

“Studi Potensi Debit Bendung Pangsut Sari Terhadap Pengembangan Sawah Baru di Desa Belok Sidan Kecamatan Petang Kabupaten Badung”

I Made Sudiarsa. I Wayan Diana

ABSTRAK

Pemerintah Kabupaten Badung telah mencanangkan upaya Swasembada dan Ketahanan Pangan di Rencana Pembangunan Jangka Menengah maupun Rencana Pembangunan Jangka Panjang (Visi dan Misi Kabupaten Badung Tahun 2010 – 2015), yang menitikberatkan pembangunan di sektor pertanian. Dalam hal ini telah dilakukan berbagai upaya untuk menunjang swasembada dan ketahanan pangan tersebut, termasuk kemungkinan pengembangan atau perluasan areal sawah baru di Desa Belok Sidan, namun belum mempunyai sistem jaringan irigasi yang memadai.

Salah satu sistem jaringan irigasi yang sudah dibangun adalah Bendung Pangsut Sari yang dibangun tahun 2014 oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Badung, untuk mengairi sawah eksisting luas 56,537 Ha dan sawah pengembangan baru seluas 43,463 Ha. Dengan keberadaan Bendung Pangsut Sari diharapkan nantinya dapat berfungsi maksimal sehingga pencetakan sawah baru dapat diwujudkan sesuai dengan yang diharapkan dan perlu adanya studi potensi ketersediaan debit yang ada dengan luas potensial yang akan diairi, dan sistem pengaturan pola tanam sehingga sesuai dengan imbang air yang tersedia.

Pada hasil analisa imbang air Bendung Pangsut Sari untuk irigasi di Desa Belok Sidan untuk luas areal irigasi 100,00 ha dapat terpenuhi, hanya terjadi kekurangan air pada bulan Juli, Agustus dan September karena ketersediaan debit air sangat kecil. Potensi debit air Bendung Pangsut Sari untuk irigasi di Subak Pangsut Sari untuk mengairi areal potensial seluas 100,00 ha dapat terpenuhi walaupun masih ada kekurangan air pada saat musim kemarau namun secara keseluruhan masih dapat terpenuhi, dan untuk pemanfaatan debit air yang efektif, petani di wilayah Desa Belok Sidan diharapkan melakukan pergiliran pola tanam dan mengairi lahan pertaniannya dengan pengaturan pemakaian air irigasi karena kondisi sawah terasering dengan memanfaatkan air sisa pembuangan/rembesan sawah di atasnya.

Kata kunci :debit, potensi, luas potensial, irigasi, efektif, imbang air, efisien.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Secara geografis kondisi lahan pertanian di kabupaten Badung memiliki karakteristik yang berbeda, baik antara Badung Utara, Badung Tengah maupun Badung Selatan. Mengingat potensi lahan pertanian dan perkebunan yang cukup luas dan sebagian besar masyarakat bekerja di sektor tersebut mendorong adanya pemikiran pengoptimalan sumber air yang ada.

Pemerintah Kabupaten Badung telah mencanangkan upaya Swasembada dan Ketahanan Pangan di Rencana Pembangunan Jangka Menengah maupun Rencana Pembangunan Jangka Panjang, dalam arti menitik beratkan sektor pertanian sebagai dasar pembangunan di masa mendatang. Adapun rencana pembukaan daerah irigasi baru adalah salah satu upaya guna mewujudkan peningkatan produksi beras.

Salah satu sistem jaringan irigasi yang sudah dibangun di Petang adalah Bendung Pangsut Sari yang dibangun tahun 2014 oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Badung, untuk mengairi sawah eksisting luas 56,537 Ha dan sawah pengembangan baru seluas 43,463 Ha.

Namun permasalahan saat ini sistem jaringan irigasi yang ada masih belum bisa berfungsi optimal, oleh karena itu perlu adanya kajian potensi debit yang tersedia dengan luas potensial yang akan diairi, sehingga keberadaan Bendung Pangsut Sari diharapkan nantinya dapat berfungsi maksimal sehingga pencetakan sawah baru dapat diwujudkan sesuai dengan yang diharapkan dan dengan ketersediaan debit yang ada.

TINJAUAN PUSTAKA

Bendung

Bendung adalah bangunan melintang sungai yang berfungsi untuk meninggikan muka air sungai agar bisa disadap, sehingga dapat mengairi petak-petak sawah untuk dijadikan lahan pertanian.

Perhitungan Evaluasi Kebutuhan Air Irigasi

Untuk menentukan kebutuhan air irigasi di wilayah daerah irigasi, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

1. Perhitungan Ketersediaan Air Permukaan

Perhitungan ketersediaan air permukaan pada daerah penelitian dengan menggunakan data curah hujan dalam kurun waktu 10 tahun yaitu dari tahun 2001 sampai tahun 2010. Karena tidak tersedia data debit aliran di bendung maka untuk menghitung debit aliran menggunakan metode FJ. Mock.

Data dan asumsi yang diperlukan untuk perhitungan Metode FJ. Mock adalah sebagai berikut :

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan 15 (lima belas) harian, dengan menggunakan data 3 (tiga) stasiun curah hujan dan yang dipakai adalah stasiun yang dianggap mewakili kondisi hujan di daerah tersebut, dalam perhitungannya menggunakan metode logi Poligon Thiessen.

b. Evapotranspirasi Terbatas (Et)

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah serta frekuensi curah hujan.

Untuk menghitung evapotranspirasi terbatas diperlukan data :

- Curah hujan setengah bulanan (P)
- Jumlah hari hujan setengah bulanan (n)
- Jumlah permukaan kering setengah bulanan (d) dihitung dengan asumsi bahwa tanah dalam suatu hari hanya mampu menahan air 12 mm dan selalu menguap sebesar 4 mm.

