
**Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air Irigasi dengan Aplikasi Jadwal Tanam Secara
“Nyorog” pada Subak**

***Enhancement of Irrigation Water Utilization Efficiency by Application of “Nyorog” Planting
Schedule at Subak***

I Wayan Tika, I. A. G. Bintang Madrini, Sumiyati

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

E-mail : wayantikaftp@gmail.com

Abstrak

Salah satu program penting dalam intensifikasi budidaya padi adalah pengelolaan air irigasi yang efisien. Pada subak di Bali pelaksanaan jadwal tanam biasanya dilakukan secara serempak sehingga terjadi puncak kebutuhan air yang tinggi. Akibatnya sangat berisiko terhadap kekurangan atau kelebihan air irigasi pada subak tersebut. Kondisi demikian menyebabkan efisiensi penggunaan air irigasi pada subak menjadi rendah. Salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi tersebut adalah dengan melakukan jadwal tanam tidak serempak yang pada subak dikenal dengan istilah *nyorog*. Dengan demikian perlu dikaji besarnya peningkatan efisiensi penggunaan air irigasi jika jadwal tanam dilakukan secara *nyorog*. Berdasarkan data yang telah dikompilasi diperoleh efisiensi penggunaan air irigasi yang dilakukan saat ini sebesar 76,52%. Saat ini pada obyek penelitian jadwal tanam dibagi menjadi dua kelompok dengan beda jadwal tanam antar kelompok tersebut sekitar satu bulan, dengan awal jadwal tanam mulai Pebruari I. Jika dilakukan jadwal tanam secara serempak pada Pebruari II diperoleh efisiensi penggunaan air irigasi sebesar 69,05%. Jika jadwal tanam dilakukan secara *nyorog* dengan membagi subak menjadi empat kelompok dan setiap kelompok perbedaan jadwal tanam sekitar setengah bulan serta awal jadwal tanam pada Bulan Pebruari I maka diperoleh efisiensi penggunaan air irigasinya 86,52%. Dengan demikian jadwal tanam secara *nyorog* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi dari 69,05% menjadi 86,52%.

Kata kunci: *subak, jadwal tanam, nyorog, efisiensi, air irigasi*

Abstract

One important program in the intensification of rice cultivation is efficient irrigation water management. In subak in Bali the planting schedule is usually carried out simultaneously so that there is a high peak of water demand. As a result, it is very risky for irrigation water shortages or excess in the subak. Such conditions cause the efficiency of the use of irrigation water in subak to be low. One solution to improve the efficiency of the use of irrigation water is by not planting simultaneously which are known as *nyorog* in subak. Thus, it is necessary to assess the magnitude of the increase in the efficiency of the use of irrigation water if the planting schedule is carried out in a systematic manner. Based on the data that has been compiled in Subak Guama the efficiency of the use of irrigation water is 76.52%. At present the object of the planting schedule is divided into two groups with different planting schedules between groups of about one month, with the start of the planting schedule starting in February I. If the planting schedule is simultaneously held in February II, the efficiency of irrigation water use is 69.05%. If the planting schedule is carried out systematically by dividing subak into four groups and each group different planting schedules of about half a month and the beginning of the planting schedule in February I, it is obtained that the water use efficiency of irrigation is 86.52%. Thus the planting schedule *nyorog* can increase the efficiency of irrigation water use through 69.05% to 86.52%.

Keywords: *subak, planting schedule, nyorog, efficiency, irrigation water*

PENDAHULUAN

Sumber air irigasi tanaman padi umumnya berasal dari air hujan. Namun demikian jika jumlah air hujan tidak mencukupi maka sumber air irigasi tanaman padi dapat bersumber dari air permukaan. Air irigasi yang bersumber dari air permukaan umumnya berasal dari sungai yang disadap melalui bendungan,

bendung atau dalam istilah organisasi subak di Bali dikenal dengan nama *empelan*. Air irigasi yang masuk ke lahan petak sawah ada yang keluar dari saluran pembuangan (drainase) dan sebagian lagi hilang karena evaporasi, transpirasi dan evapotranspirasi, penyerapan ke dalam tanah melalui infiltrasi dan dilanjutkan dengan perkolasi.

