

PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI AIR TANAH DI DESA SUMBERKIMA KECAMATAN GEROKGAK KABUPATEN BULELENG PROVINSI BALI

Edo Indra Pradita, Moch. Sholichin, Dian Chandrasasi

¹*Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*

²*Dosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*

Email : edopradita@gmail.com

ABSTRAK

Daerah Irigasi di Desa Sumberkima, Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng dengan luas \pm 25 ha merupakan sawah tadah hujan yang air irigasinya hanya dari air hujan sehingga pada musim kemarau, area sawah tidak dapat ditanami karena kurangnya ketersediaan air. Untuk mengatasi hal tersebut, Balai Wilayah Sungai Bali Penida (BWS Bali Penida) membuat sumur produksi dengan melakukan pengeboran sumur-dalam di desa Sumberkima.

Tujuan dari studi ini adalah untuk merencanakan pola tata tanam dan menghitung besarnya kebutuhan air irigasi, merencanakan jaringan irigasi air tanah (JIAT) dan menghitung rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun jaringan irigasi air tanah tersebut.

Debit optimum yang mampu dihasilkan oleh sumur SBK - 115 adalah 10 lt/dt. Pola tata tanam yang dikembangkan adalah pola tata tanam rangkap 3 dengan jenis tanaman padi, jagung, ubi, dan cabai. Kebutuhan air irigasi maksimal adalah 1,222 lt/dt/ha dan luas layanan irigasi 20,51 ha.

Perencanaan jaringan irigasi pada lokasi studi adalah jaringan irigasi perpipaan dengan sistem pipa hubungan seri. sistem pemberian air yang direncanakan adalah sistem pemberian air secara rotasi atau giliran dengan pembagian blok tersier menjadi 3 blok. Pompa yang direncanakan adalah pompa dengan motor tenggelam (*submersible pump*) merk Grundfos tipe SP 30 – 4. Pompa tersebut memiliki daya motor sebesar 5,5 kW dan maksimum head 44 m. Total anggaran biaya dari perencanaan jaringan irigasi air tanah sumur SBK - 115 adalah Rp. 900.338.100,-

Kata Kunci : jaringan irigasi air tanah, desa sumberkima, pola tata tanam

ABSTRACT

Irrigation area in the village of Sumberkima, District of Gerokgak, with an area of Buleleng regency \pm 25 ha is rainfed and irrigation water only from rain water so in the dry season, rice field can't be planted because of the lack availability of water. There for to solve it, Balai wilayah Sungai Bali Penida (BWS Bali Penida) drilling a production well in the village of Sumberkima.

The purpose of this study is to plan the pattern of planting and calculate the amount of irrigation water requirements, ground water irrigation network planning (JIAT) and calculate the budget plan required to build these groundwater irrigation network.

The optimum discharge produced by wells capable SBK - 115 is 10 lt/sec. Patterns of planting that developed is the pattern of planting 3 stacks with the type of plant rice, corn, tuber, and chillis. Irrigation water requirement is 1,222 lt/sec/ha and 20,51 ha of extensive irrigation services.

Designing irrigation system in the study area is piping irrigation network with series connection pipe system. water supply system is a planned system by rotation or shift water to tertiary block division into 3 blocks. Planned pump is a submersible pump brand Grundfos type SP 30-4. These pump has a motor power of 5.5 kW and a maximum head of 44 m. The total budget cost of groundwater irrigation network of wells SBK - 115 is Rp. 900.338.100,-

Keywords: groundwater irrigation network, sumberkima village, pattern of planting

1. PENDAHULUAN

Kondisi ketersediaan air saat ini pada dasarnya sangatlah terbatas. Sementara itu, karena adanya pertambahan penduduk yang cepat dan adanya perkembangan pendapatan penduduk serta perkembangan di luar sektor pertanian, menyebabkan kebutuhan air semakin besar, baik secara kuantitatif dan kualitatif. Dengan demikian persaingan antar sektor dalam penggunaan air semakin kompetitif.

Hal ini menunjukkan bahwa air memang telah menjadi sumber daya yang sangat terbatas dan selanjutnya memerlukan antisipasi penanganan yang tepat, agar tidak menimbulkan konflik.

Pemenuhan kebutuhan air irigasi di Provinsi Bali masih kurang, sehingga upaya perbaikan prasarana dan sarana irigasi menjadi sangat penting untuk terus dilakukan untuk menjamin efisiensi penggunaan sumber air.

