pada bulan Januari adalah 12,28 mm/hari
10. Rasio luas penyiapan lahan adalah 0,833
11. Menghitung penyiapan lahan dengan rasio luas dengan cara:

    PL rasio luas = kebutuhan air untuk PL x rasio luas PL
    = 12,28 x 0,833
    = 10,23 mm/hari
12. Besar nilai perkolasi adalah 2 mm/hari
13. Rasio luas perkolasi adalah 0,167
14. Menghitung perkolasi dengan rasio luas dengan cara:

    Perkolasi rasio luas = perkolasi x rasio luas perkolasi
    = 2 x 0,167
    = 0,334 mm/hari
15. Besar nilai penggantian lapisan air (WLR) adalah 0 mm/hari karena jadwal WLR pada bulan Januari
16. Rasio luas penggantian lapisan air (WLR) adalah 0
17. Menghitung penggantian lapisan air (WLR) dengan rasio luas dengan cara:

    WLR rasio luas = WLR x rasio luas WLR
    = 0 x 0
    = 0 mm/hari
18. Menghitung rasio luas total dengan cara:

    Rasio luas total = rasio luas PAK + rasio luas PL
    = 0,167 + 0,833
    = 1,00

19. Menghitung kebutuhan air kotor dengan cara:

    Kebutuhan air kotor = PAK rasio luas + PL rasio luas + perkolasi rasio luas + WLR rasio luas

    = 0,82 + 10,23 + 0,334 + 0

    = 11,05 mm/hari

20. Nilai curah hujan efektif (Re) pada bulan Januari untuk tanaman padi adalah 0,50 mm/hari

21. Menghitung kebutuhan air irigasi di sawah (NFR) dengan cara:

$$NFR = (\text{kebutuhan air kotor} - Re) \times \frac{10000}{24 \times 60 \times 60}$$

$$= (11{,}05 - 0{,}50) \times \frac{10000}{24 \times 60 \times 60}$$

$$= 10{,}55 \times 0{,}1157$$

$$= 1{,}222 \text{ lt/dt/ha}$$

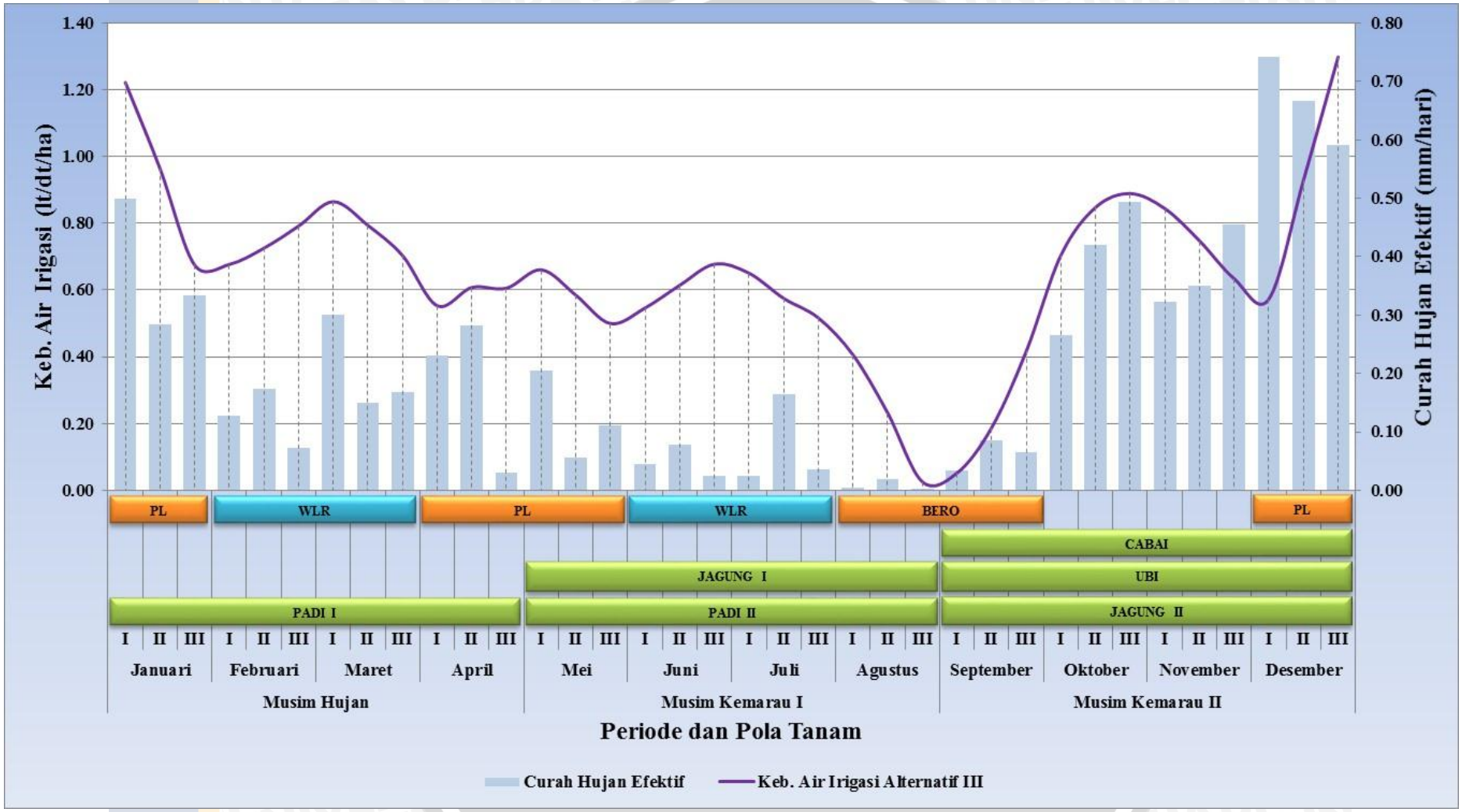
Perhitungan kebutuhan air irigasi pada bulan-bulan berikutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.32. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Alternatif III

Tabel 4.33. Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi Alternatif III

Bulan	Periode	Kebutuhan Air Irigasi (lt/dt/ha)
Januari	I	1.222
	II	0.964
	III	0.675
Februari	I	0.677
	II	0.726
	III	0.792
Maret	I	0.865
	II	0.794
	III	0.703
April	I	0.553
	II	0.608
	III	0.606
Mei	I	0.661
	II	0.585
	III	0.500
Juni	I	0.547
	II	0.614
	III	0.678
Juli	I	0.651
	II	0.575
	III	0.517
Agustus	I	0.406
	II	0.232
	III	0.026
September	I	0.052
	II	0.188
	III	0.417
Oktober	I	0.705
	II	0.848
	III	0.889
November	I	0.844
	II	0.747
	III	0.634
Desember	I	0.573
	II	0.929
	III	1.298

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.7. Grafik Kebutuhan Air Irigasi Alternatif III

Dari analisa di atas, didapatkan nilai kebutuhan air irigasi di sawah (NFR) bulan Januari untuk masing-masing alternatif adalah sebagai berikut:

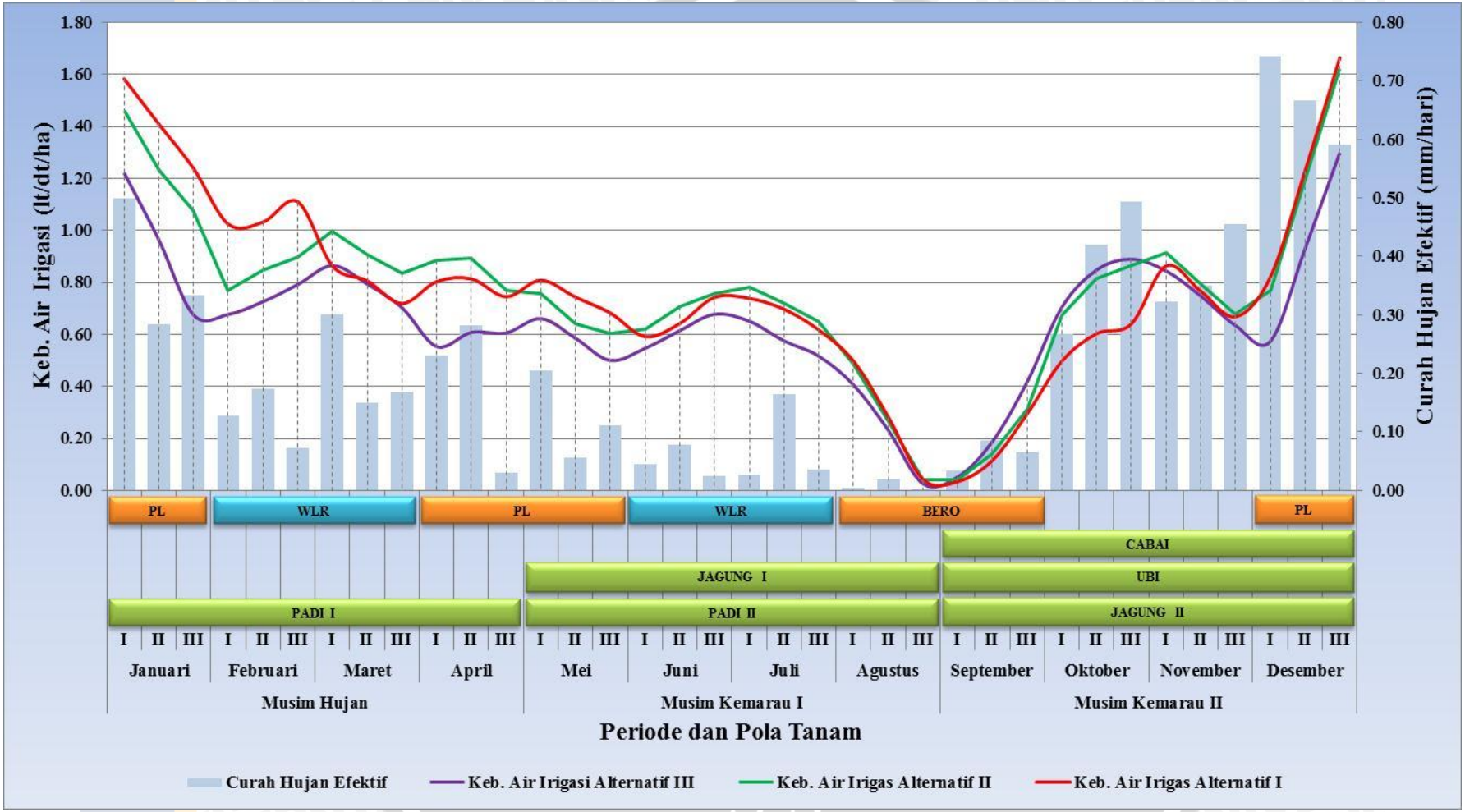
- Alternatif I = 1,583 lt/dt/ha
- Alternatif II = 1,460 lt/dt/ha
- Alternatif III = 1,222 lt/dt/ha

Tabel 4.34.Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan Air Irigasi	Alternatif I (lt/dt/ha)	Alternatif II (lt/dt/ha)	Alternatif III (lt/dt/ha)
Maksimum	1.664	1.623	1.298
Rata - rata	0.762	0.762	0.647

Sumber: Perhitungan

Sebagai dasar perencanaan jaringan irigasi air tanah pada studi ini, digunakan analisa kebutuhan air irigasi alternatif III karena memiliki nilai kebutuhan air irigasi di sawah (NFR) maksimal yang paling kecil dari ketiga alternatif.



Gambar 4.8. Grafik Analisa Kebutuhan Air Irigasi

4.5. Luas Layanan Irigasi

Sumur SBK - 115 direncanakan untuk mengairi lahan pertanian seluas 25 ha,sedangkan untuk mengetahui besaran luas layanan irigasi yang akan dilayani oleh sumur SBK – 115 adalah dengan menghitung luasan pada peta topografi. Namun karena faktor topografi, daerah yang dapat dikembangkan untuk perencanaan jaringan irigasi air tanah oleh sumur SBK – 115 hanya sebesar 20,51 ha..