Tika, I Wayan, I. A. G. Bintang Madrini, Sumiyati. 2019. Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air Irigasi dengan Aplikasi Jadwal Tanam Secara “Nyorog” pada Subak. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, Vol. 4, No. 1, 2019. Hal. 35-43

Kehilangan air irigasi lainnya dapat disebabkan oleh kurang tepatnya pengelolaan. Beberapa faktor seperti yang telah disebutkan terakhir di atas mempengaruhi efisiensi penggunaan air irigasi.

Petani di Bali mengelola air irigasi lahan pertaniannya melalui organisasi yang disebut dengan subak. Menurut Sutawan (2008) subak merupakan organisasi tradisional yang mampu mengelola air irigasi dari *empelan*, yaitu suatu bangunan dengan pengambilan air di sungai yang dibangun oleh subak, secara swadaya sampai ke petak sawahnya. Windia (2008) menambahkan disamping adanya kebersamaan dalam pengelolaan air irigasi pada subak juga ada kebersamaan dalam jadwal tanam. Dengan jadwal tanam yang serempak maka pada suatu subak akan terjadi keseragaman usia tanaman padi pada subak tersebut. Ditinjau dari segi pengelolaan irigasi keseragaman usia tanaman padi pada subak seperti disebutkan di atas justru menyebabkan terjadinya puncak kebutuhan air irigasi yang tinggi, sehingga akan terjadi resiko tinggi terhadap kekurangan air irigasi, terutama pada saat musim kemarau. Kondisi sebaliknya juga bisa terjadi pada saat dilakukan pemupukan dan penyiangan dimana pada saat tersebut biasanya petani tidak memasukkan air irigasi ke lahan sawah, sehingga terjadi drainase yang berlebih. Kondisi drainase yang berlebih menyebabkan nilai efisiensi penggunaan air irigasi pada lahan tersebut menjadi rendah. Menurut Hansen (1992) konsep efisiensi penggunaan air irigasi dipahami sebagai penggunaan air irigasi yang sesuai dengan kebutuhannya, sehingga tidak ada air yang tersisa. Semakin banyak air yang tersisa maka semakin tidak efisien penggunaan air irigasi pada lahan tersebut. Salah satu alternatif untuk mengantisipasi masalah kebutuhan atau drainase air irigasi yang berlebih pada subak dikenal dengan istilah *nyorog*. *Nyorog* merupakan salah satu strategi dari anggota (krama) subak yang sepakat untuk melakukan jadwal tanam tidak serentak atau bergilir dengan rentang waktu tertentu. Dengan jadwal tanam *nyorog* resiko air berlebih yang terbuang juga bisa diperkecil. Biasanya rentang waktu *nyorog* tersebut sekitar satu minggu untuk masing-masing kelompok. Sebagai subak yang cukup luas dengan total luasnya 187 ha dan memiliki tujuh *tempekan*, Subak Guama perlu melakukan pengelolaan air irigasi secara optimal. Subak Guama merupakan salah satu subak yang sumber air irigasinya dari Bendung Cangi pada Sungai Yeh Sungi. Dalam upaya pengelolaan air irigasi secara optimal perlu dikaji efisiensi penggunaannya, karena dalam konsep pembagian air pada subak dapat dikatakan proporsional apabila