Daerah Irigasi di Desa Sumberkima, Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng dengan luas ± 25 ha merupakan sawah tadah hujan. Sawah tadah hujan adalah sawah yang air irigasinya mengandalkan dari air hujan saja sehingga pada saat musim kemarau areal sawah tidak dapat ditanami karena kurangnya ketersediaan air.

Karena mengandalkan air hujan, dalam setahun areal sawah petani hanya mampu 1 kali masa tanam. Dengan keadaan tersebut, pendapatan petani dari hasil pertanian dianggap masih kurang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. ANALISA DEBIT OPTIMUM SUMUR

Dalam menentukan kapasitas optimum sumur pompa dapat digunakan Metode Grafis Sichardt. Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut (Nurkartika, 2001:11):

1. Data pemompaan dievaluasi dengan metode uji sumur muka air bertahap (*step drawdown test*) untuk mendapatkan persamaan garis $Sw = BQ + CQ^2$.
2. Gambar persamaan garis tersebut pada kertas grafik, dengan memasukkan nilai Q sebagai absis (x) dan nilai Sw sebagai ordinat (y).

3. Hitung kapasitas maksimum sumur atau debit maksimum (Q_{maks}) dengan persamaan Huisman sebagai berikut:

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

dimana:

Q_{maks} = debit maksimum (m^3/dt)

r_w = jari-jari konstruksi sumur (m)

D = tebal akuifer (m)

K = koefisien kelulusan air (m/dt)

4. Hubungkan titik kapasitas maksimum (Q_{maks}) dengan penurunan muka air (Sw_{maks}) sehingga berupa garis lurus yang berpotongan.
5. Dari titik potong di atas didapat harga kapasitas optimum (Q_{opt}) dan penurunan muka air optimum (Sw_{opt}).

B. KEBUTUHAN AIR IRIGASI

Perhitungan kebutuhan air irigasi pada daerah persawahan diperoleh dengan persamaan sebagai berikut (Anonim, 1986:5):

$$NFR = ETc + WLR + P - Re$$

dimana:

NFR = kebutuhan air irigasi di sawah (mm/hari)

ETc = kebutuhan air tanaman (mm/hari)

WLR = penggantian lapisan air (mm/hari)

P = kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

C. EVAPOTRANSPIRASI

Besarnya evapotranspirasi potensial dapat dihitung dengan menggunakan Metode Penman yang sudah dimodifikasi guna perhitungan di daerah Indonesia adalah sebagai berikut (Suhardjono, 1994:54):

$$ET_o = c \times Eto^*$$

$$Eto^* = W \times (0,75 \times R_s - R_{n1}) + (1 - W) \times f(u) \times (ea - ed)$$

dimana:

c = angka koreksi Penman yang besarnya mempertimbangkan perbedaan cuaca

W = faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah

R_s = radiasi gelombang pendek (mm/hr)

$$= (0,25 + 0,54 \times \frac{n}{N}) \times Ra$$

- Ra = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer (angka angot), tergantung letak lintang daerah (mm/hr)
- n = lama kecerahan matahari yang nyata (tidak terhalang awan) dalam 1 hari (jam)
- N = lama kecerahan matahari yang mungkin dalam 1 hari (jam)
- Rn₁ = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hr)
- $$= f(t) \times f(ed) \times f\left(\frac{n}{N}\right)$$
- f(t) = fungsi suhu
- f(ed) = fungsi tekanan uap
 $= 0,34 - [0,044 \times (ed)^{0,5}]$
- f($\frac{n}{N}$) = fungsi kecerahan
 $= 0,1 + [0,9 \times (\frac{n}{N})]$
- f(u) = fungsi kecepatan angin (m/dt)
 $= 0,27 (1 + 0,864) \times u$
- (ea-ed) = perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya
- ed = tekanan uap jenuh
 $= ea \times RH$
- ea = tekanan uap sebenarnya
- RH = kelembaban udara relatif (%)

D. CURAH HUJAN EFEKTIF

Nilai curah hujan efektif untuk masing-masing tanaman adalah sebagai berikut (Anonim, 1986:10):

1. Untuk tanaman padi, curah hujan efektif ditentukan sebesar 70% dari curah hujan 15 harian yang terlampaui 80% dari waktu dalam periode tersebut. Dirumuskan sebagai berikut:

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

2. Untuk tanaman palawija, curah hujan efektif adalah 50% dari curah hujan bulanan. Dirumuskan sebagai berikut:

$$Re = R_{50}$$

dimana:

Re = curah hujan efektif (mm)

R₈₀ = curah hujan rancangan dengan probabilitas 80% (mm)

R₅₀ = curah hujan rancangan dengan probabilitas 50% (mm)