Peta topografi rencana daerah layanan irigasi sumur SBK - 115 dapat dilihat pada gambar 4.9. berikut:

Gambar 4.9. Peta Topografi Rencana Daerah Layanan Irigasi Sumur

4.6. Analisa Neraca Air

Analisa neraca air dilakukan untuk melihat apakah debit optimum sumur cukup untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Dari perhitungan sebelumnya diketahui debit optimum sumur adalah 10 lt/dt dan luas layanan total irigasi adalah 20,51 ha. Perhitungan neraca air pada bulan Januari periode I adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kebutuhan air irigasi di pengambilan, yaitu:

$$NFR_{pengambilan} = NFR \times 20{,}51 \text{ ha}$$
$$= 1{,}222 \times 20{,}51$$
$$= 25{,}05 \text{lt/dt}$$

2. Menghitung kebutuhan air irigasi dengan sistem rotasi untuk 2 blok tersier, yaitu:

$$NFR_{rotasi\ 2\ blok} = \frac{NFR_{pengambilan}}{\text{Jumlah Blok Tersier}}$$
$$= \frac{25{,}05}{2}$$
$$= 12{,}53 \text{ lt/dt}$$

3. Menghitung kebutuhan air irigasi dengan sistem rotasi untuk 3 blok tersier, yaitu:

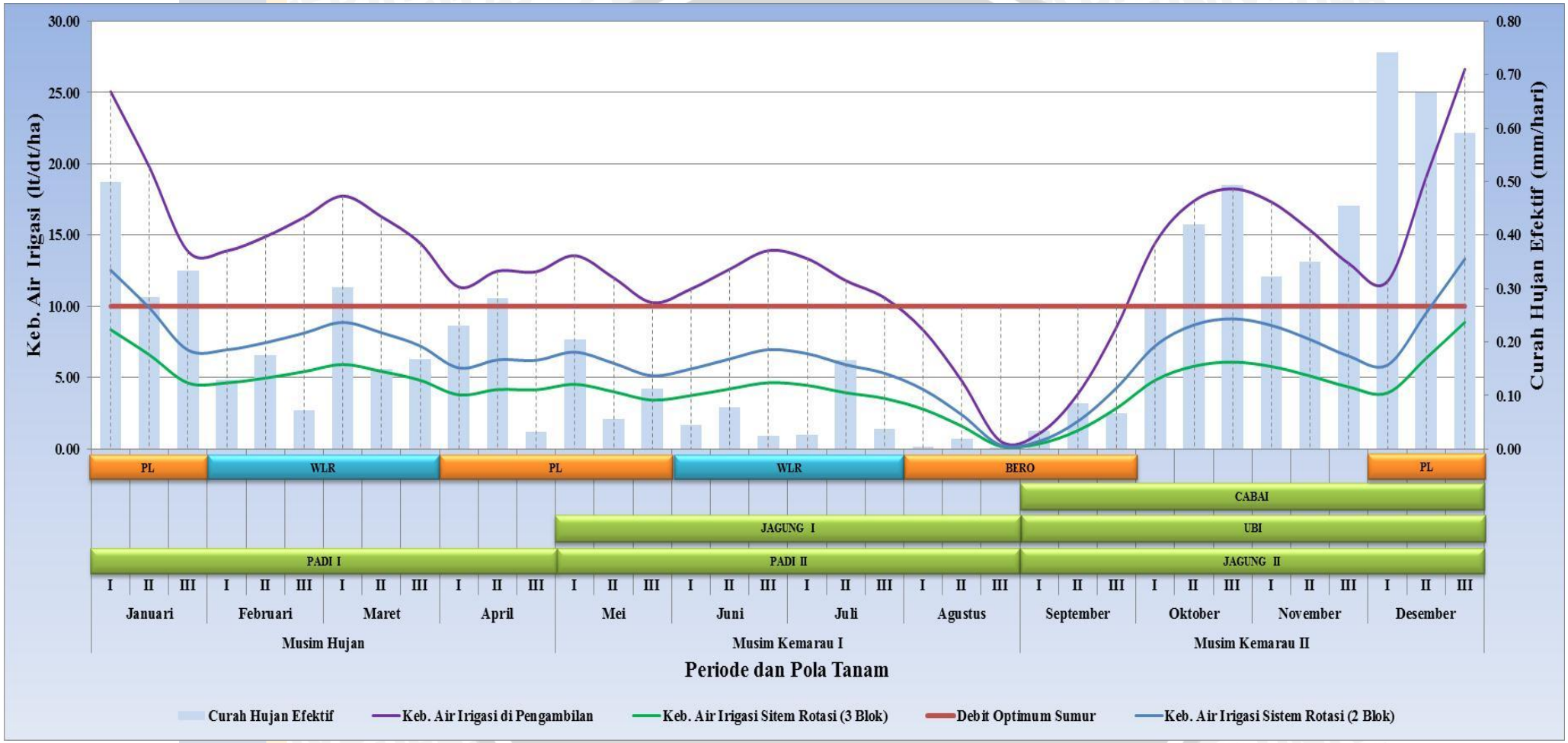
$$NFR_{rotasi\ 3\ blok} = \frac{NFR_{pengambilan}}{\text{Jumlah Blok Tersier}}$$
$$= \frac{25{,}05}{3}$$
$$= 8{,}35 \text{ lt/dt}$$

Untuk perhitungan pada bulan-bulan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.35. Perhitungan Neraca Air

Bulan	Periode	Kebutuhan Air Irigasi (lt/dt/ha)	Luas Layanan (ha)	Kebutuhan Air Irigasi di Pengambilan (lt/dt)	Kebutuhan Air Irigasi Sistem Rotasi (2 Blok) (lt/dt)	Kebutuhan Air Irigasi Sistem Rotasi (3 Blok) (lt/dt)
Januari	I	1.222	20.51	25.05	12.53	8.35
	II	0.964	20.51	19.76	9.88	6.59
	III	0.675	20.51	13.84	6.92	4.61
Februari	I	0.677	20.51	13.88	6.94	4.63
	II	0.726	20.51	14.88	7.44	4.96
	III	0.792	20.51	16.24	8.12	5.41
Maret	I	0.865	20.51	17.73	8.87	5.91
	II	0.794	20.51	16.28	8.14	5.43
	III	0.703	20.51	14.42	7.21	4.81
April	I	0.553	20.51	11.35	5.67	3.78
	II	0.608	20.51	12.47	6.23	4.16
	III	0.606	20.51	12.42	6.21	4.14
Mei	I	0.661	20.51	13.55	6.78	4.52
	II	0.585	20.51	11.99	6.00	4.00
	III	0.500	20.51	10.25	5.13	3.42
Juni	I	0.547	20.51	11.21	5.61	3.74
	II	0.614	20.51	12.60	6.30	4.20
	III	0.678	20.51	13.90	6.95	4.63
Juli	I	0.651	20.51	13.34	6.67	4.45
	II	0.575	20.51	11.80	5.90	3.93
	III	0.517	20.51	10.60	5.30	3.53
Agustus	I	0.406	20.51	8.32	4.16	2.77
	II	0.232	20.51	4.75	2.38	1.58
	III	0.026	20.51	0.53	0.27	0.18
September	I	0.052	20.51	1.07	0.53	0.36
	II	0.188	20.51	3.85	1.93	1.28
	III	0.417	20.51	8.55	4.27	2.85
Oktober	I	0.705	20.51	14.45	7.23	4.82
	II	0.848	20.51	17.39	8.69	5.80
	III	0.889	20.51	18.24	9.12	6.08
November	I	0.844	20.51	17.31	8.66	5.77
	II	0.747	20.51	15.33	7.66	5.11
	III	0.634	20.51	13.00	6.50	4.33
Desember	I	0.573	20.51	11.75	5.88	3.92
	II	0.929	20.51	19.06	9.53	6.35
	III	1.298	20.51	26.63	13.32	8.88

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.10. Grafik Analisa Neraca Air

Dari grafik analisa neraca air dapat dilihat bahwa dengan debit optimum sumur, kebutuhan air irigasi tidak dapat dipenuhi dengan sistem pemberian air secara menerus. Ini disebabkan karena kebutuhan air irigasi pada bulan Januari periode I, Januari periode II, Januari periode III, Februari periode I, Februari periode II, februari periode III, Maret periode I, Maret periode II, Maret periode III, April periode III, Mei periode I, Juni periode III, Juli periode I,Oktober periode I, Oktober periode II, Oktober periode III, November periode I, November periode II, Desember periode I, Desember periode II dan Desember periode III lebih besar atau melebihi debit optimum sumur. Maka sistem pemberian air dilakukan secara rotasi atau giliran.

Sistem pemberian air yang dilakukan secara rotasi atau giliran untuk 2 blok tersier masih belum dapat terpenuhi karena kebutuhan air irigasi pada bulan Januari periode I, Januari periode II, dan Desember periode III melebihi debit optimum sumur. Jika sistem pemberian air dilakukan secara rotasi atau giliran untuk 3 blok tersier, kebutuhan air irigasi dapat terpenuhi seluruhnya oleh debit optimum sumur. Sehingga perencanaan jaringan irigasi air tanah pada studi ini menggunakan sistem pemberian air secara rotasi atau giliran dengan 3 blok tersier.

4.7. Perencanaan Jaringan Irigasi

Berdasarkan peta topografi daerah layanan sumur, didapatkan elevasi letak sumur pompa berada pada elevasi +33,00. Kedudukan sawah tertinggi terletak pada elevasi +66,33 dan sawah terendah terletak pada elevasi +33,00. Batas perencanaan jaringan irigasi di sebelah utara dan timur berbatasan dengan pemukiman. Sedangkan di sebelah selatan berbatasan dengan permukiman dan tebing dengan beda elevasi ±5m. Perencanaan jaringan irigasi air tanah pada studi ini menggunakan sistem pemberian air secara rotasi atau giliran dengan pembagian 3 blok tersier berdasar petak sawah yang telah sesuai dalam peta daerah layanan sumur. Luas masing – masing blok ditentukan dengan pembagian jumlah petak sawah yang tersedia. Pada blok 1 terdapat 5 luasan petak sawah, blok 2 terdapat 5 luasan petak sawah, dan blok 3 terdapat 6 luasan petak sawah. Jumlah oncoran yang direncanakan adalah sebanyak 16 oncoran sesuai dengan

jumlah luasan petak sawah pada masing-masing blok tersier. Oncoran ini berfungsi sebagai titik outlet dari sumur pompa untuk mengairi areal sawah. Luas daerah layanan sumur untuk tiap blok tersier dan elevasi titik outlet ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.36. Luas Daerah Layanan Sumur dan Elevasi Titik Oncoran (*Outlet*)

Nama		Luas (ha)	Luas Total (ha)	Elevasi Oncoran (outlet)
Blok 1	Blok 1 A	1.18	6.63	+41.80
	Blok 1 B	1.13		+39.60
	Blok 1 C	1.27		+62.60
	Blok 1 D	1.71		+60.30
	Blok 1 E	1.34		+58.90
Blok 2	Blok 2 A	1.50	6.90	+65.00
	Blok 2 B	1.33		+66.50
	Blok 2 C	1.81		+42.50
	Blok 2 D	1.01		+43.50
	Blok 2 E	1.25		+42.50
Blok 3	Blok 3 A	1.54	6.98	+65.50
	Blok 3 B	0.97		+52.60
	Blok 3 C	1.18		+47.50
	Blok 3 D	1.60		+49.50
	Blok 3 E	1.24		+41.40
	Blok 3 F	0.45		+38.50
Luas Total Daerah Layanan			**20.51**	

Sumber: Analisa Data

Peta jaringan irigasi, skema jaringan irigasi, dan peta letak oncoran (*outlet*) dapat dilihat pada gambar berikut ini:

Gambar 4.11.Pembagian Blok Tersier Pada Daerah Layanan Irigasi

Gambar 4.12.Peta Jaringan Irigasi

repository.ub.ac.id

Gambar 4.13. Skema Jaringan Irigasi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 4.14.Peta Letak Oncoran (*Outlet*)

4.8. Bangunan Pelengkap Jaringan Irigasi Perpipaan

4.8.1. Jenis Pipa dan Diameter Pipa

Perencanaan jaringan irigasi perpipaan harus memperhatikan sistem pengaliran yang efisien. Untuk dapat menyediakan sistem pengaliran yang efisien, maka pada perencanaan jaringan irigasi perpipaan pada studi ini dipakai pipa PVC dan pipa besi. Pipa PVC yang dipakai adalah buatan lokal yang mempunyai kualitas sesuai Standart Industri Indonesia (SII) No. 0344-82, sedangkan pipa besi yang dipakai adalah pipa besi galvanis (*galvanized iron pipe*) dengan standart *medium class* menurut SII No. 0161-80. Pertimbangan pemilihan pipa PVC disebabkan karena:

- Harganya relatif murah bila dibandingkan dengan pipa yang lain
- Tersedia di pasaran
- Tidak berkarat sehingga memperpanjang umur ekonomis pipa
- Pemasangan dan penyambungan antar pipa mudah

Cara penyambungan Antara pipa PVC dan pipa besi menggunakan flens adaptor. Untuk diameter pipa, perencanaan jaringan irigasi perpipaan pada studi ini menggunakan pipa berdiameter 6” (inch) = 0,1524 m.

4.8.2. Rumah Pompa

Rumah pompa merupakan tempat untuk perlindungan sumur, pompa dan segala perlengkapan untuk pengambilan air. Rumah pompa direncanakan menggunakan prinsip perencanaan rumah yang biasa digunakan untuk desain rumah pada umumnya.