- *Exposed surface* (m%) ditaksir berdasarkan peta tata guna lahan atau dengan asumsi :

m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat

m = 0% pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan sekunder

m = 10% - 40% untuk lahan yang tererosi

m = 20% - 50% untuk lahan pertanian yang diolah

c. Faktor Karakteristik Hidrologi

Faktor bukaan lahan :

m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat

m = 10 – 40% untuk lahan tererosi

m = 30 – 50%

d. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran sangat berpengaruh terhadap ketersediaan debit, semakin besar daerah pengaliran dari suatu aliran kemungkinan akan semakin besar pula ketersediaan debitnya.

e. Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)

Soil Moisture Capacity adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah permukaan (*surface soil*) per m³. Besarnya SMC untuk perhitungan ketersediaan air ini diperkirakan berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah permukaan dari DPS. Semakin besar porositas tanah, akan semakin besar pula SMC yang ada akibat banyaknya debit air yang akan terserap ke dalam tanah.

f. Keseimbangan Air di Permukaan Tanah

Keseimbangan air di permukaan tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

- Air hujan (*As*)
- Kandungan air tanah (*soil storage*)
- Kapasitas kelembaban tanah (SMC)

g. Kandungan Air Tanah

Besar kandungan tanah tergantung dari harga air hujan (*As*), bila harga air hujan negatif, maka kapasitas kelembaban tanah akan berkurang dan bila air hujan positif maka kelembaban tanah akan bertambah.

h. Aliran dan Penyimpangan Air Tanah (*run off dan ground water storage*)

Nilai aliran dan penyimpangan air tanah (*run off dan ground water storage*) tergantung dari keseimbangan air dan kondisi tanahnya, jika keseimbangan dan kondisi tanahnya baik maka nilai penyimpangan air tanahnya semakin kecil, demikian juga sebaliknya.

i. Koefisien Infiltrasi

Koefisien nilai infiltrasi diperkirakan berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan DPS. Lahan DPS yang porous memiliki koefisien infiltrasi yang besar. Sedangkan lahan yang terjal memiliki koefisien infiltrasi yang kecil, karena air akan sulit terinfiltrasi ke dalam tanah. Batasan koefisien infiltrasi adalah 0 – 1.

j. Faktor Resesi Aliran Tanah (k)

Faktor resesi adalah perbandingan antara aliran air tanah pada bulan ke-n dengan aliran air tanah pada awal bulan tersebut. Faktor resesi aliran tanah dipengaruhi oleh sifat geologi DPS. Dalam perhitungan ketersediaan air Metode FJ Mock, besarnya nilai *k* didapat dengan cara coba-coba sehingga dapat dihasilkan aliran seperti yang diharapkan.

k. Tampunguan Awal (*Initial Storage*)

Initial storage atau tampungan awal adalah perkiraan besarnya volume air pada awal perhitungan.

Tampunguan awal (*Initial Storage*) di lokasi studi diasumsikan sebesar 100 mm.

l. Penyimpangan Air Tanah (*Ground Water Storage*)

Penyimpangan air tanah besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu. Sebagai permulaan dari simulasi harus ditentukan penyimpangan awal (*initial storage*) terlebih dahulu.

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$V_n = kx_n - 1 + 0,5(1 + k)I$$

$$V_n = v_n - v_{n-1}$$

Dimana:

V_n = volume air tanah bulan ke-n

K = q_t/q_0 = faktor resesi aliran tanah

Q_t = aliran air tanah pada waktu bulan ke-t

Q_0 = aliran air tanah pada awal bulan (bulan ke-0)

v_{n-1} = volume air tanah bulan ke-(n-1)

v_n = perubahan volume aliran air tanah

m. Aliran Sungai

Aliran dasar = infiltrasi – perubahan aliran air dalam tanah

Aliran permukaan = volume air lebih – infiltrasi

Aliran sungai = aliran permukaan + aliran dasar

Besarnya masing-masing aliran tersebut adalah:

- *Interflow* = infiltrasi – volume air tanah
- *Direct run off* = *water surplus* – infiltrasi
- *Base flow* = aliran yang selalu ada sepanjang tahun
- *Run off* = *interflow* + *direct run off* + *base flow*

2. Perhitungan Curah Hujan Efektif

Pengertian umum curah hujan efektif merupakan curah hujan yang mengakibatkan limpasan. Menurut Sitanala Arsyad (1989: 142), curah hujan efektif biasanya terjadi dengan siklus yang normal sehingga dalam perhitungan menggunakan persamaan:

$$Re = 70 \%$$

Dengan :

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

3. Perhitungan Evaporasi

Evaporasi atau penguapan adalah proses berubahnya bentuk zat cair (air) menjadi gas (uap air) dan masuk ke atmosfer. Menurut Rachman Sutanto (2005: 78), evaporasi adalah sejumlah air yang hilang karena proses penguapan dari permukaan tanah (sebelum proses perkolasi)

$$E_o = E_{t_o} \times 1,1$$

Keterangan:

E_o : Evaporasi Permukaan Air Bebas (mm/hari)

E_{t_o} : Evapotranspirasi terbatas (mm/hari)

4. Perhitungan Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi merupakan faktor penentu dari unjuk kerja suatu sistem jaringan irigasi. Efisiensi irigasi terdiri dari efisiensi pengaliran yang pada umumnya terjadi pada jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder

(dari bangunan pembagi sampai petak sawah). Dapat diasumsikan bahwa sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik di saluran maupun di petak sawah. Kehilangan tersebut disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan rembesan (Triatmojo 2008:319).

$$E_{sal} = 70 \% = 0,7$$

$$E_{sal} = \frac{Q_{masuk} - \text{Kehilangan air di saluran}}{Q_{masuk}} \times 100\%$$

Keterangan:

E_{sal} : Efisiensi irigasi/ Efisiensi saluran irigasi

Q : Debit air

5. Perhitungan Kebutuhan Air untuk Irigasi

Perhitungan kebutuhan air irigasi dalam penelitian ini dihitung berdasarkan :

a. Kebutuhan Air Konsumtif (CWR = *Crop Water Requirement*)

Kebutuhan air konsumtif adalah jumlah air yang secara potensial digunakan untuk memenuhi evapotranspirasi suatu areal.

Persamaan dihitung dengan menggunakan:

$$CWR = E_o \times K_c$$

Keterangan:

E_o : Evaporasi Permukaan Air Bebas (mm/hari).

K_c : Koefisien Tanaman yang tergantung dari tipe tanaman dan tingkat pertumbuhannya.

b. Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah (FWR = *Farm Water Requirement*).