E. ANALISA HIDROLIKA JARINGAN PERPIPAAN

Tegangan geser yang terjadi pada dinding pipa merupakan penyebab utama menurunnya garis energi pada suatu aliran (*major losses*) selain bergantung juga pada jenis pipa. Adapun besarnya kehilangan tinggi tekan mayor dalam kajian ini dihitung dengan persamaan Hazen-Williams (Bentley, 2007):

$$Q = 0,278 \times C_{hw} \times A \times R^{0,63} \times S^{0,54}$$

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

$$H_L^{0,54} = \frac{2,82}{C} \times \frac{L^{0,54} \times V}{D^{0,63}}$$

dengan:

V = kecepatan aliran pada pipa (m/dt)

C_{hw} = koef. kekasaran pipa Hazen-Williams

A = luas penampang aliran (m²)

Q = debit aliran pada pipa (m³/dt)

L = panjang pipa (m)

S = kemiringan hidraulik

R = jari-jari hidraulik (m)

H_L = kehilangan tekanan (m/km)

Dari persamaan $Q = V \times A$, maka didapatkan persamaan kehilangan tinggi tekan mayor menurut Hazen-Williams adalah sebagai berikut:

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

dimana:

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

dengan:

h_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)

k = koefisien karakteristik pipa

D = diameter pipa (m)

L = panjang pipa (m)

C_{hw} = koef. kekasaran pipa Hazen-Williams

Q = debit aliran pada pipa (m³/dt)

Tabel 1. Koefisien Kekasaran Pipa Hazen-Williams (C_{hw})

No	Jenis Pipa	Nilai Koefisien
1	Pipa PVC	130-150
2	Pipa Asbes	120-150
3	Pipa Berlapis Semen	100-140
4	Pipa besi digalvani	100-120
5	Cast Iron	90-125

Sumber: (Bentley, 2007)

Adapun kehilangan tinggi tekan minor dapat dihitung dengan persamaan berikut (Linsley, 1989:273):

$$h_{Lm} = k \times \frac{V^2}{g}$$

dimana:

- h_{Lm} = kehilangan tinggi minor (m)
- V = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/dt)
- g = percepatan gravitasi (m/dt²)
- k = koef. kehilangan tinggi tekan minor

Kehilangan energi yang terjadi pada belokan pipa tergantung pada sudut belokan pipa. Rumus kehilangan energi pada belokan adalah serupa dengan rumus pada perubahan penampang, yaitu (Triatmodjo, 1993:64):

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

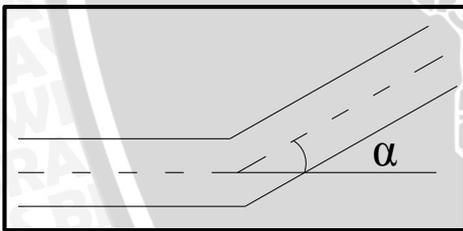
dimana:

- K_b = koef. kehilangan energi pada belokan

Tabel 2. Koefisien K_b sebagai fungsi sudut belokan α

Sudut Belokan Pipa (α)	20°	40°	60°	80°	90°
Koefisien K_b	0,05	0,14	0,36	0,74	0,98

Sumber: (Triatmodjo, 1993:64)



Gambar 1. Sudut Belokan Pada Pipa (α)

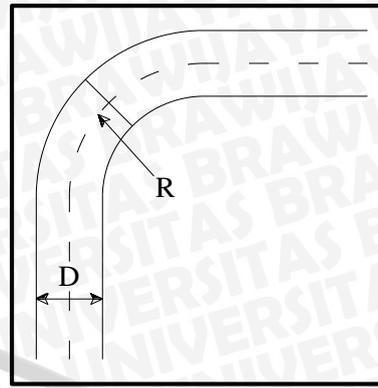
Sumber: (Triatmodjo, 1993:64)

Untuk sudut belokan 90° dan dengan belokan halus (berangsur-angsur), nilai k_b untuk berbagai nilai R/D diberikan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 3. Nilai K_b Sebagai Fungsi R/D

R/D	1	2	4	6	10	16	20
K_b	0,35	0,19	0,17	0,22	0,32	0,38	0,42

Sumber: (Triatmodjo, 1993:64)



Gambar 2. Belokan Pipa 90°

Sumber: (Triatmodjo, 1993:64)

F. TOTAL HEAD POMPA

Perhitungan total head pompa dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut (Sularso, 2000:26):

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

dimana:

- H = total head pompa (m)
- h_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)
- h_{lm} = kehilangan tinggi tekan minor (m)
- Z_b = perbedaan tinggi antara muka air di sisi keluar dan sisi isap

$$\frac{V^2}{2 \times g} = \text{head kecepatan keluar (m)}$$

G. PROGRAM APLIKASI WATERCAD VER 8 XM EDITION

Program *waterCAD ver 8 XM edition* memiliki tampilan yang memudahkan pengguna untuk menyelesaikan lingkup perencanaan dan pengoptimalisasian sistem jaringan perpipaan, seperti:

- menganalisis jaringan perpipaan pada satu kondisi waktu (kondisi permanen).
- menganalisis tahapan-tahapan simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuatif menurut waktu (kondisi tidak permanen).
- menganalisis kualitas air pada sistem jaringan perpipaan.
- menghitung konstruksi biaya dari sistem jaringan perpipaan yang dibuat.
- Setiap pembukaan awal program *waterCAD ver 8i edition*, akan diperlihatkan sebuah *dialog box* yang disebut *welcome dialog*. Kotak tersebut memuat *quick start leason, create new*

project, open existing project serta open from project wise.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan perencanaan jaringan irigasi air tanah, sebagai berikut:

1. Data yang dibutuhkan, data curah hujan tahun 2003–2012, data klimatologi, dan peta topografi.
2. Menghitung curah hujan efektif.
3. Menghitung evapotranspirasi potensial menggunakan metode Penman Modifikasi.
4. Menentukan nilai perkolasi.
5. Menghitung nilai penyiapan lahan.
6. Menghitung kebutuhan air irigasi (IR) menggunakan metode PU.
7. Menghitung neraca air.
8. Merencanakan jaringan irigasi berdasarkan *layout* pada peta topografi

Tahapan perencanaan sistem perpipaan jaringan irigasi airtanah adalah:

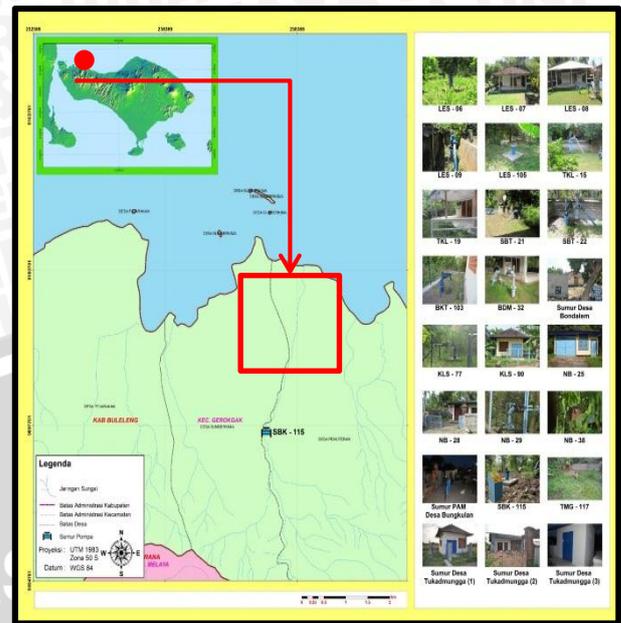
1. Data yang dibutuhkan adalah *layout* jaringan irigasi air tanah yang berlokasi di Desa Kaliakah dan data dari perhitungan jaringan irigasi airtanah.
2. Perhitungan hidrolika saluran perpipaan pada jaringan irigasi air tanah.
3. Menganalisis sistem perpipaan menggunakan *WaterCAD ver 8 XM Edition*.
4. Menentukan jenis pompa yang akan digunakan.

Tahapan rencana anggaran biaya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung biaya pekerjaan persiapan.
2. Menghitung rancangan biaya pekerjaan rumah pompa.
3. Menghitung rancangan biaya pekerjaan pagar rumah pompa.
4. Menghitung rancangan biaya pekerjaan jaringan irigasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi studi ini berada di Desa Sumberkima, Kecamatan Grogak, Kabupaten Buleleng. Secara geografis sumur ini berada pada posisi 8° 8,72' 43,3" LS dan 114° 36,57' 33,8" BT dan pada ketinggian ± 18 mdpl.