4.8.3. Box Outlet

Bangunan pengeluaran atau outlet pada jaringan irigasi perpipaan studi ini merupakan bangunan alat ukur Thompson. Untuk setiap outlet dipasang katup (*valve*) yakni jenis katup *butterfly valve*. Tujuan dipasang katup ini adalah agar aliran yang melalui outlet dapat dibuka atau ditutup. Untuk menghitung debit yang keluar melalui alat ukur Thompson digunakan rumus (Sosrodarsono dan Takeda, 2003:201):

$$Q = k \times h^{5/2}$$

dengan:

$$k = 81{,}2 + \frac{0{,}24}{h} + \left(8{,}4 + \frac{12}{\sqrt{D}}\right) \times \left(\frac{h}{B} - 0{,}09\right)^2$$

dimana:

Q = debit (m^3/dt)

k = koefisien debit ($m^{0,5}$/menit)

h = kedalaman air di atas mercu (m)

B = lebar saluran (m)

D = tinggi dari dasar saluran ke dasar mercu (m)

Perencanaan alat ukur Thompson pada studi ini adalah sebagai berikut:

B = 0,60 m

D = 0,50 m

Sebagai contoh perhitungan, kedalaman air di atas mercu adalah 1 cm = 0,01 m, maka nilai k adalah sebagai berikut:

$$k = 81{,}2 + \frac{0{,}24}{0{,}01} + \left(8{,}4 + \frac{12}{\sqrt{0{,}50}}\right) \times \left(\frac{0{,}01}{0{,}60} - 0{,}09\right)^2$$

$$= 81{,}2 + 24 + (8{,}4 + 16{,}97) \times (0{,}01667 - 0{,}09)^2$$

$$= 105{,}2 + 25{,}37 \times (-0{,}0733)^2$$

$$= 105{,}2 + 25{,}37 \times 0{,}00538$$

$$= 105{,}2 + 0{,}1364$$

$$= 105{,}3364 \ m^{0,5}/menit$$

$$= 1{,}76 \ m^{0,5}/dt$$

Maka debit yang keluar melalui alat ukur Thompson adalah:

$$Q = 1{,}76 \times 0{,}01^{5/2}$$

$$= 1{,}76 \times 0{,}00001$$

$$= 0{,}0000176 \ m^3/dt$$

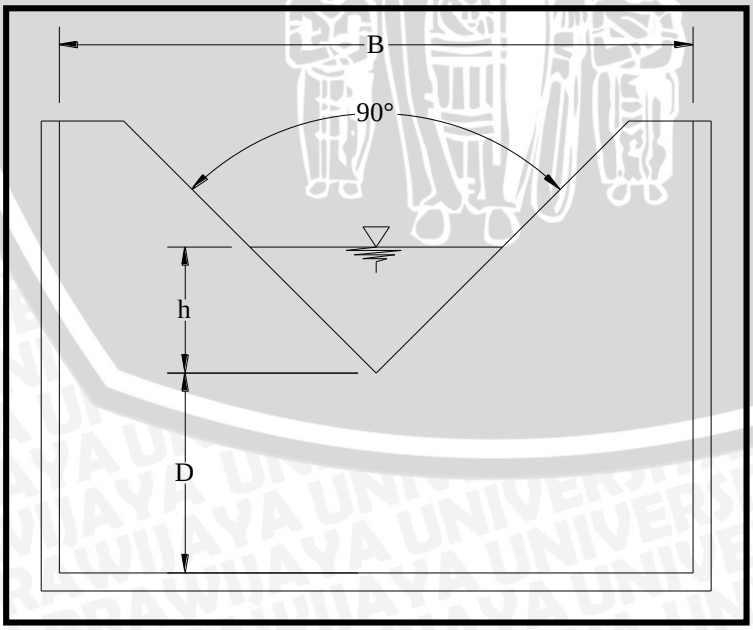
$$= 0{,}0176 \ lt/dt$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

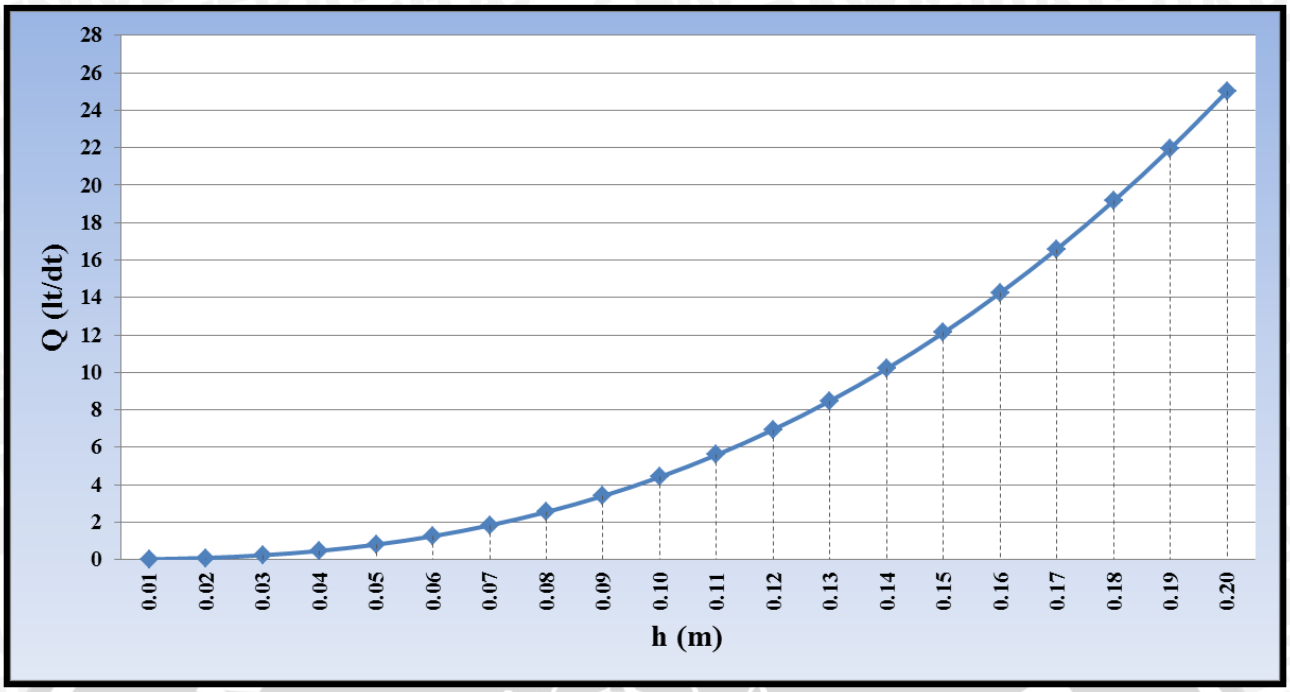
Tabel 4.37. Hubungan Antara h dan Q Pada Alat Ukur Thompson

h (m)	k ($m^{0.5}$/menit)	k ($m^{0.5}$/dt)	Q (m^3/dt)	Q (lt/dt)
0.01	105.3364	1.76	0.0000176	0.0176
0.02	93.2815	1.55	0.0000879	0.0879
0.03	89.2406	1.49	0.0002319	0.2319
0.04	87.2138	1.45	0.0004651	0.4651
0.05	86.0011	1.43	0.0008013	0.8013
0.06	85.2025	1.42	0.0012522	1.2522
0.07	84.6466	1.41	0.0018290	1.8290
0.08	84.2476	1.40	0.0025417	2.5417
0.09	83.9580	1.40	0.0034003	3.4003
0.10	83.7491	1.40	0.0044140	4.4140
0.11	83.6028	1.39	0.0055918	5.5918
0.12	83.5070	1.39	0.0069426	6.9426
0.13	83.4532	1.39	0.0084752	8.4752
0.14	83.4355	1.39	0.0101981	10.1981
0.15	83.4495	1.39	0.0121199	12.1199
0.16	83.4918	1.39	0.0142493	14.2493
0.17	83.5601	1.39	0.0165947	16.5947
0.18	83.6522	1.39	0.0191649	19.1649
0.19	83.7666	1.40	0.0219687	21.9687
0.20	83.9022	1.40	0.0250148	25.0148

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.14. Sketsa Alat Ukur Thompson



Gambar 4.15. Grafik Hubungan Antara h dan Q Pada Alat Ukur Thompson

4.8.4. Pipa Pengontrol Tekanan

Pipa pengontrol tekanan ini digunakan untuk menampung dan memonitor fluktuasi tnggi tekanan air pada saat sistem beroperasi dan juga untuk mengeluarkan gelembung-gelembung udara (*air buble*) yang terbentuk akibat proses pemompaan. Pipa pengontrol tekanan ini berupa pipa besi galvanis yang dibagian samping dilengkapi dengan selang plastic transparan yang dipasang berdiri tegak pada pangkal saluran pipa.

Gambar 4.16. Skema Pipa Transmisi Dari Sumur Menuju Box Outlet

4.9. Analisa Hidrolika Jaringan Perpipaan

4.9.1. Perhitungan Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (*Major Loses*)

Kehilangan tinggi tekan mayor (*major loses*) merupakan kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa. Pada studi ini, perhitungan kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa menggunakan metode Hazen-Williams.

Jenis pipa yang direncanakan adalah pipa PVC dengan nilai koefisien kekasaran pipa (C_{hw}) adalah 150. Diameter pipa adalah 6" (inch). Perhitungan kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa adalah sebagai berikut:

Sebagai contoh perhitungan berikut adalah perhitungan kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa pada titik outlet 1:

C_{hw} = 150

D = 6" (inch)

= 0,1524 m

L = 150,95 m

Q_{opt} = 0,01 m^3/dt

Nilai koefisien karakteristik pipa adalah sebagai berikut:

$$k = \frac{10{,}654 \times L}{C_{hw}^{1{,}85} \times D^{4{,}87}}$$

$$= \frac{10{,}654 \times 150{,}95}{150^{1{,}85} \times 0{,}1524^{4{,}87}}$$

$$= \frac{1608{,}22}{1{,}114}$$

$$= 1443{,}58$$

Sehingga besarnya kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa pada outlet 1 adalah:

$h_f = k \times Q^{1{,}85}$

$= 1443{,}58 \times (0{,}01)^{1{,}85}$

$= 1443{,}58 \times 0{,}000199$

$= 0{,}02880$ m

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.38. Perhitungan Kehilangan Tinggi Tekan Akibat Gesekan Dalam Pipa

Outlet	Blok		C_{hw}	Diameter Pipa (m)	Panjang Pipa (m)	Debit Sumur (m^3/dt)	Nilai k	h_f	Kemiringan Hidraulis	Jari-jari Hidraulis (m)	Kecepatan Aliran Dalam Pipa (m/dt)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
1	Blok 1	Blok 1 A	150	0.1524	150.95	0.01	1443.58	0.2880	0.0019	0.0381	0.55
2		Blok 1 B	150	0.1524	245.21	0.01	2345.01	0.4679	0.0019	0.0381	0.55
3		Blok 1 C	150	0.1524	165.38	0.01	1581.58	0.3156	0.0019	0.0381	0.55
4		Blok 1 D	150	0.1524	118.60	0.01	1134.21	0.2263	0.0019	0.0381	0.55
5		Blok 1 E	150	0.1524	80.00	0.01	765.06	0.1527	0.0019	0.0381	0.55
6	Blok 2	Blok 2 A	150	0.1524	81.50	0.01	779.41	0.1555	0.0019	0.0381	0.55
7		Blok 2 B	150	0.1524	80.67	0.01	771.47	0.1539	0.0019	0.0381	0.55
8		Blok 2 C	150	0.1524	255.60	0.01	2444.34	0.4877	0.0019	0.0381	0.55
9		Blok 2 D	150	0.1524	18.51	0.01	177.02	0.0353	0.0019	0.0381	0.55
10		Blok 2 E	150	0.1524	71.11	0.01	680.05	0.1357	0.0019	0.0381	0.55
11	Blok 3	Blok 3 A	150	0.1524	7.50	0.01	71.72	0.0143	0.0019	0.0381	0.55
12		Blok 3 B	150	0.1524	206.64	0.01	1976.11	0.3943	0.0019	0.0381	0.55
13		Blok 3 C	150	0.1524	73.63	0.01	704.14	0.1405	0.0019	0.0381	0.55
14		Blok 3 D	150	0.1524	59.50	0.01	569.02	0.1135	0.0019	0.0381	0.55
15		Blok 3 E	150	0.1524	122.28	0.01	1169.40	0.2333	0.0019	0.0381	0.55
16		Blok 3 F	150	0.1524	123.10	0.01	1177.24	0.2349	0.0019	0.0381	0.55
Total					**1860.17**			**3.5494**			

Sumber: Perhitungan

Keterangan:

[1] = Skema jaringan irigasi
[2] = Skema jaringan irigasi
[3] = Skema jaringan irigasi
[4] = Tabel
[5] = Data
[6] = Skema jaringan irigasi
[7] = Data
[8] = $(10.654 \times [6]) / ([4]^{1.85} \times [5]^{4.87})$
[9] = $[8] \times [7]^{1.85}$
[10] = [9] / [6]
[11] = (1 / 4) x [5]
[12] = $0.849 \times [4] \times [11]^{0.63} \times [10]^{0.54}$

Dari hasil perhitungan di atas didapat nilai kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa pada setiap titik outlet. Sehingga total kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa untuk tiap blok tersier dapat dihitung sebagai berikut:

- **Blok 1**

  h_f = h_f outlet 1 + h_f outlet 2 + h_f outlet 3 + h_f outlet 4 + h_f outlet 5

  = 0,2880 + 0,4679 + 0,3156 + 0,2263 + 0,1527

  = 1,4504 m

- **Blok 2**

  h_f = h_f outlet 6 + h_f outlet 7 + h_f outlet 8 + h_f outlet 9 + h_f outlet 10

  = 0,115 + 0,1539 + 0,4877 + 0,0353 + 0,1357

  = 0,9682 m

- **Blok 3**

  h_f = h_f outlet 11+ h_f outlet 12 + h_f outlet 13 + h_f outlet 14 + h_f outlet 15 + h_f outlet 16

  = 0,0143 + 0,3943 + 0,1405 + 0,1135 + 0,2333 + 0,2349

  = 1,1308 m

Sebagai dasar perencanaan total head pompa, digunakan nilai kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa pada blok tersier 1 karena memiliki nilai yang paling besar diantara blok-blok tersier lainnya.