FWR adalah banyak kebutuhan air tanaman untuk satu petak sawah. Dihitung menggunakan metode Israelsen (1986: 182) dengan persamaan sebagai berikut:

$$FWR = CWR + P_j + P_g + P_e$$

Keterangan :

FWR : Kebutuhan air tiap petak sawah (mm/hari)

CWR : Kebutuhan air konsumtif

P_g : Penggenangan rata-rata (0,8 mm/hari)

P_j : Penjenuhan (1,2 mm/hari)

P_e : Perkolasi

c. Kebutuhan Air Irigasi Secara Keseluruhan (PWR = Potential Water Requirement)

Menurut Ig. L. Setyawan Purnama, dkk (2012: 25) dalam kebutuhan air irigasi secara keseluruhan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PWR = \frac{FWR - Re}{E_{sal}}$$

Dimana :

PWR : Kebutuhan air irigasi secara keseluruhan

FWR : Kebutuhan air satu petak sawah (mm/hari)

Re : Curah hujan efektif untuk tanaman

E_{sal} : Efisiensi saluran / efisiensi irigasi (%)

6. Pengaturan Pola Tanam

Dalam Suatu wilayah daerah irigasi perlu kiranya direncanakan pengaturan pola tanam, karena hal ini berkaitan dengan ketersediaan air irigasi dan hasil produksi. Dalam pengaturan pola tanam yang perlu diperhitungkan adalah ketersediaan air irigasi dan luas sawah yang akan diairi.

METODELOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi Bendung Pangsut Sari berada dalam wilayah administrasi Kabupaten Badung bagian Utara, tepatnya di Desa Belok Sidan Kecamatan Petang.

Kondisi Geografis

Secara geografis Kabupaten Badung terletak antara 08°14'20"-08°50'48" Lintang Selatan dan 115°05'00"-115°26'16" Bujur Timur dengan luas wilayah 418,52 km² atau ± 7.34 5 dari luas daratan Pulau Bali.

Kabupaten Badung terbagi atas 6 (enam) wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Petang, Abiansemal, Mengwi, Kuta Utara, Kuta dan Kuta Selatan.

Batas-batas wilayah Kabupaten Badung yaitu :

Utara : Kabupaten Buleleng

Timur : Kabupaten Bangli, Kabupaten Gianyar dan Kota Denpasar

Selatan : Samudra Indonesia

Barat : Kabupaten Tabanan

Hidroklimatologi

KeadaansuhumaksimumterjadipadabulanPebruariyaitusebesar 31,2°C, sedangkansuhuterdahaterjadipadabulanAgustusyaitusebesar 28.6°C. Suhu minimum tertinggiterjadipadabulanAgustusyaitu 25,7°C danterendahpadabulan September sebesar 22,9°C. Kelembabanudaraberkisarantara 80%-86%, kelembabantertinggiterjadipadabulan April danterendahpadabulanJanuari.

Tata Guna Lahan

Penggunaanlahan di Desa Belokadalahsebagai berikut :

No	Penggunaan Lahan	Luas Areal (Ha)
1	Luas Wilayah Desa belok	3.266
2	Luas Sawah	157
3	Bukan Lahan Sawah	-
	a. Lahan kering	-
	Pekarangan	1.545
	Tegal	640
	Kuburan	4
	Perkebunan	899
	b. Lahan lainnya	21

Luas sawah menurut jenis pengairan di Desa Belok

No	Penggunaan Lahan	Luas Areal (Ha)
1	Lahan Sawah	
2	Tanah Kering	
	Note :	
	a. Untuk pengairan lahan sawah menggunakan sistem ½ teknis	
	b. Luas tanam = 248 ha	
	c. Luas panen = 276 ha	
	d. Produksi padi = 1.610 ton	

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bendung

Dalam menghitung potensi debit Bendung Pangsut Sari, dibutuhkan data-data di bendung terutama besarnya debit air yang masuk ke pintu pengambilan untuk mengetahui perbandingan debit air di hulu dan di hilir saluran pembawa.

Perhitungan Debit Intake

Ketersediaan debit air di pintu pengambilan (Intake) :

- Q = 0,150 m³/detik
- b = 0,80 m
- m = 0 (saluran bentuk segi empat)
- k = 40 (pasangan batu)
- i = 0,0010
- h = 0,45 (asumsi)

Penampang saluran berbentuk segi empat, maka :

$$\begin{aligned} A &= b.h &= 0,80 \times 0,45 &= 0,36 \text{ m}^2 \\ P &= b + 2h &= 0,80 + (2 \times 0,45) &= 1,70 \text{ m} \\ R &= A / P &= 0,36 / 1,70 &= 0,212 \\ V &= K.R^{2/3}I^{1/2} &= 40 \times 0,212^{2/3} \times 0,0010^{1/2} &= 0,447 \text{ m/detik} \\ Q &= 0,1609 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Perhitungan Debit Saluran

Ketersediaan debit air di BPS. 1

Data perencanaan:

$$\begin{aligned} Q &= 0,183 \text{ m}^3/\text{detik} \\ B &= 0,80 \text{ m} \\ m &= 0 \text{ (saluran bentuk segi empat)} \\ k &= 40 \text{ (pasangan batu)} \\ i &= 0,0010 \\ h &= 0,50 \text{ (asumsi)} \end{aligned}$$

Penampang saluran berbentuk segi empat, maka :

$$\begin{aligned} A &= b.h &= 0,80 \times 0,50 &= 0,40 \text{ m}^2 \\ P &= b + 2h &= 0,80 + (2 \times 0,50) &= 1,80 \text{ m} \\ R &= A/P &= 0,4 / 1,80 &= 0,222 \\ V &= K.R^{2/3}I^{1/2} &= 40 \times 0,222^{2/3} \times 0,0010^{1/2} &= 0,464 \text{ m/detik} \\ Q &= 0,1856 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Terjadi penambahan debit di bangunan bagi sebesar 0.0247 m³/detik, akibat adanya rembesan air tanah di sepanjang terowongan saluran induk.

Evaluasi Potensi Debit Air Bendung Pangsut Sari untuk Irigasi

Untuk mengetahui potensi debit air di Bendung Pangsut Sari untuk irigasi, ada beberapa hal yang harus diketahui antara lain :

1. Ketersediaan Air Permukaan

Karena tidak tersedia data debit aliran di bendung maka untuk menghitung debit aliran menggunakan metode FJ. Mock.

a. Curah Hujan

Ketersediaan air permukaan pada daerah penelitian yang bersumber dari data curah hujan dengan kurun waktu tahun 2001-2010 yang mempunyai jumlah curah hujan rata-rata dari 3 (tiga) stasiun curah hujan yaitu :

1. Stasiun Plaga

2. Stasiun Baturiti
3. Stasiun Petang

b. Evapotranspirasi Terbatas (Et)

Data perhitungan Evapotranspirasi Terbatas (Et) ini bersumber dari stasiun Tampaksiring, karena stasiun tersebut paling dekat dengan Desa Belok Sidan serta masih dalam ketinggian yang sama.