Gambar 3. Lokasi Sumur SBK – 115

A. 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 sumur adalah sebagai berikut:

Dari data didapatkan:

$$\begin{aligned} \text{Ketebalan akuifer (D)} &= 36 \text{ m} \\ \text{Jari-jari sumur (rw)} &= 8 \text{ inch} \\ &= 0,1016 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= 0,00316 \\ B &= 1285,8 \text{ dt/m}^2 \\ C &= 51,47 \text{ dt}^2/\text{m}^5 \\ Q &= 0,00336 \text{ m}^3/\text{dt} \\ BQ &= 1285,8 \times 0,0198 = 4,320 \text{ m} \\ CQ^2 &= 51,47 \times (0,00336)^2 \\ &= 0,001 \text{ m} \\ Sw &= BQ + CQ^2 \\ &= 4320 + 0,001 \\ &= 4,321 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4. 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

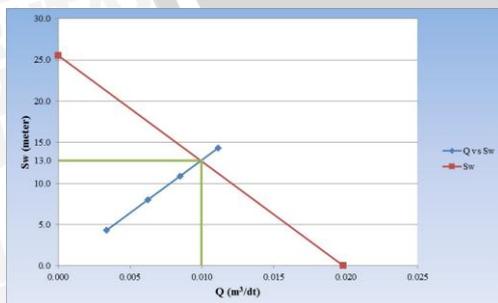
Selanjutnya menghitung debit maksimum (Q_{maks}) sumur dengan persamaan Huisman sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{maks} &= 2\pi \times r_w \times D \times \left(\frac{\sqrt{K}}{15}\right) \\
 &= 2 \times 3,14 \times 0,1016 \times 36 \\
 &= 22,96973 \times 0,00086 \\
 &= 0,0198 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BQ_{maks} &= 1285,8 \times 0,0198 \\
 &= 25,52 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CQ_{maks}^2 &= 51,47 \times (0,0198)^2 \\
 &= 0,02 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sw_{maks} &= BQ_{maks} + CQ_{maks}^2 \\
 &= 25,52 + 0,02 \\
 &= 25,54 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. Grafik Q Optimum dan Sw Optimum

Dari grafik di atas didapatkan debit optimum (Q_{opt}) adalah 0,010 m³/dt dan penurunan muka air optimum (Sw_{opt}) adalah 13 m.

B. PERHITUNGAN CURAH HUJAN EFEKTIF

Dari hasil perhitungan didapatkan curah hujan efektif ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 5. Curah Hujan Efektif Untuk Padi dan Palawija

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

C. 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.

Besarnya evapotranspirasi potensial pada studi ini dihitung menggunakan metode Penman modifikasi adalah sebagai berikut:



- Suhu rerata (t) = 26,2 °C
Untuk suhu tersebut diperoleh:
 - ea = 34,02 mbar
 - w = 0,75
 - f(t) = 15,94
- Kelembaban relatif (Rh) = 86 %
- Kecepatan angin (u) = 1,029 m/dt
- Kecerahan matahari (n/N) = 46 %
- Radiasi gelombang pendek yang memasuki batas luar atmosfer atau angka angot (Ra) untuk kedudukan

8° 19' 50,2" LS diperoleh = 16,10 mm/hari.

Dari hasil perhitungan evapotranspirasi potensial, ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 6. Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (Eto) Metode Penman Modifikasi

Bln	Suhu Udara Rerata (°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]
Jan	28.15	38.14	0.77	16.33	0.810	30.90	7.24	0.095	16.10	0.261	6.294	0.3	1.028	0.5100	0.5217	4.082	1.1	4.49
Feb	37.43	59.03	0.82	18.19	0.794	46.89	12.1	0.038	16.08	0.203	5.786	0.3	1.543	0.6300	0.1992	4.782	1.1	5.26
Mar	28.52	38.96	0.77	16.40	0.702	27.36	11.6	0.109	15.47	0.701	9.724	0.7	1.543	0.6300	1.3173	6.279	1.0	6.28
Apr	29.28	40.69	0.78	16.56	0.697	28.39	12.3	0.105	14.33	0.569	7.990	0.6	1.543	0.6300	1.0702	5.554	0.9	5.00
Mei	28.89	39.81	0.77	16.48	0.675	26.91	12.9	0.111	13.02	0.767	8.649	0.8	1.543	0.6300	1.4562	5.730	0.9	5.16
Jun	28.51	38.94	0.77	16.40	0.583	22.73	16.2	0.130	12.43	0.661	7.546	0.7	2.057	0.7500	1.4843	5.991	0.9	5.39
Jul	28.32	38.52	0.77	16.36	0.639	24.64	13.8	0.121	12.55	0.693	7.841	0.7	2.057	0.7500	1.4415	5.803	0.9	5.22
Agu	28.11	38.05	0.77	16.32	0.635	24.19	13.8	0.123	13.45	0.707	8.501	0.7	1.028	0.5100	1.4859	5.390	1.0	5.39
Sep	28.76	39.52	0.77	16.45	0.626	24.76	14.7	0.121	14.64	0.806	10.03	0.8	1.543	0.6300	1.6449	6.653	1.1	7.32
Okt	29.37	40.89	0.78	16.57	0.636	26.01	14.8	0.115	15.60	0.958	11.97	1.0	1.028	0.5100	1.8434	7.236	1.1	7.96
Nov	29.05	40.17	0.78	16.51	0.656	26.38	13.7	0.114	15.93	0.715	10.13	0.7	1.543	0.6300	1.3994	6.761	1.1	7.44
Des	29.43	41.03	0.78	16.59	0.717	29.45	11.5	0.101	16.00	0.436	7.768	0.5	1.543	0.6300	0.8270	5.511	1.1	6.06