Dari tabel 4.37. di atas, besarnya total kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa adalah 3,5494 m dan panjang pipa total adalah 1860,17 m. Kecepatan aliran dalam pipa dapat dihitung sebagai berikut:

$$S = \frac{h_f}{L}$$

$$= \frac{3,5494}{1860,17}$$

$$= 0,0019$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{1/4 \times \pi \times D^2}{\pi \times D}$$

$$= 1/4 \times D$$

= 0,25 x 0,1524

= 0,0381 m

Sehingga kecepatan aliran dalam pipa adalah sebagai berikut:

$V = 0{,}849 \times C_{hw} \times R^{0,63} \times S^{0,54}$

$= 0{,}849 \times 150 \times (0{,}0381)^{0,63} \times (0{,}0019)^{0,54}$

$= 0{,}849 \times 150 \times 0{,}128 \times 0{,}034$

= 0,55 m/dt

4.9.2. Perhitungan Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Loses*)

Kehilangan tinggi tekan minor diakibatkan oleh belokan pada pipa, percabangan pipa, dan katup (*valve*). Perhitungan kehilangan tinggi tekan minor untuk masing-masing titik outlet adalah sebagai berikut:

Sebagai contoh perhitungan berikut adalah perhitungan kehilangan tinggi tekan minor pada titik outlet 1:

- Kehilangan tinggi tekan akibat belokan

  Dari skema jaringan irigasi didapatkan jumlah belokan ada 3 buah.

  $k_b = 0{,}98$

  $V = 0{,}55$ m/dt

  $h_b = k_b \times \frac{V^2}{2 \times g} \times 3$

  $= 0{,}98 \times \frac{0{,}55^2}{2 \times 9{,}81} \times 3$

  $= 0{,}98 \times 0{,}023 \times 3$

  = 0,0453 m

- Kehilangan tinggi tekan akibat T (*tee joint*)

  Dari skema jaringan irigasi didapatkan jumlah T (*tee joint*) ada 2 buah.

  $k_t = 0{,}04$

  $V = 0{,}55$ m/dt

  $h_t = k_t \times \frac{V^2}{2 \times g} \times 2$

  $= 0{,}04 \times \frac{0{,}55^2}{2 \times 9{,}81} \times 2$

= 0,04 x 0,015 x 2

= 0,0012 m

- Kehilangan tinggi tekan akibat katup (*butterfly valve*)

k_v = 0,6

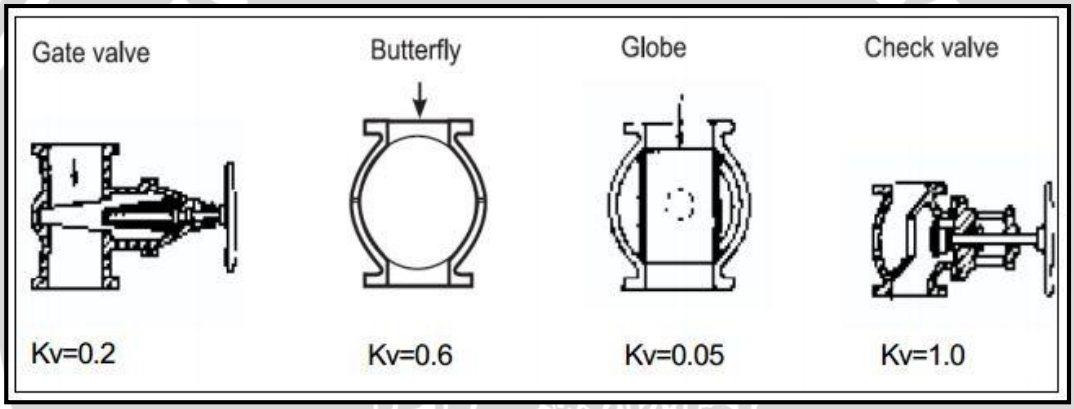
V = 0,55 m/dt

$$h_v = k_t \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$= 0{,}6 \times \frac{0{,}55^2}{2 \times 9{,}81}$$

= 0,6 x 0,015

= 0,0093 m



Gambar 4.17. Nilai Koefisien Katup (*Valve*)
Sumber: (Bentley, 2007)

Perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.39. Perhitungan Tinggi Tekan Minor Pada Titik Outlet Tiap Blok Tersier

Outlet	Blok		Kecepatan Aliran (m/dt)	Kehilangan Tinggi Tekan Akibat Belokan			Kehilangan Tinggi Tekan Akibat T (*Tee Joint*)			Kehilangan Tinggi Tekan Akibat Katup (*Valve*)			h_{lm}
				Jumlah Belokan	k_b	h_b	Jumlah T (*Tee Joint*)	k_t	h_t	Jumlah Katup	k_v	h_v	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]
1	Blok 1	Blok 1 A	0.55	3	0.98	0.0453	2	0.04	0.0012	1	0.6	0.0093	0.0558
2		Blok 1 B	0.55	3	0.98	0.0453	0	0.04	0.0000	1	0.6	0.0093	0.0546
3		Blok 1 C	0.55	3	0.98	0.0453	2	0.04	0.0012	1	0.6	0.0093	0.0558
4		Blok 1 D	0.55	3	0.98	0.0453	1	0.04	0.0006	1	0.6	0.0093	0.0552
5		Blok 1 E	0.55	3	0.98	0.0453	0	0.04	0.0000	1	0.6	0.0093	0.0546
6	Blok 2	Blok 2 A	0.55	3	0.98	0.0453	1	0.04	0.0006	1	0.6	0.0093	0.0552
7		Blok 2 B	0.55	3	0.98	0.0453	1	0.04	0.0006	1	0.6	0.0093	0.0552
8		Blok 2 C	0.55	4	0.98	0.0604	2	0.04	0.0012	1	0.6	0.0093	0.0709
9		Blok 2 D	0.55	5	0.98	0.0755	1	0.04	0.0006	1	0.6	0.0093	0.0854
10		Blok 2 E	0.55	5	0.98	0.0755	0	0.04	0.0000	1	0.6	0.0093	0.0848
11	Blok 3	Blok 3 A	0.55	3	0.98	0.0453	1	0.04	0.0006	1	0.6	0.0093	0.0552
12		Blok 3 B	0.55	5	0.98	0.0755	2	0.04	0.0012	1	0.6	0.0093	0.0860
13		Blok 3 C	0.55	5	0.98	0.0755	0	0.04	0.0000	1	0.6	0.0093	0.0848
14		Blok 3 D	0.55	6	0.98	0.0907	1	0.04	0.0006	1	0.6	0.0093	0.1005
15		Blok 3 E	0.55	7	0.98	0.1058	1	0.04	0.0006	1	0.6	0.0093	0.1156
16		Blok 3 F	0.55	7	0.98	0.1058	0	0.04	0.0000	1	0.6	0.0093	0.1150

Sumber: Perhitungan

Keterangan:

[1] = Skema jaringan irigasi
[2] = Skema jaringan irigasi
[3] = Skema jaringan irigasi
[4] = Kecepatan Aliran Dalam Pipa
[5] = Skema jaringan irigasi
[6] = Koefisien
[7] = [6] x ($[4]^2$ / (2 x g)) x [5]
[8] = Skema jaringan irigasi
[9] = Koefisien
[10] = [9] x ($[4]^2$ / (2 x g)) x [8]
[11] = Skema jaringan irigasi
[12] = Koefisien
[13] = [12] x ($[4]^2$ / (2 x g)) x [11]
[14] = [7] + [10] + [13]

Dari hasil perhitungan di atas didapat nilai kehilangan tinggi tekan minor pada setiap titik outlet. Sehingga total kehilangan tinggi tekan minor (*minor loses*) untuk tiap blok tersier dapat dihitung sebagai berikut:

- **Blok 1**

  h_{lm} = h_{lm} outlet 1 + h_{lm} outlet 2 + h_{lm} outlet 3 + h_{lm} outlet 4 + h_{lm} outlet 5

  = 0,0558 + 0,0546+ 0,0558 + 0,0552 + 0,0546

  = 0,2760 m

- Blok 2

  h_{lm} = h_{lm} outlet 6 + h_{lm} outlet 7 + h_{lm} outlet 8 + h_{lm} outlet 9 + h_{lm} outlet 10

  = 0,0552 + 0,0552 + 0,0709 + 0,0854 + 0,0848

  = 0,3515 m

- **Blok 3**

  h_{lm} = h_{lm} outlet 11 + h_{lm} outlet 12 + h_{lm} outlet 13 + h_{lm} outlet 14 + h_{lm} outlet 15 + h_{lm} outlet 16

  = 0,0552 + 0,0860 + 0,0848 + 0,1005 + 0,1156 + 0,1150

  = 0,5572 m

Sebagai dasar perencanaan total head pompa, digunakan nilai kehilangan tinggi tekan minor (*minor loses*) pada blok tersier 3 karena memiliki nilai yang paling besar diantara blok-blok tersier lainnya.

4.10. Perencanaan Pompa

4.10.1. Perhitungan Total Head Pompa

Elevasi muka tanah pada sumur adalah + 33,00 dan elevasi muka air di sisi keluar pada sawah tertinggi adalah + 66,30. Muka air tanah berada pada kedalaman 6,50 m atau pada elevasi +26,50 sedangkan penurunan Muka air tanah maksimum (Sw_{maks}) adalah 25,54 m. Direncanakan menggunakan pompa celup (*supmersible pump*) diletakkan pada kedalaman 33 m.

Perhitungan total head pompa adalah sebagai berikut:

h_f = 1,4504 m

h_{lm} = 0,5572 m

V = 0,55 m/dt

Zb = elevasi muka air sisi keluar – elevasi muka air tanah

= 66,30 – 26,50

= 39,80 m

$$H = h_f + h_{lm} + Zb + \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$= 1{,}4504 + 0{,}5572 + 39{,}80 + \frac{0{,}55^2}{2 \times 9{,}81}$$

= 1,4504 + 0,5572 + 39,80 + 0,015

= 41,82 m

4.10.2. Pemilihan Tipe Pompa

Dari perhitungan sebelumnya didapatkan:

Total head pompa (H) = 41,82 m

Debit optimum (Q_{opt}) = 10 lt/dt

Berdasarkan data tersebut, jenis pompa yang akan digunakan padaperencanaan jaringan irigasi air tanah studi ini adalah pompa celup (*submersible pump*) merk GRUNDFOS tipe SP 30 - 4 dengan data teknis berikut:

Tipe pompa = SP 30 - 4

Tipe motor = MS 4000

Daya motor = 5,5 kW

Berat = 29 kg

Diameter pompa = 95 mm

Panjang = 1115 mm

Head maksimum = 66 m

Gambar 4.18. Pompa *Supmersible* GRUNDFOS MS Motor
Sumber: GRUNDFOS Data Booklet

4.10.3. Pemilihan Daya

A. Perhitungan Daya Generator

Daya generator merupakan besar daya yang dihasilkan untuk mengangkat atau menjalankan pompa. Dari pemilihan tipe pompa di atas, di dapat daya pompa sebesar 5,5 kW. Sehingga daya generator yang dihasilkan dapat dihitung sebagai berikut:

$P_g > (17{,}6\% \times P) + P$

$P_g > (17{,}6\% \times 5{,}5) + 5{,}5$

$P_g > 6{,}47$ kW

Agar lebih aman, maka diambil 30% lebih besar dari daya pompa. Sehinggadapat dirumuskan sebagai berikut.