efisiensi penggunaan air irigasinya sama untuk setiap *tempekan* atau setiap individu petani. Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dikaji persentase efisiensi penggunaan air irigasi dengan diterapkannya teknik *nyorog* pada Subak Guama. Berdasarkan uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efisiensi penggunaan air irigasi dengan metode *nyorog*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi instansi pemerintah dan petani dalam upaya penggunaan air irigasi yang lebih optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Subak Guama yang berlokasi di Kecamatan Marga Kabupaten Tabanan. Penelitian ini dimulai pada bulan Mei sampai dengan bulan September 2018.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: stopwatch, pelampung kayu, current meter, meteran/mistar, dan alat tulis. Obyek penelitian adalah debit air irigasi serta lahan sawah pada Subak Guama. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dan pengukuran. Dalam analisis dan perhitungan menggunakan beberapa rumus empiris sepertiimbangan neraca air dan rumus empiris Penman yang dimodifikasi untuk menentukan kebutuhan air tanaman dan kebutuhan air irigasi. Untuk menentukan kebutuhan air irigasi saat pengolahan tanah digunakan rumus empiris Van den Goor. Metode Gumbel digunakan untuk menetapkan curah hujan efektif.

Berdasarkan nilai kebutuhan air irigasi baik dengan pola tanam serempak maupun secara *nyorog* serta ketersediaan air yang tersedia pada debit saluran, selanjutnya dihitung efisiensi penggunaan air irigasinya dengan rumus . Dari nilai efisiensi tersebut selanjutnya dihitung perbedaan efisiensi dari kedua perlakuan jadwal tanam yang diterapkan, serta dibandingkan dengan jadwal tanam yang dilakukan oleh petani saat penelitian dilakukan sehingga dapat diketahui perbedaan efisiensi penggunaan air irigasi untuk masing-masing jadwal tanam yang berbeda tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Neraca Air Saat ini.

Kebutuhan Air Irigasi Tanaman Padi

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan diperoleh jadwal tanam pada Subak Guama secara garis besarnya seperti tercantum pada Tabel 1 dan Gambar 1 berikut.

Tabel 1. Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing Kelompok di Subak Guama.

No	Periode	Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing Kelompok (lt/dt)
----	---------	---

		A (43,0 ha)	B (52.5 ha)	C (52,5 ha)	D (39,0 ha)
1.	Jan I	56.02	68.40	27.91	20.73
2.	Jan II	52.73	64.38	64.38	47.83
3.	Peb I	22.84	27.88	27.88	20.71
4.	Peb II	26.12	31.89	26.67	19.81
5.	Mar I	28.36	34.62	32.04	23.80
6.	Mar II	61.75	75.40	74.08	55.03
7.	Apr I	63.06	76.99	76.99	57.19
8.	Apr II	58.41	71.32	75.24	55.90
9.	Mei I	49.28	60.17	70.25	52.18
10.	Mei II	80.93	98.81	58.17	43.21
11.	Jun I	81.33	99.30	99.30	73.77
12.	Jun II	50.50	61.65	61.65	45.80

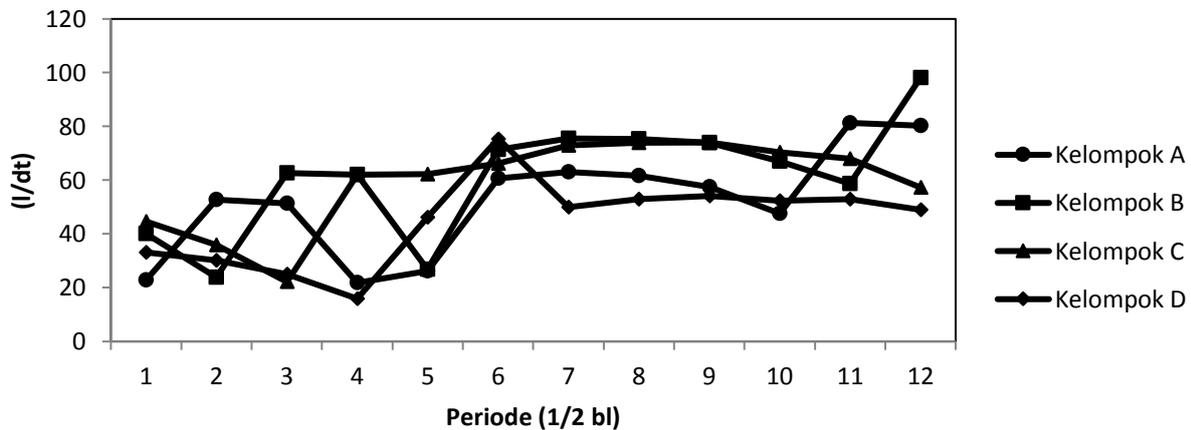
Keterangan:

Kelompok A terdiri dari Tempekan Guama.