Sumber: Data dan perhitungan

D. KEBUTUHAN AIR UNTUK PENYIAPAN LAHAN

Perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan pada bulan Januari adalah sebagai berikut:

- Evapotranspirasi potensial (Eto) pada bulan Januari = 4,95 mm/hari
- Perkolasi (P) = 2 mm/hari

- Jangka waktu penyiapan lahan (T) = 30 hari
- Kebutuhan air untuk penjemuran (S) = 250 mm

Dari data-data tersebut dapat dihitung besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 7. 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

Pada perhitungan kebutuhan air tanaman dan pola tata tanam koefisien tanaman diisi dengan nilai koefisien jenis tanaman yang ditanam dan dimasukkan nilainya sesuai dengan usia tanaman berdasarkan penggambaran pola tata tanam dan diambil nilai rata-rata koefisien tanaman untuk setiap periode tanam.

Notasi pola tanam dibuat miring-miring dimaksudkan bahwa penanaman untuk seluruh areal persawahan tidak dilakukan serentak tetapi bertahap, berperiode triwulan (10 harian).

Sehingga didapatkan nilai kebutuhan air irigasi di sawah (NFR) maksimal 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

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 yg pling kecil dari ketiga alternatif.

E. ANALISA NERACA AIR

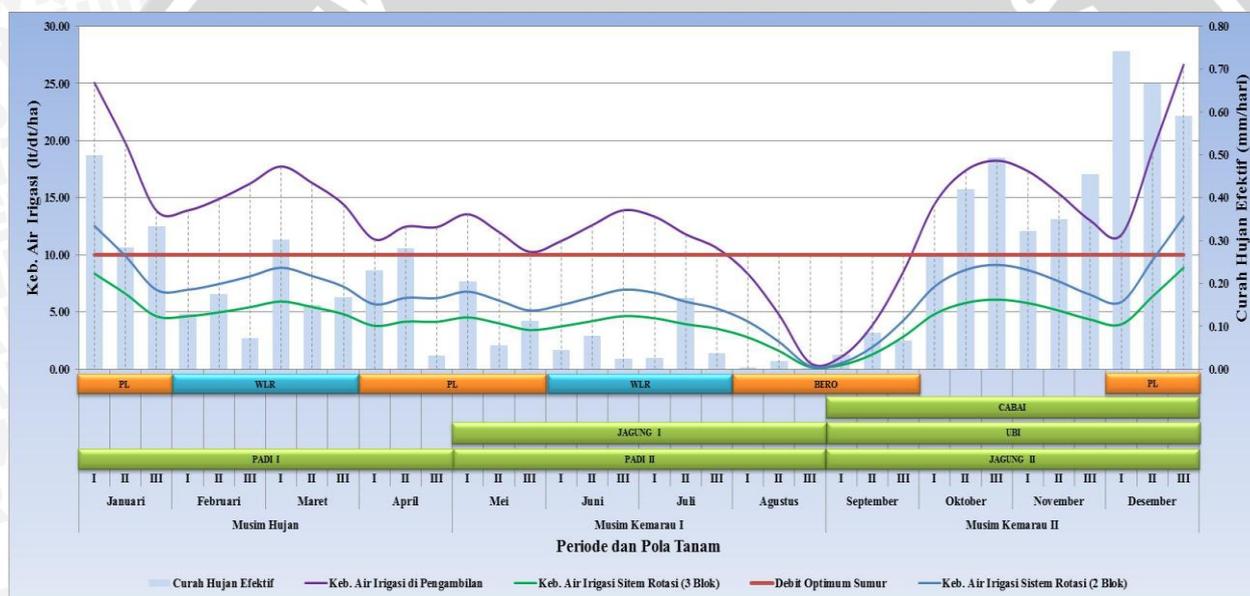
Analisa neraca air dilakukan untuk melihat apakah debit optimum sumur cukup untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Dari perhitungan sebelumnya diketahui debit optimum sumur adalah 10 lt/dt dan luas layanan total irigasi adalah 20,51 ha. Perhitungan neraca air ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 8. 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
	I	0.052	20.51	1.07	0.53	0.36
September	II	0.188	20.51	3.85	1.93	1.28
	III	0.417	20.51	8.55	4.27	2.85
	I	0.705	20.51	14.45	7.23	4.82
Oktober	II	0.848	20.51	17.39	8.69	5.80
	III	0.889	20.51	18.24	9.12	6.08
	I	0.844	20.51	17.31	8.66	5.77
November	II	0.747	20.51	15.33	7.66	5.11
	III	0.634	20.51	13.00	6.50	4.33
	I	0.573	20.51	11.75	5.88	3.92
Desember	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 5. Grafik Analisa Neraca Air