$P_g > (30\% \times P) + P$

$P_g > (30\% \times 5{,}5) + 5{,}5$

$P_g > 7{,}15$ kW

Dari perhitungan tersebut diketahui bahwa dengan daya pompa sebesar 5,5 kW diperlukan sebuah generator dengan daya harus lebih besar atau sama dengan

7,15 kW. Efisiensi maksimal generator berkisar antara 85% - 90% dari total daya generator.

Jenis generator yang akan digunakan padavperencanaan jaringan irigasi air tanah studi ini adalah generator merk IWATA tipe IW10WS dengan data teknis berikut:

Tipe	=	IW10WS
Frekuensi	=	50 Hz
Daya	=	10 kW
Kapasitas bahan bakar	=	45 lt
Konsumsi bahan bakar	=	1 lt/jam
Bahan Bakar	=	Solar
Dimensi (p x l x t)	=	1,65 x 0,78 x 0,95 m
Berat	=	650 kg
Kebisingan	=	66 dBA/7 m
Harga	=	Rp. 60.120.000,-

Gambar 4.19. Generator IWATA *i-series*
Sumber: Catalog IWATA Diesel Generator

Sehingga perhitungan biaya untuk mengairi lahan pada bulan januari periode I adalah sebagai berikut :

Konsumsi Bahan bakar = t x Konsumsi bbm/jam

= 200 x 1 liter

= 200 liter

Harga BBM jenis solar/liter = Rp. 5.150,-

Biaya konsumsi bahan bakar = 200 liter x Rp. 5.150,-

= Rp. 1.030.000,-

B. Perhitungan Daya Listrik PLN

Selain menggunakan generator, untuk menjalankan pompa dengan daya sebesar 5,5 kW dibutuhkan layanan listrik dari PLN dengan batas daya 6600 VA. Maka perhitungan biaya untuk mengairi lahan pada bulan januari periode I dengan menggunakan layanan listrik dari PLN adalah sebagai berikut :

Biaya periode I = Daya pompa x t x Harga tarif dasar listrik

= 5,5 kW x 200 jam x Rp. 1364,86

= Rp. 1.501.346,-

Gambar tarif dasar listrik dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

PT PLN (PERSERO)

n Trunojoyo Blok M 1/135 Kebayoran Baru - Jakarta 12160
: (021) 7261875, 7261122, 7262234
(021) 7251234, 7250550
k Pos : 4322/KBB Faximile : (021) 7221330 Alamat Kawat : PLN

PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK *(TARIFF ADJUSTMENT)*

BULAN JUNI 2016

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.364,86	1.364,86
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.364,86	1.364,86
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.364,86	1.364,86
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.364,86	1.364,86
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.364,86	1.364,86
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 975,49 Blok LWBP = 975,49 kVArh = 1.049,85 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 975,49 Blok LWBP = 975,49 kVArh = 1.049,85 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 939,85 kVArh = 939,85 ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.364,86	1.364,86
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 975,49 Blok LWBP = 975,49 kVArh = 1.049,85 ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.364,86	1.364,86
12.	L/TR, TM, TT		-	1.542,63	-

Catatan :
*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.
**) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).
K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat (1,4 ≤ K ≤ 2), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.
LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Jakarta, 19 Mei 2016

C. Perhitungan Daya Panel Surya

Panel Surya adalah sistem pemasangan panel yang dapat menyimpan energi dari cahaya matahari, yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai tanaga pembangkit listrik. Namun panel surya yang tersedia dipasar Indonesia saat ini yang terbesar hanya sebatas 210 W dengan harga Rp. 7.560.000,-.Dalam pemasangan panel surya juga dibutuhkan batere yang berguna untuk menyimpan daya yang dihasilkan. Saat ini batere dengan kapasitas 12V100ah tersedia dipasaran dengan harga berkisar Rp. 3.672.000,-.

Untuk membangkitkan daya generator sebesar 5,5 kW, perhitungan panel surya yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

Daya yang dibutuhkan = 5500 W x 24 jam

= 132.000 W

Panel surya = $\frac{132.000\ W}{210\ W \times 4\ jam}$

= 158 buah

Biaya panel surya = 158 buah x Rp. 7.560.000,-

= Rp. 1.194.480.000,-

Batere yang dibutuhkan = 132.000 W x 2 x 3

= 792.000 W

Sehingga :

= $\frac{792.000\ W}{1200\ dari\ (12\ v \times 100\ ah)}$

= 660 buah.

Biaya batere = 660 buah x Rp. 3.672.000,-

= Rp. 2.423.520.000,-

Total biaya untuk pemasangan panel surya adalah :

Biaya yang dibutuhkan = Biaya panel surya + Biaya batere

= Rp. 1.194.480.000,- + Rp. 2.423.520.000,-

= Rp. 3.618.000.000,-

Karena biaya operasional dan pengadaan yang lebih murah, maka daya yang digunakan untuk menjalankan pompa dalam perencanaan jaringan irigasi air tanah ini menggunakan generator merk IWATA tipe IW10WS.

4.11. Perhitungan Tinggi Isap Positip Neto (NPSH)

Bila tekanan statis suatu aliran zat cair turun sampai di bawah tekanan uap jenuhnya, maka pompa akan mengalami kavitasi. Sebagai ukuran keamanan pompa terhadap kavitasi digunakan Head Isap Positip Neto atau *Net Positive Suction Head* (NPSH). Tinjauan NPSH ada 2 yaitu NPSH yang tersedia dan NPSH yang diperlukan. Agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, maka harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut (Sularso, 2000:45):

NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan

1. NPSH yang tersedia

   Perhitungan NPSH yang tersedia dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

   $$h_{sv} = \frac{Pa}{\gamma} - \frac{Pv}{\gamma} - h_s - h_{ls}$$

   Rumus di atas digunakan bila pompa menghisap zat cair dari tempat terbuka (dengan tekanan atmosfer pada permukaan zat cair). Pada pemompaan air sumur ini, zat cair diisap dari ruang tertutup (pompa berada di bawagh permukaan zat cair) sehingga tekanan di atas permukaan zat cair sama dengan tekanan uap jenuhnya (Pa = Pv), maka rumus di atas menjadi (Sularso, 2000:45):

   $h_{sv} = - h_s - h_{ls}$

   $h_s = 26,5$ m

   $h_{ls} = 0,0615$ m

   sehingga:

   $h_{sv} = – 26,5 – 0,0630$

   $= – 26,563$ m

2. NPSH yang diperlukan

   Nilai NPSH yang diperlukan dapat dilihat pada grafik *performance curve* yang terdapat pada lampiran 3. Besarnya NPSH yang diperlukan adalah 5,20 m.

Dari analisa di atas didapat NPSH yang tersedia adalah sebesar 26,563 m dan NPSH yang diperlukan adalah sebesar 5,20 m, sehingga:

NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan

26,563>5,20

Jadi pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi.

4.12. Simulasi Jaringan Perpipaan

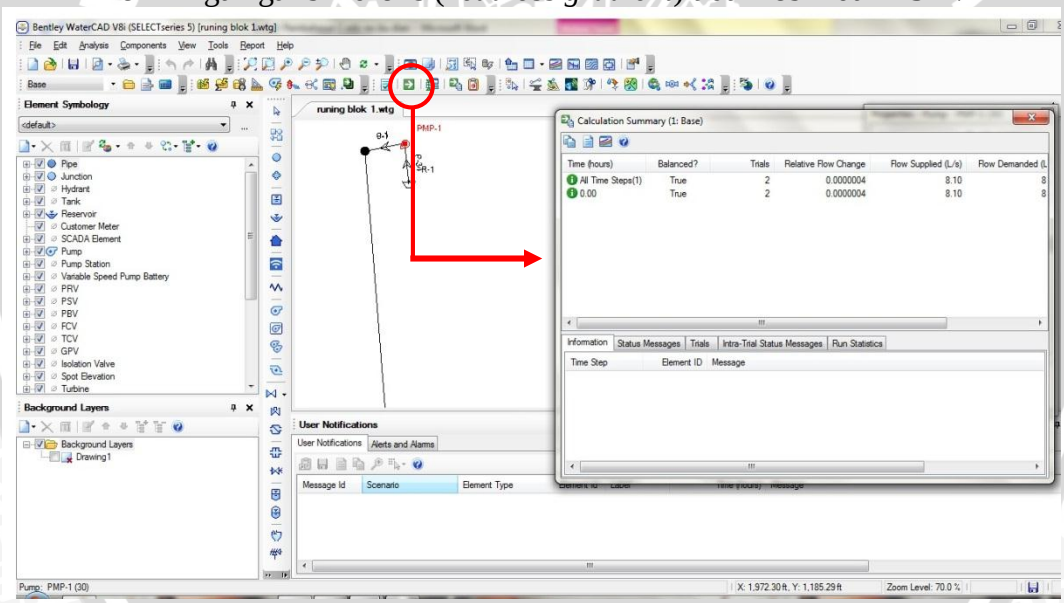
Simulasi jaringan perpipaan mengunakan program *waterCAD ver 8i edition*. Program ini berisi tentang cara menganalisis jaringan perpipaan dari komponen perpipaan yang direncanakan. Dengan menggunakan program ini, maka kita dapat mengetahui berhasil tidaknya kondisi jaringan yang

direncanakan. Sehingga kesimpulan terkait hasil sebuah perencanaan jaringan perpipaan menjadi tepat guna.

Komponen perpipaan yang digunakan dalam perencanaan ini meliputi sumber air (sumur pompa), pompa, pipa dan *junction*. Pengaliran air dari sumber dengan menggunakan pompa ke daerah layanan (*junction*) dilakukan secara gravitasi. Besarnya kebutuhan air tiap *junction* tergantung dari besarnya kebutuhan air tiap blok tersier yang telah dijelaskan di atas. Skenario yang digunakan adalah pompa beroperasi pada 3 blok tersier dimana ketika 1 blok tersier dialiri, 2 blok tersier lainnya ditutup (tidak dialiri).

Jaringan perpipaan yang direncanakan tersebut dapat dikatakan memenuhi syarat jika memenuhi kondisi berikut.

- Tekanan sisa di tiap-tiap titik simpul (*junction*) minimum 1-8 atm
- Kecepatan dalam pipa yang ideal 0,1 – 4,5 m/dt
- Kemiringan garis hidrolis (*headloss gradient*) tidak lebih dari 15 m/km



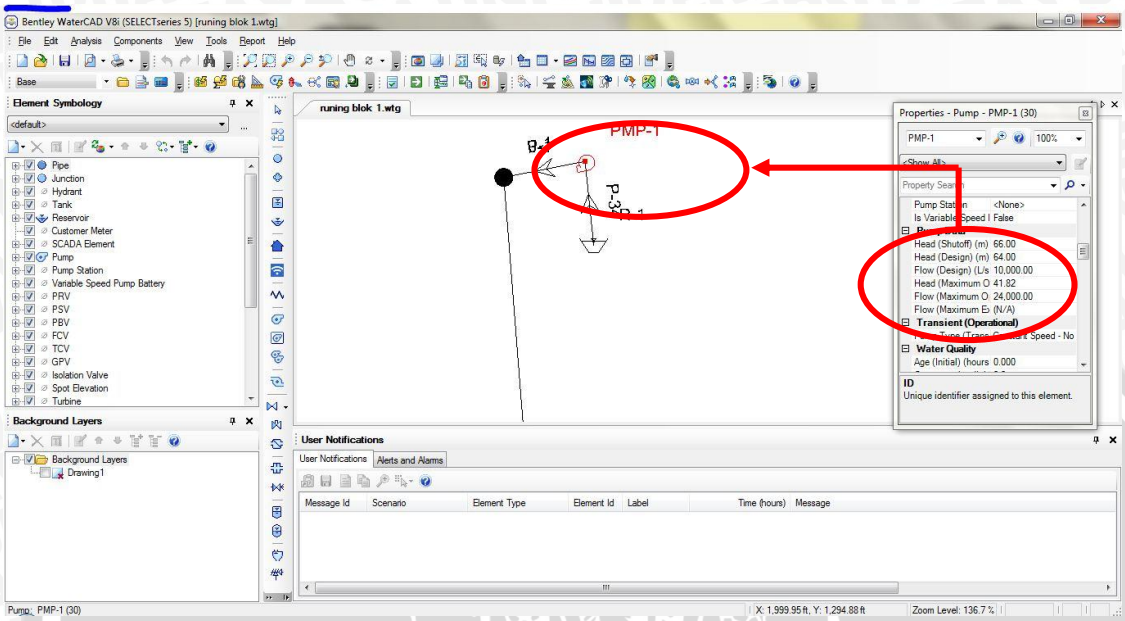
Gambar 4.20. Proses *Running* (*Calculate*)
Sumber: Program WaterCAD ver V8i