Tabel perhitungan evapotranspirasi di Daerah Irigasi Pangsut Sari

No	Uraian Parameter	Notasi	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
A	DATA :															
1	Temperatur Rata-rata	T	°C	26,04	26,13	25,79	25,85	25,29	24,63	24,09	23,93	24,25	25,14	25,84	25,73	
2	Kecepatan Angin	U2	km/hr	49,22	50,68	54,08	41,84	42,12	42,86	39,80	56,04	57,70	54,34	42,46	51,90	
3	Kelembaban Relatif	RH	%	94,00	94,40	95,00	94,60	92,60	95,60	94,20	93,60	94,00	93,80	96,40	92,00	
4	Kelembaban Maks	RH max	%	98,67	97,11	98,67	97,89	98,11	98,78	98,78	98,44	97,78	99,00	98,78	98,67	
5	Penyinaran Matahari	n/N	%	30,40	28,00	39,00	45,80	54,00	45,44	46,87	49,60	56,00	55,20	47,25	33,30	
6	Nilai Angot	RA	mm/hr	16,32	16,14	15,50	14,36	13,04	12,32	12,64	13,66	14,88	15,80	16,04	16,04	
B	PERHITUNGAN :															
7	Tekanan Uap Jenuh	ea	mbar	33,17	33,31	32,80	32,89	32,07	31,13	30,38	30,16	30,61	31,86	32,88	32,72	
8	Tekanan Uap Aktual	ed	mbar	31,18	31,44	31,16	31,12	29,70	29,76	28,62	28,23	28,77	29,88	31,69	30,10	
9	ea - ed		mbar	1,99	1,87	1,64	1,78	2,37	1,37	1,76	1,93	1,84	1,98	1,18	2,62	
10	D			1,97	2,00	1,88	1,90	1,71	1,52	1,39	1,35	1,43	1,66	1,89	1,86	
11	P			1002,45	1002,45	1002,45	1002,45	1002,45	1002,45	1002,45	1002,45	1002,45	1002,45	1002,45	1002,45	
12	L			581,72	581,67	581,85	581,82	582,10	582,44	582,71	582,80	582,63	582,18	581,82	581,88	
13	g			0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	
14	Weigthing Factor	W		0,76	0,76	0,75	0,75	0,73	0,71	0,69	0,68	0,69	0,72	0,75	0,75	
15	Weigthing Factor	1 - W		0,24	0,24	0,25	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,31	0,28	0,25	0,25	
16	Faktor Konversi (0.25+0.5n/N)			0,40	0,39	0,45	0,48	0,52	0,48	0,48	0,50	0,53	0,53	0,49	0,42	
17	Fungsi Suhu	f(T)		15,87	15,89	15,82	15,83	15,71	15,58	15,47	15,43	15,50	15,68	15,83	15,81	
18	Fungsi Kcc. Angin	f(U2)		0,40	0,41	0,42	0,38	0,38	0,39	0,38	0,42	0,43	0,42	0,38	0,41	
19	Fungsi Tekanan Uap	f(ed)		0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,09	0,10	
20	Fungsi Penyinaran	f(n/N)		0,37	0,35	0,45	0,51	0,59	0,51	0,52	0,55	0,60	0,60	0,53	0,40	
21	Radiasi matahari glb pdk	Rs	mm/hr	6,56	6,29	6,90	6,88	6,78	5,88	6,12	6,80	7,89	8,31	7,80	6,68	
22	Radiasi matahari glb. Pendek	Rns	mm/hr	4,92	4,72	5,17	5,16	5,09	4,41	4,59	5,10	5,91	6,23	5,85	5,01	
23	Radiasi matahari glb. Panjang	Rnl	mm/hr	0,56	0,52	0,67	0,77	0,92	0,79	0,84	0,90	0,97	0,93	0,77	0,62	
24	Radiasi Netto	Rn	mm/hr	4,36	4,20	4,50	4,39	4,16	3,62	3,75	4,21	4,94	5,30	5,08	4,39	
25	Kecepatan Angin Siang	U day	m/dt	0,57	0,59	0,63	0,48	0,49	0,50	0,46	0,65	0,67	0,63	0,49	0,60	
26	Uday/U night			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
27	Koef. Pendekatan Penman	C		1,10	1,10	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10	
28	W.Rn	A		3,30	3,19	3,36	3,29	3,04	2,55	2,57	2,87	3,42	3,84	3,81	3,27	
29	(1 - W) x f(U2) x (ea - ed)	B		0,20	0,18	0,17	0,17	0,25	0,16	0,21	0,26	0,24	0,23	0,11	0,27	
30	Evapotranspirasi	Eto	mm/hr	3,84	3,71	3,54	3,12	2,96	2,44	2,50	3,12	4,03	4,47	4,31	3,90	
		ETo	mm/bln	119,14	107,55	109,62	93,51	91,62	73,15	77,64	96,87	120,88	138,70	129,42	120,85	