Berdasarkan peta topografi didapatkan letak sumur pompa berada pada elevasi +33,00. Kedudukan sawah tertinggi terletak pada elevasi +66,33 dan sawah terendah terletak pada elevasi +33,00. Perencanaan jaringan irigasi air tanah pada studi ini menggunakan sistem pemberian air secara rotasi dengan pembagian 3 blok tersier. Luas

daerah layanan sumur untuk tiap blok tersier dan elevasi titik outlet ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 9. Luas Daerah Layanan Sumur dan Elevasi Titik 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



Gambar 6. Pembagian Blok Tersier Pada Daerah Layanan Irigasi

F. PERHITUNGAN TOTAL HEAD POMPA

Elevasi muka tanah pada sumur adalah + 33,00 dan elevasi muka air di sisi keluar pada sawah tertinggi adalah +66,33. Muka air tanah berada pada kedalaman 6,5 m atau pada elevasi +26,50 sedangkan penurunan Muka air tanah maksimum ($S_{w_{maks}}$) adalah 25,54 m. Direncanakan menggunakan pompa celup (*submersible pump*) diletakkan pada kedalaman 33 m.

Perhitungan total head pompa adalah sebagai berikut:

$$h_f = 1,4504 \text{ m}$$

$$h_{lm} = 0,5572 \text{ m}$$

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

$$Z_b = 66,30 - 26,50$$

$$= 39,80 \text{ m}$$

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

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

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

$$= 41,82 \text{ m}$$

Berdasarkan data tersebut, didapat total head pompa 41,82 m dan debit optimum sumur 10 l/dt. Jenis pompa yang akan digunakan pada perencanaan 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 = 36 kg

Diameter pompa = 95 mm

Panjang = 673 mm

Head maksimum = 66 m



Gambar 7. Pompa *Supmersible* GRUNDFOS MS Motor

Sumber: GRUNDFOS Data Booklet

Jenis generator yang akan digunakan pada perencanaan 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)	=	1,6x0,8x0,9 m
Berat	=	650 kg
Kebisingan	=	66 dBA/7 m

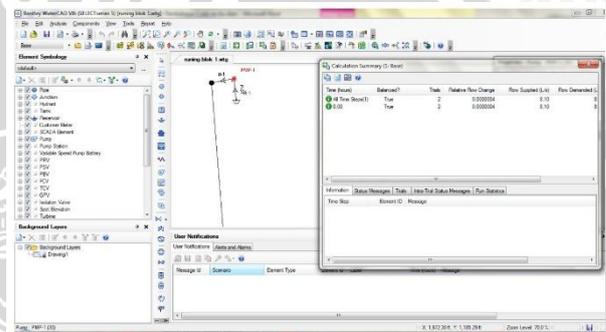


Gambar 8. Generator IWATA *i-series*

Sumber: Catalog IWATA Diesel Generator

G. SIMULASI JARINGAN PERPIPAAN

Simulasi jaringan perpipaan menggunakan program *waterCAD ver v8i edition*. 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).



Gambar 9. Proses *Running* (*Calculate*)

Sumber: Program WaterCAD ver V8i Edition

Pompa yang digunakan dengan motor tenggelam dengan kondisi berikut:

- Pompa diletakkan (direncanakan) pada elevasi +33
- *Head design* 66 m
- Debit operasional (*design flow*) 10 lt/dt
- Debit maksimum (*maximum operating flow*) 24 lt/dt

Berikut merupakan hasil *running* pompa:

Tabel 10. Hasil Simulasi Pompa 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 11. Hasil Simulasi Pompa Blok 2

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

Sumber: Program WaterCAD ver 8 ver V8i

Tabel 12. Hasil Simulasi Pompa Blok 3

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

Sumber: Program WaterCAD ver 8 ver V8i

H. ANALISA RENCANA ANGGARAN

BIAYA

Analisa yang digunakan berdasarkan dari data kebutuhan untuk perbaikan serta analisa kebutuhan untuk pekerjaan yang bersifat rekomendasi.