1. Hasil simulasi pada pompa

Pompa yang digunakan dengan motor tenggelam dengan kondisi berikut:

- Pompa diletakkan (direncanakan) pada elevasi +33
- *Head design* 66 m
- *Head* operasi maksimum 41,82 m

- Debit operasional (*design flow*) 10 lt/dt
- Debit maksimum (*maximum operating flow*) 24 lt/dt



Gambar 4.21. Isian Data Pompa
Sumber: Program WaterCAD ver V8i

Berikut merupakan hasil *running* pompa:

Tabel 4.40.Hasil Simulasi Pompa Pada Blok 1

Label	Elevation (m)	Status	Flow (lt/sec)	Pump Head (m)
PMP-1	2	On	8.10	66

Sumber: Program WaterCAD ver 8 ver V8i

Tabel 4.41. Hasil Simulasi Pompa Pada Blok 2

Label	Elevation (m)	Status	Flow (lt/sec)	Pump Head (m)
PMP-1	2	On	8.43	66

Sumber: Program WaterCAD ver 8 XM Edition

Tabel 4.42. Hasil Simulasi Pompa Pada Blok 3

Label	Elevation (m)	Status	Flow (lt/sec)	Pump Head (m)
PMP-1	2	On	12	66

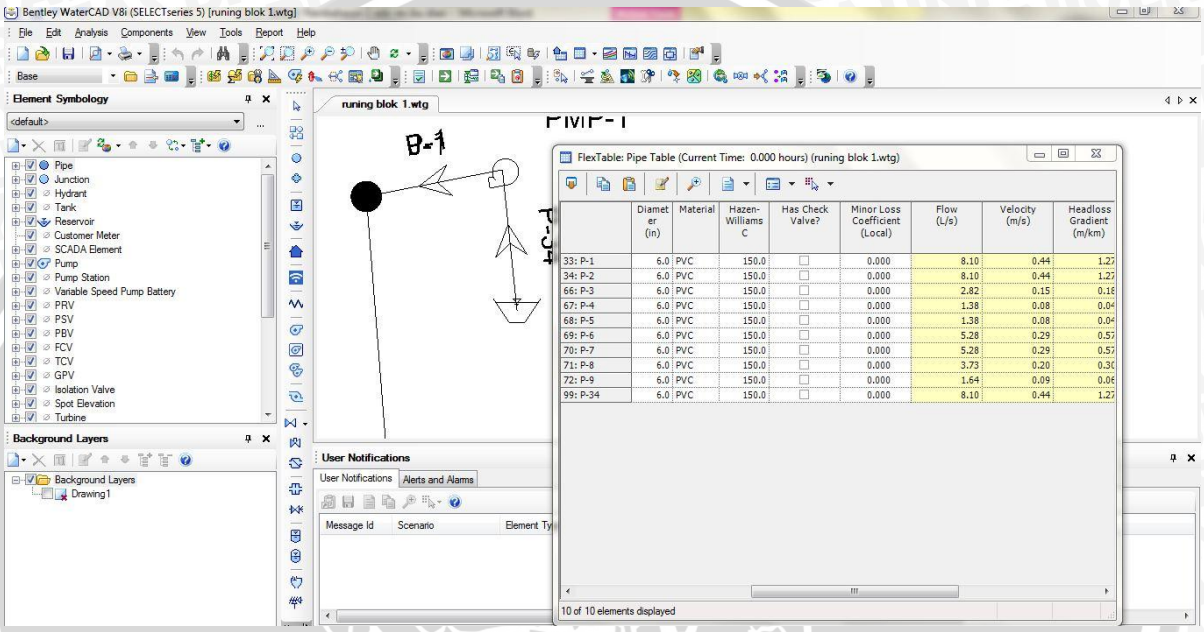
Sumber: Program WaterCAD ver 8 XM Edition

2. Hasil simulasi pada pipa

Berikut merupakan perencanaan jenis pipa dan diameternya.

- Menggunakan pipa GI untuk pipa outlet dan pipa PVC untuk pipa jaringan pada daerah layanan
- Diameter untuk pipa adalah 6 inchi

Berikut merupakan hasil *running* pipa:



Gambar 4.22. Isian Data Pipa

Gambar 4.23.Sumber: Program WaterCAD ver V8i

Tabel 4.43. Hasil Simulasi Pipa Pada Blok 1

Label	Length (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Flow (lt/sec)	Velocity (m/sec)	Kontrol 0,1≥ v ≥ 4,5	Headloss Gradient (m/km)	Kontrol hf ≤ 15
P-1	8	PMP-1	J-1	6	PVC	150	8.1	0.44	OK	1.271	OK
P-2	127	J-1	J-2	6	PVC	150	8.1	0.44	OK	1.271	OK
P-3	11	J-2	J-9	6	PVC	150	2.82	0.15	OK	0.18	OK
P-4	124	J-9	J-3	6	PVC	150	1.38	0.08	OK	0.048	OK
P-5	127	J-3	J-4	6	PVC	150	1.38	0.08	OK	0.048	OK
P-6	190	J-2	J-5	6	PVC	150	5.28	0.29	OK	0.575	OK
P-7	11	J-5	J-6	6	PVC	150	5.28	0.29	OK	0.575	OK
P-8	117	J-6	J-7	6	PVC	150	3.73	0.2	OK	0.302	OK
P-9	77	J-7	J-8	6	PVC	150	1.64	0.09	OK	0.066	OK
P-34	8	R-1	PMP-1	6	PVC	150	8.1	0.44	OK	1.271	OK

Sumber: Program WaterCAD ver V8i

Tabel 4.44. Hasil Simulasi Pipa Pada Blok 2

Label	Length (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Flow (lt/sec)	Velocity (m/sec)	Kontrol 0,1≥ v ≥ 4,5	Headloss Gradient (m/km)	Kontrol hf ≤ 15
P-1	8	PMP-1	J-1	6	PVC	150	8.43	0.46	OK	1.369	OK
P-2	127	J-1	J-2	6	PVC	150	8.43	0.46	OK	1.368	OK
P-6	190	J-2	J-5	6	PVC	150	8.43	0.46	OK	1.368	OK
P-10	80	J-5	J-10	6	PVC	150	8.43	0.46	OK	1.368	OK
P-11	79	J-10	J-11	6	PVC	150	6.6	0.36	OK	0.87	OK
P-12	5	J-11	J-12	6	PVC	150	4.97	0.27	OK	0.514	OK
P-13	4	J-12	J-13	6	PVC	150	4.97	0.27	OK	0.514	OK
P-30	37	J-16	J-15	6	PVC	150	-2.21	0.12	OK	0.115	OK
P-31	17	J-15	J-17	6	PVC	150	2.76	0.15	OK	0.173	OK
P-32	69	J-17	J-18	6	PVC	150	1.53	0.08	OK	0.058	OK
P-33	207	J-15	J-13	6	PVC	150	-4.97	0.27	OK	0.514	OK
P-34	8	R-1	PMP-1	6	Ductile Iron	150	8.43	0.46	OK	1.784	OK

Sumber: Program WaterCAD ver V8i

Tabel 4.45. Hasil Simulasi Pipa Pada Blok 3

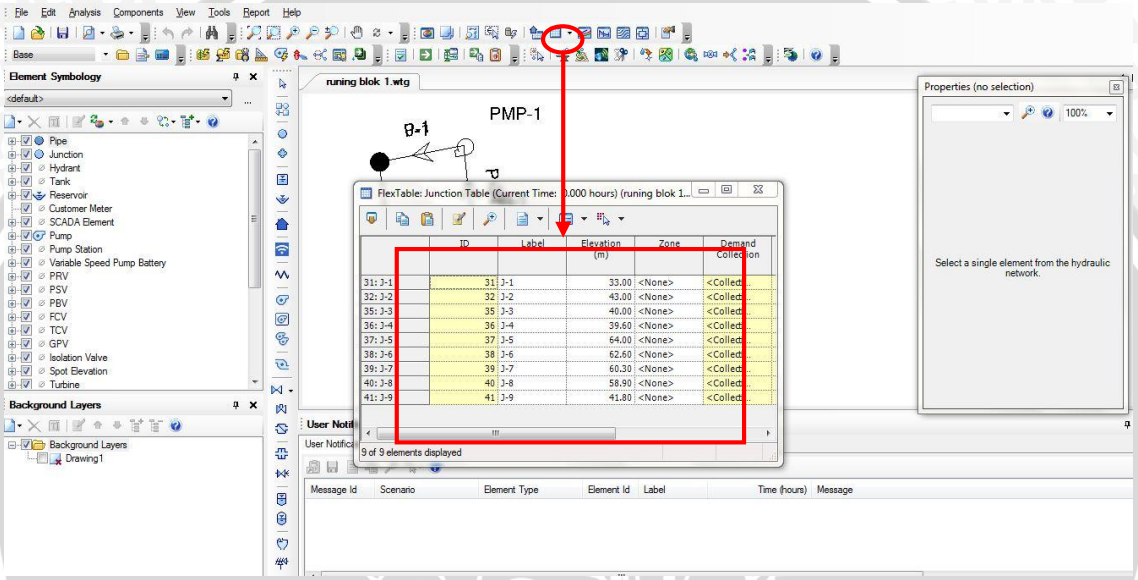
Label	Length (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Flow (lt/sec)	Velocity (m/sec)	Kontrol 0,1≥ v ≥ 4,5	Headloss Gradient (m/km)	Kontrol hf ≤ 15
P-1	8	PMP-1	J-1	6	PVC	150	12	0.66	OK	2.632	OK
P-2	127	J-1	J-2	6	PVC	150	12	0.66	OK	2.632	OK
P-6	190	J-2	J-5	6	PVC	150	12	0.66	OK	2.632	OK
P-10	80	J-5	J-10	6	PVC	150	12	0.66	OK	2.632	OK
P-11	79	J-10	J-11	6	PVC	150	10.17	0.56	OK	1.937	OK
P-12	5	J-11	J-12	6	PVC	150	8.54	0.47	OK	1.402	OK
P-13	4	J-12	J-13	6	PVC	150	8.54	0.47	OK	1.402	OK
P-14	6	J-13	J-14	6	PVC	150	8.54	0.47	OK	1.402	OK
P-15	15	J-14	J-19	6	PVC	150	6.66	0.37	OK	0.884	OK
P-16	125	J-19	J-20	6	PVC	150	6.66	0.37	OK	0.884	OK
P-17	9	J-20	J-21	6	PVC	150	6.66	0.37	OK	0.884	OK
P-18	22	J-21	J-22	6	PVC	150	6.66	0.37	OK	0.884	OK
P-19	15	J-22	J-23	6	PVC	150	6.66	0.37	OK	0.885	OK
P-20	9	J-23	J-24	6	PVC	150	6.66	0.37	OK	0.885	OK
P-21	3	J-24	J-25	6	PVC	150	6.66	0.37	OK	0.883	OK
P-22	7	J-25	J-26	6	PVC	150	2.63	0.14	OK	0.158	OK
P-23	56	J-26	J-27	6	PVC	150	1.44	0.08	OK	0.052	OK
P-24	16	J-27	J-28	6	PVC	150	1.44	0.08	OK	0.052	OK
P-25	47	J-25	J-29	6	PVC	150	4.03	0.22	OK	0.349	OK
P-26	9	J-29	J-30	6	PVC	150	1.96	0.11	OK	0.092	OK
P-27	115	J-29	J-31	6	PVC	150	2.07	0.11	OK	0.102	OK
P-28	6	J-31	J-32	6	PVC	150	2.07	0.11	OK	0.101	OK
P-29	120	J-32	J-33	6	PVC	150	0.55	0.03	OK	0.009	OK
P-34	5	PMP-1	R-1	6	Ductile Iron	130	-12	0.66	OK	3.43	OK

Sumber: Program WaterCAD ver V8i

3. Hasil simulasi pada titik simpul (*junction*)

Berikut merupakan perencanaan titik simpul (*junction*):

- Elevasi *junction* berdasarkan data peta topografi
- *Junctin* yang menjadi titik outlet adalah J-4, J-6, J-7, J-8, J-9, J-10, J-11,J-14, J-16, J-17, J-18, J-26, J-28, J-30, J-32, dan J-33
- Nilai kebutuhan air irigasi (*demand*) pada *junction* yang menjadi titik outlet dimasukkan berdasarkan perhitungan kebutuhan air irigasi di atas