Kelompok B terdiri dari Tempekan Belusung dan Manik Gunung.

Kelompok C terdiri dari Tempekan Kekeran Carik dan Pekilen.

Kelompok D terdiri dari Tempekan Kekeran Desa dan Celuk.

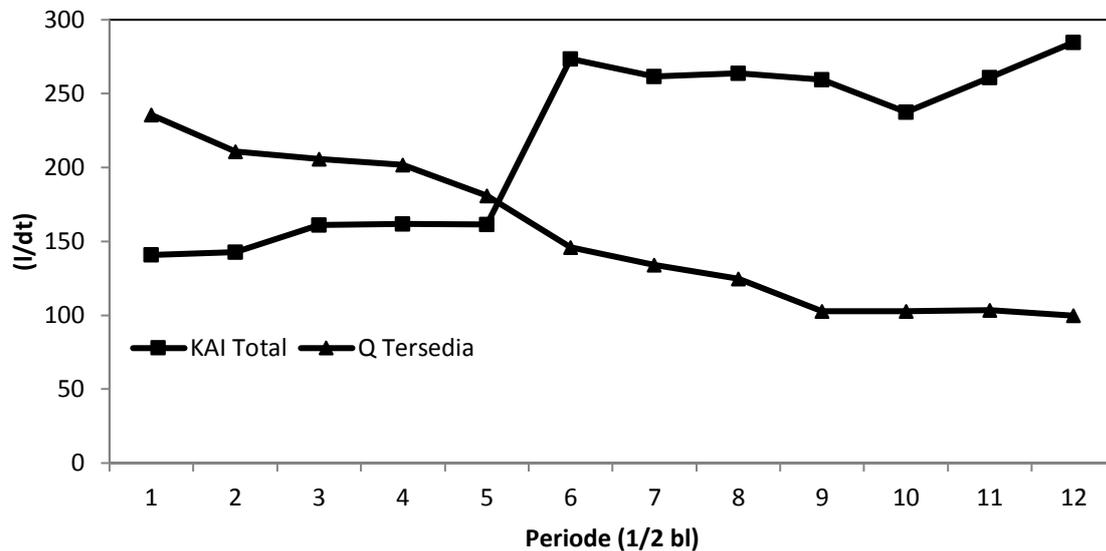


Gambar 1. Grafik Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing Kelompok di Subak Guama.

Kondisi Neraca Air

Dari kebutuhan air irigasi masing-masing kelompok lahan maka diperoleh kebutuhan air irigasi secara keseluruhan (KAI total) pada Subak Guama untuk

kondisi saat ini. Selanjutnya dari data debit irigasi yang tersedia (Q tersedia) dan KAI total, maka diperoleh kondisi neraca air pada Subak Guama untuk kondisi saat ini seperti tercantum pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Kondisi Neraca Air Irigasi pada Subak Guama saat ini.

Efisiensi Penggunaan Air Irigasi (Efu)

Berdasarkan kondisi nilai KAI dan nilai Q maka diperoleh nilai efisiensi penggunaan air irigasi untuk

kondisi jadual tanam saat ini seperti tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi Penggunaan Air Irigasi pada Subak Guama saat ini.