Tabel 13. 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 jaringan irigasi perpipaan sumur SBK - 115 adalah sebesar **Rp. 900,338,100,-**

5. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil kajian dari pembahasan (BAB IV), maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit optimum yang dihasilkan sumur SBK- 115 adalah 0,010 m³/dt Debit optimum sumur tersebut kemudian digunakan sebagai debit operasional sumur dan dasar perencanaan jaringan irigasi.
2. Perhitungan besarnya kebutuhan air irigasi menggunakan 3 alternatif. Alternatif I adalah masa tanam dimulai pada bulan November, alternatif II adalah masa tanam

dimulai pada bulan Desember, dan alternatif III adalah masa tanam dimulai pada bulan Januari. Dari analisa di atas, didapatkan nilai kebutuhan air irigasi di sawah (NFR) maksimal 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

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.

3. Perencanaan jaringan irigasi pada lokasi studi adalah jaringan irigasi perpipaan dengan sistem pipa hubungan seri. Air dari sumur didistribusikan ke petak tersier sawah menggunakan pompa. Berdasarkan analisa neraca air dengan luas layanan sumur 20,51 ha.
4. Debit optimum sumur tidak mampu memenuhi kebutuhan air irigasi dengan sistem pemberian air secara menerus, sehingga sistem pemberian air yang direncanakan adalah sistem pemberian air secara rotasi atau giliran dengan pembagian blok tersier menjadi 3 blok. Dalam penyusunan jadwal pengoperasian pompa sesuai dengan table 4.49, direncanakan pompa mulai dioperasikan pada pukul 05.00 tiap harinya dengan lama istirahat pompa minimal 2 jam.
5. Pompa yang direncanakan pada sumur SBK – 115 adalah pompa dengan motor tenggelam atau pompa celup (submersible pump) merk GRUNDFOS tipe SP 30-3 dengan daya 5,5 kW dan head maksimum 32 m.
6. Rencana anggaran biaya (RAB) dalam pembangunan jaringan irigasi air tanah sumur SBK - 115 adalah sebesar Rp. 900.338.100,- terbilang Sembilan Ratus Juta Tiga Ratus Tiga Puluh Delapan Ribu Seratus Rupiah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Allen, Richard G. 1998. *Crop Evapotranspiration – Guidelines For Computing Crop Water Requirements*. Amerika: Food And Agriculture Organization (FAO).
- Anonim, 1986. *Buku Petunjuk Perencanaan Irigasi, Bagian Penunjang Untuk Standar Perencanaan Irigasi*. Bandung: C.V. Galang Persada.
- Anonim. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Bandung: C.V. Galang Persada.
- Bentley. 2007. *User Guide WaterCAD ver 8 XM Edition*. Watertown CT, USA.
- Bisri, Mohammad. 1991. *Aliran Air Tanah*. Malang: Bagian Penerbitan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Giatman. 2005. *Ekonomi Teknik*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Linsley, Ray K. Max A. Kohler dan Joseph L. H. Paulhus. 1996. *Hidrologi Untuk Insinyur. Edisi ketiga, terjemahan Ir. Yandi Hermawan*. Jakarta: Erlangga.
- Linsley, Ray K. dan Joseph B. Franzini. 1989. *Teknik Sumber Daya Air. Jilid 1, Edisi ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Nurkartika, Alima Sofia. 2001. *Studi Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah Dengan Sistem Pipa Putaran Paralel (Looping) di Sangen Madiun*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Priyantoro, Dwi. 1991. *Hidrolika Saluran Tertutup*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Sari, Santi. 2007. *Studi Perencanaan Irigasi Tetes Pada Lahan Kering Menggunakan Tanaman Cabai Rawit (Capsicum Frutescens L.)*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 1983. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradyna Paramita.
- Sudjarwadi. 1990. *Teori dan Praktek Irigasi*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Suhardjono. 1994. *Kebutuhan Air Tanaman*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Sularso dan Haruo Tahara. 2000. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Triadmodjo, Bambang. 1993. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wahyudi, Eko. 2012. *Studi Perencanaan Sumur Pompa dan Jaringan Perpipaan Berdasarkan Hubungan Antara Potensi Air Tanah dan Lapisan Akuifer (Studi Pada Wilayah Tasikmadu)*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Walujo, R. Hamudji. 1979. *Perencanaan Jaringan Tersier*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.