Sumber : Hasil Analisis, 2016

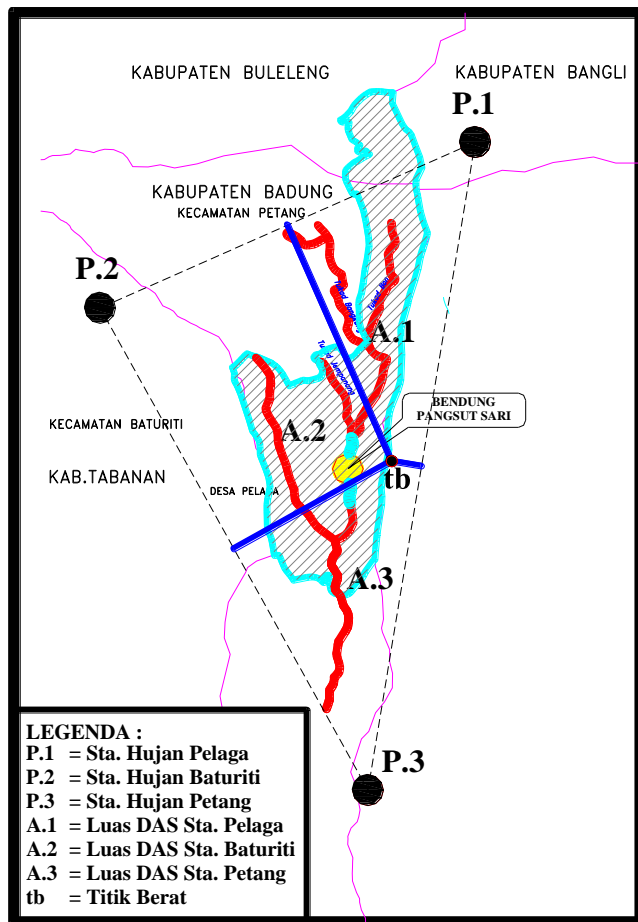
c. Evaporasi

Evaporasi yang dihitung dalam penelitian ini adalah evaporasi permukaan air bebas (E_o) yang ada di daerah penelitian. E_o adalah penguapan yang terjadi dari permukaan air (seperti laut, danau, sungai), permukaan tanah (genangan di atas tanah dan penguapan dari permukaan air tanah yang dekat dengan permukaan tanah), dan permukaan tanaman (Bambang Triatmodjo, 2008:49).

Evaporasi bulanan (mm/15 harian)

No.	Bulan	Evapotranspirasi (Eto)	Evaporasi (Eo)
1	Jan	3,84	4,23
2	Peb	3,71	4,08
3	Mar	3,54	3,89
4	Apr	3,12	3,43
5	Mei	2,96	3,25
6	Jun	2,44	2,68
7	Jul	2,50	2,76
8	Agst	3,12	3,44
9	Sep	4,03	4,43
10	Okt	4,47	4,92
11	Nov	4,31	4,75
12	Des	3,90	4,29

Sumber : Hasil analisis, 2016



d. Luas Daerah Pengaliran

Untuk menghitung luas daerah pengaliran di Daerah Irigasi Pangсут Sari menggunakan metode Poligon Thiessen.

Skema Poligon Thiessen Sta. Hujan D.I Pangсут Sari

Sumber : Hasil analisis, 2016

Tabel tinggi curah hujan tahunan

No.	Tahun	Hujan Tahunan (mm)			Tinggi Curah Hujan Rata-Rata
		Sta. Pelaga	Sta. Baturiti	Sta. Petang	
1	2001	1556,00	1993,10	3057,00	1982,58
2	2002	1740,00	2366,60	2587,00	2113,82
3	2003	970,00	3691,20	2637,50	2227,10
4	2004	1523,00	2937,70	2163,50	2135,30
5	2005	1449,80	3762,20	3177,80	2574,71
6	2006	1358,00	3381,80	3019,50	2369,69
7	2007	1593,00	3227,70	3299,50	2476,57
8	2008	2592,00	3489,40	3252,00	3026,62
9	2009	1736,80	3682,40	3119,00	2670,21
10	2010	4442,00	4570,60	3871,00	4383,03

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Tabel

analisis ranking hujan rata-rata tahunan

No	Tahun	Hujan Tahun(mm)	No	Tahun	Hujan Tahun(mm)
1	2001	1982,58	1	2001	1982,58
2	2002	2113,82	2	2002	2113,82
3	2003	2227,10	3	2004	2135,30
4	2004	2135,30	4	2003	2227,10
5	2005	2574,71	5	2006	2369,69
6	2006	2369,69	6	2007	2476,57
7	2007	2476,57	7	2005	2574,71
8	2008	3026,62	8	2009	2670,21
9	2009	2670,21	9	2008	3026,62
10	2010	4383,03	10	2010	4383,03

Sumber : Hasil Analisis, 2016

e. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan andalan yang jatuh di suatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Curah hujan titik pengamatan yang dinyatakan dalam millimeter (Triatmodjo, 2008)

Tabel analisis curah hujan efektif Daerah Irigasi Pangsut Sari

Stasiun Bulan	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Sta. Pelaga	79,0	72,0	122,0	120,0	138,0	59,0	93,0	30,0	52,0	114,0	63,0	8,0
Sta. Baturiti	192,7	207,9	116,0	116,0	186,8	274,8	29,5	29,5	187,5	187,5	187,5	7,4
Sta. Petang	226,0	204,0	56,5	220,5	263,0	102,5	102,5	17,5	98,0	138,0	28,0	28,0
Rata - Rata	165,90	161,30	98,15	152,15	195,93	145,42	75,00	25,67	112,48	146,48	92,82	4,00
Hujan Efektif												
a. Padi	7,74	7,53	4,58	7,10	9,14	6,79	3,50	1,20	5,25	6,84	4,33	0,19
b. Palawija	4,42	4,30	2,62	4,06	5,22	3,88	2,00	0,68	3,00	3,91	2,48	0,11

Stasiun Bulan	Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Sta. Pelaga	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	0,0	7,0	17,0	70,0	172,0	187,0	99,0
Sta. Baturiti	0,0	0,0	12,5	12,5	17,4	17,4	39,1	39,1	227,6	227,6	248,8	189,2
Sta. Petang	0,0	9,5	24,0	5,0	5,0	12,5	85	0	0	0	149,5	172,1
Rata - Rata	0,00	3,17	12,17	5,83	14,45	9,95	43,70	18,70	99,18	133,18	195,08	153,43
Hujan Efektif												
a. Padi	0,00	0,15	0,57	0,27	0,67	0,46	2,04	0,87	4,63	6,22	9,10	7,16
b. Palawija	0,00	0,08	0,32	0,16	0,39	0,27	1,17	0,50	2,64	3,55	5,20	4,09

f. EfisiensiIrigasi

Efisiensi irigasi merupakan tingkat ketercapaian pengaliran air dari suatu jaringan irigasi.Efisiensi irigasi terdiri atas efisiensi pengaliran yang pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder dari bangunan pembagi sampai petak sawah (Triatmodjo, 2008).