Gambar 4.24. Isian Data *Junction*

Sumber: Program WaterCAD ver 8 XM Edition

Tabel 4.46. Hasil Simulasi *Junction* Pada Blok 1

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (atm)	Kontrol 1 ≥ p ≥ 8
J-1	33	0	68.98	352	OK
J-2	43	0	68.82	253	OK
J-3	40	0	68.81	282	OK
J-4	39.6	1.38	68.8	286	OK
J-5	64	0	68.71	46	OK
J-6	62.6	1.55	68.7	60	OK
J-7	60.3	2.09	68.67	82	OK
J-8	58.9	1.64	68.66	96	OK
J-9	41.8	1.44	68.82	264	OK

Sumber: Program WaterCAD ver V8i

Tabel 4.47. Hasil Simulasi *Junction* Pada Blok 2

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (atm)	Kontrol 1 ≥ p ≥ 8
J-1	33	0	68.97	51	OK
J-2	43	0	68.8	37	OK
J-5	64	0	68.54	6	OK
J-10	65	1.83	68.43	5	OK
J-11	66.5	1.63	68.36	3	OK
J-12	67	0	68.36	2	OK
J-13	67	0	68.36	2	OK
J-15	44	0	68.25	34	OK
J-16	42.5	2.21	68.25	37	OK
J-17	43.5	1.23	68.25	35	OK
J-18	42.5	1.53	68.25	37	OK

Sumber: Program WaterCAD ver V8i

Tabel 4.48. Hasil Simulasi *Junction* Pada Blok 3

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (atm)	Kontrol 1 ≥ p ≥ 8
J-1	33	0	68.96	3.474	OK
J-2	43	0	68.63	2.475	OK
J-5	64	0	68.13	1.399	OK
J-10	65	1.83	67.92	1.282	OK
J-11	66.5	1.63	67.77	1.122	OK
J-12	67	0	67.76	1.073	OK
J-13	67	0	67.75	1.073	OK
J-14	65.5	1.88	67.75	1.217	OK
J-19	66	0	67.73	1.167	OK
J-20	56	0	67.62	1.123	OK
J-21	55	0	67.61	1.218	OK
J-22	54	0	67.59	1.313	OK
J-23	53	0	67.58	1.408	OK
J-24	53	0	67.57	1.408	OK
J-25	53	0	67.57	1.407	OK
J-26	52.6	1.19	67.57	1.446	OK
J-27	49	0	67.57	1.793	OK
J-28	47.5	1.44	67.57	1.938	OK
J-29	50	0	67.55	1.696	OK
J-30	49.5	1.96	67.55	1.744	OK
J-31	42	0	67.54	2.467	OK
J-32	41.4	1.52	67.54	2.525	OK
J-33	38.5	0.55	67.54	2.805	OK

Sumber: Program WaterCAD ver V8i

Untuk melakukan kalibrasi simulasi hidraulika digunakan perhitungan sederhana sebagai berikut:

Data pipa 7 (P-7) hasil *running WaterCAD ver 8 XM edition*:

Panjang pipa = 11 m

Diameter pipa = 6 inchi = 0,1524 m

Material pipa = PVC

Koef. Hazen W. = 150

Debit = 5,28 lt/dt = 0,00528 m^3/dt

Kecepatan = 0,29 m/dt

Headloss gradient = 0,575 m/km = 0,000575 m/m

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{1/4 \times \pi \times D^2}{\pi \times D}$$

$$= 1/4 \times D$$

$$= 0{,}25 \times 0{,}1524$$

$$= 0{,}0381 \text{ m}$$

$$S = \frac{h_f}{L}$$

$$0{,}000575 = \frac{h_f}{11}$$

$$h_f = 0{,}000575 \times 11$$

$$= 0{,}00633 \text{ m}$$

Rumus Hazen-Williams adalah:

$$V = 0{,}849 \times C_{hw} \times R^{0,63} \times S^{0,54}$$

$$= 0{,}849 \times 150 \times (0{,}0381)^{0,63} \times (0{,}000575)^{0,54}$$

$$= 0{,}849 \times 150 \times 0{,}128 \times 0.018$$

$$= 0{,}293 \text{ m/dt}$$

$$A = 1/4 \times \pi \times D^2$$

$$= 0{,}25 \times 3{,}14 \times 0{,}1524^2$$

$$= 0{,}25 \times 3{,}14 \times 0{,}0232$$

$$= 0{,}0182 \text{ m}^2$$

$$Q = 0{,}849 \times C_{hw} \times A \times R^{0,63} \times S^{0,54}$$

$$= 0{,}849 \times 150 \times 0{,}0182 \times (0{,}0381)^{0,63} \times (0{,}000575)^{0,54}$$

$$= 0{,}849 \times 150 \times 0{,}0182 \times 0{,}128 \times 0.018$$

$$= 0{,}00534 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$k = \frac{10{,}654 \times L}{C_{hw}^{1,85} \times D^{4,87}}$$

$$= \frac{10{,}654 \times 11}{150^{1,85} \times 0{,}1524^{4,87}}$$

$$= \frac{117{,}194}{1{,}114}$$

= 105.20

h_f = k x $Q^{1,85}$

= 105,20 x $(0,00534)^{1,85}$

= 0,00658 m

Dari hasil perhitungan *hf* sederhana tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang berarti 0,0063 = 0,00658 (hampir sama), hal itu berarti bahwa hasil simulasi yang direncanakan telah sesuai.

4.13. Analisa Sistem Pemberian Air Tiga Blok Rotasi

Cara pemberian air yang dilakukan pada studi ini adalah 2 blok tidak diairi, 1 blok diairi. Pemberian air dibagi menjadi tiga periode untuk waktu 10 hari atau 240 jam. Luas masing – masing blok yang dirancanakan sesuai dengan tabel 4.35. Perhitungan sistem pemberian air adalah sebagai berikut:

Luas blok 1 (A_1) = 6,63 ha

Luas blok 2 (A_2) = 6,90 ha

Luas blok 3 (A_3) = 6,98 ha

1. Blok 1 diairi, blok 2, dan 3tidak diairi. Lamanya pemberian air adalah sebagai berikut:

$$P_I = \frac{A_1}{A_1+A_2+A_3} \text{ x } 240 \text{ jam}$$

$$= \frac{6,63}{6,63 + 6,90 + 6,98} \text{x } 240$$

$$= \frac{6,63}{20,51} \text{x } 240$$

= 0,2783 x 240

= 78 jam

2. Blok 2 diairi, blok 1dan 3 tidak diairi. Lamanya pemberian air adalah sebagai berikut:

$$P_{II} = \frac{A_2}{A_1+A_2+A_3} \text{ x } 240 \text{ jam}$$

$$= \frac{6,90}{6,63 + 6,90 + 6,98} \text{x } 240$$

$= \frac{6,90}{20,51} x\ 240$

$= 0,3364 \times 240$

$= 81$ jam

3. Blok 3 diairi, blok 1 dan 2 tidak diairi. Lamanya pemberian air adalah sebagai berikut:

$P_{III} = \frac{A_3}{A_1+A_2+A_3} x\ 240$ jam

$= \frac{6,98}{6,63 + 6,90 + 6,98} x\ 240$

$= \frac{6,98}{20,51} x\ 240$

$= 0,3402 \times 240$

$= 81$ jam

4.14. Analisa Pengoperasian Pompa

Jam operasi pompa untuk tiap blok tersier berbeda-beda. Dari perhitungan pada sub bab sebelumnya didapat lamanya pemberian air pada blok 1 adalah 78 jam, blok 2 adalah 81 jam, dan blok 3 adalah 81 jam,. Sedangkan jam operasi pompa dengan debit optimum sumur 10 lt/dt dapat dihitung sebagai berikut:

Sebagai contoh perhitungan, berikut merupakan perhitungan jam operasi pompa bada bulan Januari periode I:

1. Jam operasi pompa pada blok 1

$P_I = 78$ jam

$= 78 \times 60 \times 60$

$= 280800$ detik

IR = 1,222 lt/dt/ha

$A_I = 6,63$ ha

Volume air yang diperlukan dalam 1 periode (10 hari) adalah:

$V_p = IR \times P_I \times A_I$

$= 1,222 \times 280800 \times 6,63$

$= 2275002,29$ lt

Volume air yang tersedia dalam 1 periode (10 hari) adalah:

V_t = Q x P, dimana P = t x 60 x 60; t adalah jam operasi pompa

= 10 x t x 60 x 60

= 36000 t

V_p = V_t

2275002,29 = 36000 t

$$t = \frac{2275002,29}{36000}$$

= 63 jam

Jadi, lamanya pompa beroperasi untuk mengairi blok 1 adalah 63 jam. Sedangkan waktu istirahat pompa adalah:

Waktu istirahat pompa pad blok 1 = 78 – 63

= 15 jam

2. Jam operasi pompa pada blok 2

P_{II} = 81 jam

= 81 x 60 x 60

= 291600 detik

IR = 1,222 lt/dt/ha

A_{II} = 6,90 ha

Volume air yang diperlukan dalam 1 periode (10 hari) adalah:

V_p = IR x P_{II} x A_{II}

= 1,222 x 291600 x 6,90

= 2458712,88 lt

Volume air yang tersedia dalam 1 periode (10 hari) adalah:

V_t = Q x P, dimana P = t x 60 x 60; t adalah jam operasi pompa

= 10 x t x 60 x 60

= 36000 t

V_p = V_t

2458712,88 = 36000 t

$$t = \frac{2458712,88}{36000}$$

= 68 jam

Jadi, lamanya pompa beroperasi untuk mengairi blok 2 adalah 68 jam. Sedangkan waktu istirahat pompa adalah:

Waktu istirahat pompa pada blok 2 = 81 – 68

= 13 jam

3. Jam operasi pompa pada blok 3

P_{III} = 81 jam

= 81 x 60 x 60

= 291600 detik

IR = 1,222 lt/dt/ha

A_{III} = 6,98 ha

Volume air yang diperlukan dalam 1 periode (10 hari) adalah:

V_p = IR x P_{III} x A_{III}

= 1,222 x 291600 x 6,98

= 2487219,696 lt

Volume air yang tersedia dalam 1 periode (10 hari) adalah:

V_t = Q x P, dimana P = t x 60 x 60; t adalah jam operasi pompa

= 10 x t x 60 x 60

= 36000 t

V_p = V_t

2487219,696 = 36000 t

$$t = \frac{2487219,696}{36000}$$

= 69 jam

Jadi, lamanya pompa beroperasi untuk mengairi blok 3 adalah 69 jam. Sedangkan waktu istirahat pompa adalah:

Waktu istirahat pompa pada blok 3 = 81 – 69

= 12 jam

Dalam penyusunan jadwal pengoperasian pompa, direncanakan pompa mulai dioperasikan pada pukul 05.00 tiap harinya dengan lama istirahat pompa minimal 2 jam. Jadwal pengoperasian pompa untuk periode I pada bulan januari dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.49.Pola Operasi Pompa Pada Bulan Januari Periode I

<table>
<tr><th rowspan="2">Jam</th><th colspan="10">Operasi Pompa</th></tr>
<tr><th>Hari 1</th><th>Hari 2</th><th>Hari 3</th><th>Hari 4</th><th>Hari 5</th><th>Hari 6</th><th>Hari 7</th><th>Hari 8</th><th>Hari 9</th><th>Hari 10</th></tr>
<tr><td>05.00</td><td rowspan="8">BLOK 1
05.00 -
14.00</td><td rowspan="8">BLOK 1
05.00 -
14.00</td><td rowspan="8">BLOK 1
05.00 -
14.00</td><td rowspan="4">BLOK 1
05.00 -
11.00</td><td rowspan="8">BLOK 2
05.00 -
14.00</td><td rowspan="8">BLOK 2
05.00 -
14.00</td><td rowspan="8">BLOK 2
05.00 -
16.00</td><td rowspan="8">BLOK 3
05.00 -
14.00</td><td rowspan="8">BLOK 3
05.00 -
14.00</td><td rowspan="8">BLOK 3
05.00 -
14.00</td></tr>
<tr><td>06.00</td></tr>
<tr><td>07.00</td></tr>
<tr><td>08.00</td></tr>
<tr><td>09.00</td><td rowspan="8">BLOK 2
11.00 -
02.00</td></tr>
<tr><td>10.00</td></tr>
<tr><td>11.00</td></tr>
<tr><td>12.00</td></tr>
<tr><td>13.00</td></tr>
<tr><td>14.00</td><td rowspan="3">14.00 -
17.00</td><td rowspan="3">14.00 -
17.00</td><td rowspan="3">14.00 -
17.00</td><td rowspan="2">14.00 -
16.00</td><td rowspan="2">14.00 -
16.00</td><td rowspan="2">14.00 -
16.00</td><td rowspan="2">14.00 -
16.00</td><td rowspan="2">14.00 -
16.00</td></tr>
<tr><td>15.00</td></tr>
<tr><td>16.00</td><td rowspan="2">16.00 -
19.00</td></tr>
<tr><td>17.00</td><td rowspan="12">BLOK 1
17.00 -
03.00</td><td rowspan="12">BLOK 1
17.00 -
03.00</td><td rowspan="12">BLOK 1
17.00 -
03.00</td><td rowspan="12">BLOK 2
16.00 -
03.00</td><td rowspan="12">BLOK 2
16.00 -
03.00</td><td rowspan="12">BLOK 3
19.00 -
04.00</td><td rowspan="12">BLOK 3
16.00 -
03.00</td><td rowspan="12">BLOK 3
16.00 -
03.00</td><td rowspan="12">BLOK 3
16.00 -
03.00</td></tr>
<tr><td>18.00</td></tr>
<tr><td>19.00</td></tr>
<tr><td>20.00</td></tr>
<tr><td>21.00</td></tr>
<tr><td>22.00</td></tr>
<tr><td>23.00</td></tr>
<tr><td>00.00</td></tr>
<tr><td>01.00</td></tr>
<tr><td>02.00</td></tr>
<tr><td>03.00</td><td>03.00 -
05.00</td><td>03.00 -
05.00</td><td>03.00 -
05.00</td><td>03.00 -
05.00</td><td>03.00 -
05.00</td><td>03.00 -
05.00</td><td>03.00 -
05.00</td><td>03.00 -
05.00</td><td>03.00 -
05.00</td></tr>
<tr><td>04.00</td></tr>
</table>