Tabel Efisiensi saluran tersier Pangsut sari

No.	Nama Ruas	Debit Pangkal	Debit Ujung	Kehilangan	Panjang Saluran	Efisiensi
		m ³ /dtk	m ³ /dtk	%	(m)	%
1	BPS. 1 - BPS. 1 Ka	0.1002	0.0700	0.0302	1.849	69.8436
2	BPS. 1 - BPS. 1 Ki	0.0854	0.0610	0.0244	1.675	71.4487
					Rata-rata	70.6461

g. Analisis Debit Air Pada Bendung Pangsut Sari

Debit Bendung Pangsut Sari sangat dipengaruhi oleh debit aliran air dari TukadBangkung serta curah hujan yang terjadi di wilayah tersebut. Perhitungan ketersediaan air permukaan pada daerah penelitian dengan menggunakan data curahhujandalamkurunwaktu10tahunyaitudaritahun 2001 sampaitahun 2010.Untuk memperoleh debit aliran di bendung maka menghitung debit aliran menggunakan metode FJ. Mock.

Tabel debit aliran Bendung Pangsut Sari per 15 harian

No.	Bulan	Tahun										Jumlah	rata-rata	
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
1	Jan	I	724,716	701,955	1.038,227	735,567	279,399	1.074,163	157,584	231,325	661,897	1.236,063	6.840,895	684,090
		II	855,859	485,915	929,900	644,329	172,934	820,488	122,195	318,504	789,416	1.337,739	6.477,278	647,728
2	Peb	I	501,262	1.242,293	1.128,420	126,720	1.010,303	932,429	658,395	606,860	1.289,136	1.049,401	8.545,217	854,522
		II	120,598	1.247,149	988,053	588,414	226,256	913,754	653,255	725,204	981,717	1.112,898	7.557,299	755,730
3	Mar	I	308,360	575,534	257,407	952,828	481,754	512,889	796,368	1.636,708	718,803	489,532	6.730,184	673,018
		II	502,465	571,919	145,860	420,746	32,012	655,502	806,223	1.607,026	555,075	986,651	6.283,481	628,348
4	Apr	I	816,896	524,309	116,026	136,612	1.131,511	1.388,007	986,404	475,271	199,846	1.844,304	7.619,187	761,919
		II	160,134	280,595	60,289	80,700	13,383	1.284,729	1.018,039	400,622	119,669	1.449,251	4.867,412	486,741
5	Mei	I	117,475	96,989	35,554	226,222	165,447	445,812	155,172	368,166	524,313	789,195	2.924,345	292,435
		II	40,405	66,330	23,338	428,957	5,141	376,111	159,275	148,265	427,629	664,026	2.339,475	233,948
6	Jun	I	48,556	40,089	14,696	44,655	68,385	114,855	2.007,000	82,558	86,511	266,984	2.774,289	277,429
		II	16,701	27,416	9,646	65,218	21,489	103,269	65,834	51,104	68,763	150,941	580,381	58,038
7	Jul	I	18,796	15,518	5,689	17,286	26,472	44,460	24,827	31,958	2.009,000	79,342	2.273,347	227,335
		II	6,465	10,613	3,734	25,246	3,208	39,975	25,484	19,782	26,618	58,429	219,553	21,953
8	Agst	I	7,518	6,207	2,275	6,914	10,589	17,784	9,931	12,783	13,395	31,737	119,134	11,913
		II	2,586	4,245	1,494	10,098	1,283	15,990	10,194	7,913	10,647	23,371	87,821	8,782
9	Sep	I	3,108	2,566	0,941	2,858	4,377	7,351	4,105	5,284	140,845	404,582	576,015	57,601
		II	1,069	1,755	0,617	4,174	0,530	6,609	4,213	3,271	388,761	203,277	614,277	61,428
10	Okt	I	1,203	0,993	0,364	1,106	210,087	2,845	1,589	109,598	503,548	768,465	1.599,800	159,980
		II	410,456	0,679	0,239	1,616	247,915	2,558	1,631	1,266	466,358	1.440,107	2.572,826	257,283
11	Nov	I	0,497	276,903	163,171	0,457	28,107	1,176	147,645	1.063,248	71,525	1.023,709	0,521	277,644
		II	54,098	247,419	165,918	201,565	1.108,793	1,057	140,778	1.076,245	75,155	764,647	3.835,675	383,567
12	Des	I	438,033	472,054	1.245,024	661,849	1.250,485	524,430	900,752	763,254	107,450	903,697	7.267,030	726,703
		II	438,033	472,054	1.245,024	661,849	1.250,485	524,430	900,752	763,254	107,450	903,697	7.267,030	726,703

Sumber : Analisis, 2016

h. Kebutuhan Air Konsumtif/ *Crop Water Requirement*(CWR)

Kebutuhan air konsumtif (CWR) adalah jumlah air yang digunakan untuk transpirasi atau untuk membangun jaringan suatu tubuh tanaman atau vegetasi alami, bersama-sama dengan air yang menguap dari air atau permukaan tanah (R. Budi Widodo, 2002: 35).

Tabel kebutuhan air konsumtif (CWR) di Desa Belok Sidan (mm/15 harian)

Bulan		Tanaman	Masa Pertumbuhan	Eo (mm)	Kc	CWR (mm)
Jan	I	Padi Ir. 64	Persiapan Lahan	4,03	1	4,03
	II	Padi Ir. 64	Penggenangan, Penjenuhan	4,03	1	4,03
Peb	I	Padi Ir. 64	Persemaian	4,05	1	4,05
	II	Padi Ir. 64	Pertumbuhan Vegetatif	4,05	1,1	4,45
Mar	I	Padi Ir. 64	Pertumbuhan Vegetatif	3,99	1,1	4,39
	II	Padi Ir. 64	Pertumbuhan Vegetatif	3,99	1,1	4,39
Apr	I	Padi Ir. 64	Pertumbuhan Vegetatif	4,00	1,35	5,40
	II	Padi Ir. 64	Pembuahan s/d masak	4,00	0,8	3,20
Mei	I	-	-	3,92	-	-
	II	Palawija	Persiapan Lahan	3,92	1	3,92
Jun	I	Palawija	Pertumbuhan Bibit	3,81	0,4	1,53
	II	Palawija	Pertumbuhan Vegetatif	3,81	0,55	2,10
Jul	I	Palawija	Pertumbuhan Vegetatif	3,73	0,55	2,05
	II	Palawija	Pembuahan	3,73	0,7	2,61
Agst	I	Palawija	Pemasakan	3,70	0,3	1,11
	II			3,70		-
Sep	I	Padi Ir. 64	Persiapan Lahan	3,76	1	3,76
	II	Padi Ir. 64	Penggenangan, Penjenuhan	3,76	1	3,76
Okt	I	Padi Ir. 64	Persemaian	3,89	1	3,89
	II	Padi Ir. 64	Pertumbuhan Vegetatif	3,89	1,1	4,28
Nov	I	Padi Ir. 64	Pertumbuhan Vegetatif	4,00	1,1	4,40
	II	Padi Ir. 64	Pertumbuhan Vegetatif	4,00	1,1	4,40
Des	I	Padi Ir. 64	Pertumbuhan Vegetatif	3,98	1,35	5,38
	II	Padi Ir. 64	Pembuahan s/d masak	3,98	0,8	3,19

i. Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah/*FarmWater Requirement* (FWR)

Tekstur tanah di Desa Belok Sidan yaitu tanah bergeluh dengan nilai perkolasi 2-3mm/hari.

Tabel kebutuhan air tiap petak sawah (FWR) di Desa Belok Sidan (mm/15harian).

Bulan		Tanaman	CWR (mm)	Pg (0,8)	Pj (1,2)	Pe	FWR (mm)
Jan	I	Padi Ir. 64	4,03	0,8	1,2	3	9,03
	II	Padi Ir. 64	4,03	0,8	1,2	3	9,03
Peb	I	Padi Ir. 64	4,05	0,8	1,2	3	9,05
	II	Padi Ir. 64	4,45	0,8	1,2	3	9,45
Mar	I	Padi Ir. 64	4,39	0,8	1,2	3	9,39
	II	Padi Ir. 64	4,39	0,8	1,2	3	9,39
Apr	I	Padi Ir. 64	5,40	0,8	1,2	3	10,40
	II	Padi Ir. 64	3,20	0,8	1,2	3	8,20
Mei	I	-	-	-	-	-	-
	II	Palawija	3,92	0	1,2	0	5,12
Jun	I	Palawija	1,53	0	1,2	0	2,73
	II	Palawija	2,10	0	1,2	0	3,30
Jul	I	Palawija	2,05	0	1,2	0	3,25
	II	Palawija	2,61	0	1,2	0	3,81
Agst	I	Palawija	1,11	0	1,2	0	2,31
	II	-	-	-	-	-	-
Sep	I	Padi Ir. 64	3,76	0,8	1,2	3	8,76
	II	Padi Ir. 64	3,76	0,8	1,2	3	8,76
Okt	I	Padi Ir. 64	3,89	0,8	1,2	3	8,89
	II	Padi Ir. 64	4,28	0,8	1,2	3	9,28
Nov	I	Padi Ir. 64	4,40	0,8	1,2	3	9,40
	II	Padi Ir. 64	4,40	0,8	1,2	3	9,40
Des	I	Padi Ir. 64	5,38	0,8	1,2	3	10,38
	II	Padi Ir. 64	3,19	0,8	1,2	3	8,19

j. Kebutuhan Air Lahan Pertanian/Potensial Water Requirement (PWR)

Kebutuhan air lahan pertanian (PWR) merupakan kebutuhan air yang diperlukan untuk proyek pengairan pada suatu areal persawahan.

Tabel kebutuhan air lahan pertanian (PWR) Desa Belok Sidan (mm/15 harian)

Bulan		T (°C)	Eo	Kc	CWR (mm)	P	Pj	Pe	FWR (mm)	Re	FWR - Re	E Sal	PWR
Jan	I	25,96	4,03	1	4,03	0,8	1,2	3	9,03	7,74	1,29	70%	1,84
	II	26,12	4,03	1	4,03	0,8	1,2	3	9,03	7,53	1,50		2,15
Peb	I	26,17	4,05	1	4,05	0,8	1,2	3	9,05	4,58	4,47		6,38
	II	26,10	4,05	1,1	4,45	0,8	1,2	3	9,45	7,10	2,35		3,36
Mar	I	25,86	3,99	1,1	4,39	0,8	1,2	3	9,39	9,14	0,25		0,36
	II	25,72	3,99	1,1	4,39	0,8	1,2	3	9,39	6,79	2,61		3,72
Apr	I	25,93	4,00	1,35	5,40	0,8	1,2	3	10,40	3,50	6,90		9,86
	II	25,78	4,00	0,8	3,20	0,8	1,2	3	8,20	1,20	7,00		10,01
Mei	I	25,30	3,92	-	-	-	-	-	-	3,00	-		-
	II	25,28	3,92	1	3,92	0	1,2	0	5,12	3,91	1,21		1,73
Jun	I	24,88	3,81	0,4	1,53	0	1,2	0	2,73	2,48	0,25		0,36
	II	24,37	3,81	0,55	2,10	0	1,2	0	3,30	0,11	3,19		4,56
Jul	I	24,25	3,73	0,55	2,05	0	1,2	0	3,25	-	3,25		4,65
	II	23,94	3,73	0,7	2,61	0	1,2	0	3,81	0,08	3,73		5,32
Agst	I	23,84	3,70	0,3	1,11	0	1,2	0	2,31	0,32	1,99	2,84	
	II	24,02	3,70	-	-	-	-	-	-	0,27	-	-	
Sep	I	23,94	3,76	1	3,76	0,8	1,2	3	8,76	0,67	8,08	11,54	
	II	24,56	3,76	1	3,76	0,8	1,2	3	8,76	0,46	8,29	11,84	
Okt	I	24,87	3,89	1	3,89	0,8	1,2	3	8,89	2,04	6,85	9,79	
	II	25,41	3,89	1,1	4,28	0,8	1,2	3	9,28	0,87	8,41	12,01	
Nov	I	25,57	4,00	1,1	4,40	0,8	1,2	3	9,40	4,63	4,77	6,82	
	II	26,11	4,00	1,1	4,40	0,8	1,2	3	9,40	6,22	3,19	4,55	
Des	I	25,75	3,98	1,35	5,38	0,8	1,2	3	10,38	9,10	1,28	1,82	
	II	25,72	3,98	0,8	3,19	0,8	1,2	3	8,19	7,16	1,03	1,47	

Evaluasi Debit Air Bendung Pangsut Sari untuk Irigasi

Evaluasi debit air Bendung Pangsut Sari untuk irigasi di Desa Belok Sidan dapat dilihat dari debit aliran yang ada pada Bendung Pangsut Sari dikurangi dengan kebutuhan air untuk irigasi di Desa Belok Sidan.

Tabel datakebutuhan air lahan pertanian (PWR) total Desa Belok Sidan

Bulan		PWR (mm/15 hari)	PWR (ltr/dtk)	Luas Daerah Irigasi (Ha)	PWR Total (ltr/dtk)
Jan	I	1,84	0,21	100	21,33
	II	2,15	0,25		24,88
Peb	I	6,38	0,74		73,84
	II	3,36	0,39		38,86
Mar	I	0,36	0,04		4,12
	II	3,72	0,43		43,10
Apr	I	9,86	1,14		114,15
	II	10,01	1,16		115,82
Mei	I	-	-		-
	II	1,73	0,20		20,00
Jun	I	0,36	0,04		4,14
	II	4,56	0,53		52,75
Jul	I	4,65	0,54		53,77
	II	5,32	0,62		61,62
Agst	I	2,84	0,33		32,85
	II	-	-		-
Sep	I	11,54	1,34		133,61
	II	11,84	1,37		137,08
Okt	I	9,79	1,13		113,31
	II	12,01	1,39		139,04
Nov	I	6,82	0,79		78,92
	II	4,55	0,53		52,68
Des	I	1,82	0,21		21,09
	II	1,47	0,17		16,99

Tabel imbalanced air bendung Pangsut Sari untuk irigasi di Desa Belok Sidan.

Bulan		Debit Bendung (ltr/dt)	PWR Total (ltr/dt)	Evaluasi/Imbalanced Air (ltr/dt)
Jan	I	684,09	21,33	662,76
	II	647,73	24,88	622,85
Peb	I	854,52	73,84	780,68
	II	755,73	38,86	716,87
Mar	I	673,02	4,12	668,90
	II	628,35	43,10	585,25
Apr	I	761,92	114,15	647,76
	II	486,74	115,82	370,92
Mei	I	292,43	-	-
	II	233,95	20,00	213,95
Jun	I	83,14	4,14	79,01
	II	58,04	52,75	5,29
Jul	I	29,78	53,77	-23,98
	II	21,96	61,62	-39,67
Agst	I	11,91	32,85	-20,94
	II	8,78	-	-
Sep	I	57,60	133,61	-76,01
	II	61,43	137,08	-75,65
Okt	I	159,98	113,31	46,67
	II	257,28	139,04	118,24
Nov	I	277,64	78,92	198,73
	II	383,57	52,68	330,89
Des	I	726,70	21,09	705,61
	II	726,70	16,99	709,71

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Ketersediaan debit air tertinggi yang dialirkan oleh Bendung Pangsut Sari sebesar 854,522 liter/15 hari, sedangkan untuk debit terendah yang dialirkan oleh Bendung Pangsut Sari sebesar 57,60 liter/15 hari.
2. Potensi debit air Bendung Pangsut Sari untuk irigasi di Desa Belok Sidan untuk luas areal irigasi 100,00 ha dapat terpenuhi, hanya terjadi kekurangan air pada bulan Juli, Agustus dan September karena ketersediaan debit air pada bulan itu sangat kecil akibat musim kemarau.

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk “Studi Potensi Debit Bendung Pangsut Sari Terhadap Pengembangan Sawah Baru di Desa Belok Sidan Kecamatan Petang Kabupaten Badung” adalah sebagai berikut:

1. Saran untuk masyarakat sekitar terutama para petani dan pemerintah desa, bahwa potensi debit bendung Pangsut Sari mampu mengairi pengembangan sawah baru seluas 100 ha di Desa Belok Sidan.
2. Perlu adanya kajian lebih lanjut untuk menerapkan system pola tanam yang tepat dan efektif di Subak Pangsut Sari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.1986, *Satuan Perencanaan Irigasi*, Pengairan Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2006, *Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2006 tentang Irigasi*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2013, *Penyusunan DED Pembangunan Bendung Pangsut Sari Desa Belok Sidan di Kecamatan Petang*, Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Badung, Badung
- Doorenbos dkk, 1977, *Kebutuhan Air Untuk Pertumbuhan Tanaman*, Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. Food and Agric, Organiz, of the U.N, Rome.

- FJ.Mock, 2010, *Menghitung Debit Andalan*<http://blogramdani.blogspot.co.id/2010/09/fj-mock-menghitung-debitandalan.html>.
- <http://www.tourbalimurah.com/tentang-bali.html>
- Kartasapoetra. A. G, 1991, *Teknologi Penyuluhan Pertanian*, Bimi Aksara, Bandung.
- Koehuan, 2003, *Analisis Pemanfaatan dan Pengelolaan Air di Sistem Irigasi Kalibawang Kabupaten Kulon Progo*, Jurnal Ilmiah VISI, PSI-SDALP Universitas Andalas, Padang.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Nova, Bandung
- Sitanala Arsyad, 1989, *Konservasi Tanah dan air*, IPB, Bogor
- Sri Harto. B. R, 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia, Jakarta
- Suci Kusmiyati, 2006, *Evaluasi Kebutuhan Air Waduk Sempor Untuk Irigasi di Kecamatan Sempor Kabupaten Kebumen*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
- Sudjarwadi, 1979, *Pengantar Teknik Irigasi*, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Suroso. A, 2012, *Perencanaan Bangunan Irigasi dan Bangunan Air Pusat Pengembangan. Bahan*, Ajar.UMB.(online), (<http://www.mercubuana.ac.id>.)
- Sutanto, Rachman, 2005, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Kanisius : Yogyakarta
- Triatmodjo. B, 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
- Purnama. S. Dkk, 2012, *Analisis Neraca Air di DAS Kupang dan Sengkarang*, UGM, Yogyakarta
- Widodo. B, 2002, *Studi Kebutuhan Air untuk Tanaman Padi dari air Irigasi Waduk Pondok Ngasi, Skripsi*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Windarti. M, 2014, *Potensi Debit Bendung Tegal Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dan Irigasi di Desa Kebonagung dan Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten bantul*, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas negeri Yogyakarta, Yogyakarta