Sumber: Perhitungan

Keterangan:

	Pompa beroperasi
	Pompa Istirahat

4.15. Analisa Rencana Anggaran Biaya

Analisa rencanan anggaran biaya (RAB) merupakan analisa perhitungan biaya yang diperlukan dalam pembangunan konstruksi jaringan irigasi air tanah pada studi ini berdasarkan perencanaan (*design*) yang telah dibahas di atas. Ada beberapa langkah perhitungan dalam analisa rencana anggaran biaya yaitu:

1. Perhitungan volume pekerjaan
2. Analisa *Bill of quantity* (BOQ)
3. Analisa harga satuan pekerjaan
4. Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB)

Pada studi ini sudah didapatkan perhitungan volume pekerjaan, analisa *Bill of quantity* dan analisa harga satuan pekerjaan, sehinga langkah selanjutanya adalah perhitungan rencana anggaran biaya (RAB).

4.15.1. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Harga total seluruh pekerjaan merupakan jumlah dari hasil perkalian volume pekerjaan atau *bill of quantity* (BOQ) dengan harga satuan pekerjaan untuk masing-masing pekerjaan. Untuk mendapatkan rencana anggaran biaya (RAB), harga total seluruh pekerjaan tersebut ditambah dengan pajak pertambahan nilai (PpN) yang besarnya 10% dari harga total seluruh pekerjaan. Berikut ini adalah perhitungan rencana anggaran biaya untuk masing-masing jenis pekerjaan :

Tabel 4.50.Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Persiapan

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Pekerjaan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	**PEKERJAAN PERSIAPAN**				
a.	Pembersihan lokasi	m^2	120.00	73,500	8,820,000
b.	Pengukuran lokasi	m^2	120.00	331,865	39,823,776
c.	Pembuatan gudang	m^2	6.00	1,477,000	8,862,000
Jumlah Harga (Rp.)					**57,505,776**
Jumlah Harga Pekerjaan (Rp.)					**57,505,776**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.51. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rumah Pompa

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Pekerjaan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	**PEKERJAAN TANAH**				
a.	Galian tanah	m^3	22.00	55,750	1,226,500
b.	Urug pasir bawah pondasi	m^3	2.20	231,100	508,420
c.	Urug tanah kembali	m^3	5.60	18,583	104,067
Jumlah Harga (Rp.)					**1,838,987**
2	**PEKERJAAN PONDASI**				
a.	Pasangan batu kosongan	m^3	4.40	252,030	1,108,932
b.	Pasangan pondasi batu kali	m^3	7.40	551,812	4,083,409

Jumlah Harga (Rp.)					**5,192,341**
3	**PEKERJAAN BETON**				
a.	Pekerjaan balok sloof beton bertulang	m^3	0.90	5,268,100	4,741,290
b.	Pekerjaan kolom beton bertulang	m^3	1.08	9,017,770	9,739,192
c.	Pekerjaan balok ring beton bertulang	m^3	0.90	6,886,540	6,197,886
d.	Rabat beton lantai	m^3	6.00	987,726	5,926,356
e.	Plat luifel beton bertulang	m^3	0.04	6,697,040	251,139
Jumlah Harga (Rp.)					**26,855,863**
4	**PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN**				
a.	Pasangan dinding bata spesi 1 Pc : 3 Ps	m^2	64.00	330,160	21,130,214
b.	Plesteran spesi 1 Pc : 3 Ps tebal 15 mm	m^2	128.00	39,944	5,112,883
c.	Siaran	m^2	128.00	24,662	3,156,736
Jumlah Harga (Rp.)					**29,399,834**
5	**PEKERJAAN KUSEN, DAUN PINTU DAN JENDELA**				
a.	Kusen pintu dan jendela, kayu kamper	m^3	0.25	11,502,680	2,846,913
b.	Pasangan pintu panil kamper	m^2	2.00	928,788	1,857,576
c.	Pasangan jendela kamper	m^2	5.00	648,773	3,243,864
Jumlah Harga (Rp.)					**7,948,353**
6	**PEKERJAAN RANGKA ATAP DAN PENUTUP ATAP**				
a.	Kuda-kuda dan gording 8/12	m^3	2.16	10,255,820	22,152,571
b.	Pasangan lisplank kamper	m	12.00	125,260	1,503,118
c.	Penutup atap (genteng)	m^2	45.60	891,991	40,674,780
Jumlah Harga (Rp.)					**64,330,469**
7	**PEKERJAAN LANGIT-LANGIT**				
a.	Pasangan rangka 50 x 100 cm meranti	m^2	12.00	167,504	2,010,043
b.	Pasangan langit-langit asbes	m^2	12.00	34,139	409,668
c.	Pasangan list plafon	m	12.00	92,235	1,106,820
Jumlah Harga (Rp.)					**3,526,531**
8	**PEKERJAAN CAT**				

a.	Melabur kayu dengan teer	m^2	7.00	58,912	412,385
b.	Pengecatan Dinding baru	m^2	140.00	50,500	7,070,000
c.	Pengecatan Plafon baru	m^2	12.00	30,725	368,700
Jumlah Harga (Rp.)					**7,851,085**
9	**PEKERJAAN LISTRIK**				
a.	Pasangan instalasi titik lampu	Ttk.	3.00	25,000	75,000
b.	Pasangan instalasi Stop Kontak	Ttk.	3.00	30,000	90,000
c.	Pasangan sakelar tunggal	Bh.	1.00	20,000	20,000
d.	Pasangan sakelar ganda	Bh.	1.00	30,000	30,000
e.	Pasangan lampu TL 20 w	Bh.	2.00	12,000	24,000
f.	Pasangan lampu pijar 15 w	Bh.	1.00	10,000	10,000
g.	Pasangan MCB	Bh.	1.00	650,000	650,000
Jumlah Harga (Rp.)					**899,000**
10	**PEKERJAAN KUNCI DAN PENGGANTUNG**				
a.	Pasang Kunci Silinder 2 x putar	Bh.	2.00	62,000	124,000
b.	Pasang engsel jendela 3"	Bh.	24.00	31,100	746,400
c.	Pasang engsel pintu 4"	Bh.	12.00	31,100	373,200
d.	Pasang grendel pintu	Bh.	2.00	19,500	39,000
e.	Pasang grendel jendela	Bh.	12.00	19,500	234,000
Jumlah Harga (Rp.)					**1,516,600**
12	**PEKERJAAN PENUTUP (PAS. KERAMIK)**				
a.	Pasang keramik lantai 30/30	m^2	12.00	866,927	10,403,124
Jumlah Harga (Rp.)					**10,403,124**
Jumlah Harga Pekerjaan (Rp.)					**159,762,187**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.52. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Pagar Rumah Pompa

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Pekerjaan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	**PEKERJAAN TANAH**				

a.	Galian tanah	m^3	30.45	55,750	1,697,588
b.	Urug tanah kembali	m^3	8.53	18,583	158,442
c.	Urug pasir bawah pondasi	m^3	3.05	231,100	703,700
Jumlah Harga (Rp.)					**2,559,729**
2	**PEKERJAAN PONDASI**				
a.	Pasangan pondasi batu kali	m^3	10.05	551,812	5,544,883
b.	Pasangan batu kosongan	m^3	6.09	252,030	1,534,863
Jumlah Harga (Rp.)					**7,079,746**
3	**PEKERJAAN BETON**				
a.	Pekerjaan balok sloof beton bertulang	m^3	1.37	5,268,100	7,218,614
b.	Pekerjaan kolom beton bertulang	m^3	0.11	9,017,770	1,034,789
Jumlah Harga (Rp.)					**8,253,403**
4	**PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN**				
a.	Pasangan batu bata spesi 1 Pc : 3 Ps	m^2	9.14	330,160	3,016,008
b.	Plesteran spesi 1 Pc : 3 Ps tebal 15 mm	m^2	22.84	39,944	912,230
c.	Siaran	m^2	22.84	24,662	563,218
Jumlah Harga (Rp.)					**4,491,457**
5	**PEKERJAAN PAGAR**				
a.	Pasang besi siku 50/50/5 m	m	34.00	263,130	8,946,420
b.	Pasang pintu kawat	m^2	8.00	657,960	5,263,680
c.	Pasang Kawat duri	m	218.00	109,860	23,949,480
Jumlah Harga (Rp.)					**38,159,580**
6	**PEKERJAAN PENUTUP**				
a.	Pengecatan besi	m	58.00	28,570	1,657,060
b.	Pasang kunci gembok	Bh.	1.00	35,900	35,900
Jumlah Harga (Rp.)					**1,692,960**
Jumlah Harga Pekerjaan (Rp.)					**62,236,874**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.53. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Jaringan Irigasi Perpipaan

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Pekerjaan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	**PEKERJAAN TANAH**				
a.	Galian tanah	m^3	585.57	55,750	32,645,583
b.	Urug pasir	m^3	89.21	231,100	20,616,812
c.	Urug tanah kembali	m^3	474.34	18,583	8,814,881
Jumlah Harga (Rp.)					**62,077,276**
2	**PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN**				
a.	Pasangan batu bata spesi 1 Pc : 3 Ps	m^2	129.28	330,160	42,683,033
b.	Plesteran tebal 1,5 cm spesi 1 Pc : 3 Ps	m^2	670.50	39,944	26,782,720
c.	Siaran	m^2	670.50	24,662	16,535,871
Jumlah Harga (Rp.)					**86,001,624**
3	**PEKERJAAN PONDASI**				
a.	Pasangan pondasi batu kali	m^3	13.76	551,812	7,592,933
b.	Pasangan batu kosong	m^3	8.26	252,030	2,080,760
Jumlah Harga (Rp.)					**9,673,693**
4	**PEKERJAAN POMPA DAN PIPA**				
a.	Pipa PVC AW/4 m 6"	bh.	465.04	358,100	166,531,719
b.	Pipa galvanis 6"/4 m	bh.	22.00	470,000	10,340,000
c.	Pompa Submersible	bh.	1.00	112,240,000	112,240,000
d.	Genset	bh.	1.00	74,120,000	74,120,000
Jumlah Harga (Rp.)					**363,231,719**
5	**OPERASIONAL DAN PEMELIHARAAN**				
a.	Operasional	-	1.00	12,000,000	12,000,000
b.	Pemeliharaan	-	1.00	6,000,000	6,000,000
Jumlah Harga (Rp.)					**18,000,000**
Jumlah Harga Pekerjaan (Rp.)					**538,984,312**

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.54. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No.	Pekerjaan	Harga Pekerjaan (Rp.)
I.	Pekerjaan Persiapan	57,505,776
II.	Pekerjaan Rumah Pompa	159,762,187
III.	Pekerjaan Pagar Rumah Pompa	62,236,874
IV.	Pekerjaan Jaringan Irigasi	538,984,312
Jumlah Harga Pekerjaan (Rp.)		**818,489,149**
PPn 10 %		**81,848,915**
Jumlah Harga Konstruksi		**900,338,064**
Dibulatkan		**900,338,100**
Terbilang : Sembilan Ratus Juta Tiga Ratus Tiga Puluh Delapan Ribu Seratus Rupiah		

Sumber: Perhitungan

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa rencana anggaran biaya untuk pembangunan sumur SBK – 115 dan jaringan irigasi perpipaan adalah sebesar **Rp. 900.338.100,-** terbilang **Sembilan Ratus Juta Tiga Ratus Tiga Puluh Delapan Ribu Seratus Rupiah.**