Analisis Efisiensi Penggunaan Air Irigasi (Efu)				
No	Periode	Nilai Variabel KAI total (l/dt)	Nilai variabel Q Tersedia (l/dt)	Nilai Efu (%)
1.	Jan I	173.05	235.57	63.88
2.	Jan II	229.33	210.97	100.00
3.	Peb I	99.31	205.97	0.00
4.	Peb II	104.48	201.97	6.70
5.	Mar I	118.83	180.97	47.70
6.	Mar II	266.26	145.97	100.00
7.	Apr I	274.24	134.28	100.00
8.	Apr II	260.87	124.62	100.00
9.	Mei I	231.88	102.84	100.00
10.	Mei II	281.12	102.69	100.00
11.	Jun I	353.70	103.4	100.00
12.	Jun II	219.60	99.73	100.00
Rata-rata				76.52

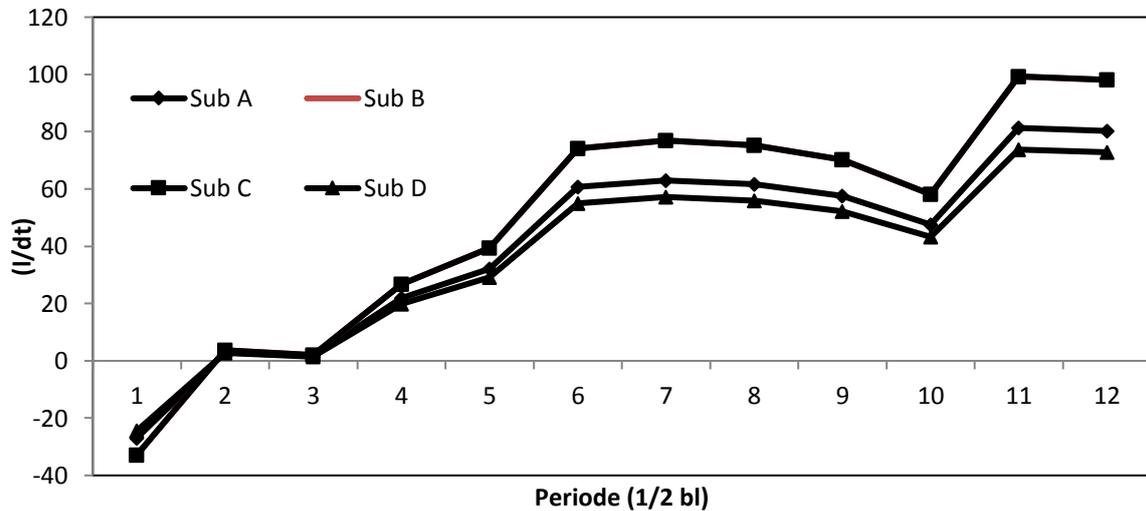
Kondisi Neraca Air Jika Tanam secara Serempak. Kebutuhan Air Irigasi Tanaman Padi

Jika dikondisikan jadual tanam secara serempak, maka rincian jadual tanam untuk masing-masing kelompok lahan seperti tercantum pada Tabel 3 dan Gambar 3 berikut

Tabel 3. Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing Kelompok di Subak Guama jika jadual tanam secara serempak

Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing Kelompok (lt/dt)					
No	Periode	A (43,0 ha)	B (52.5 ha)	C (52,5 ha)	D (39,0 ha)
1.	Jan I	-26.90	-32.84	-32.84	-24.39
2.	Jan II	2.98	3.64	3.64	2.71
3.	Peb I	1.59	1.94	1.94	1.44
4.	Peb II	21.84	26.67	26.67	19.81

No	Periode	Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing Kelompok (lt/dt)			
		A (43,0 ha)	B (52.5 ha)	C (52,5 ha)	D (39,0 ha)
5.	Mar I	32.21	39.33	39.33	29.22
6.	Mar II	60.68	74.08	74.08	55.03
7.	Apr I	63.06	76.99	76.99	57.19
8.	Apr II	61.63	75.24	75.24	55.90
9.	Mei I	57.54	70.25	70.25	52.18
10.	Mei II	47.64	58.17	58.17	43.21
11.	Jun I	81.33	99.30	99.30	73.77
12.	Jun II	80.33	98.08	98.08	72.86

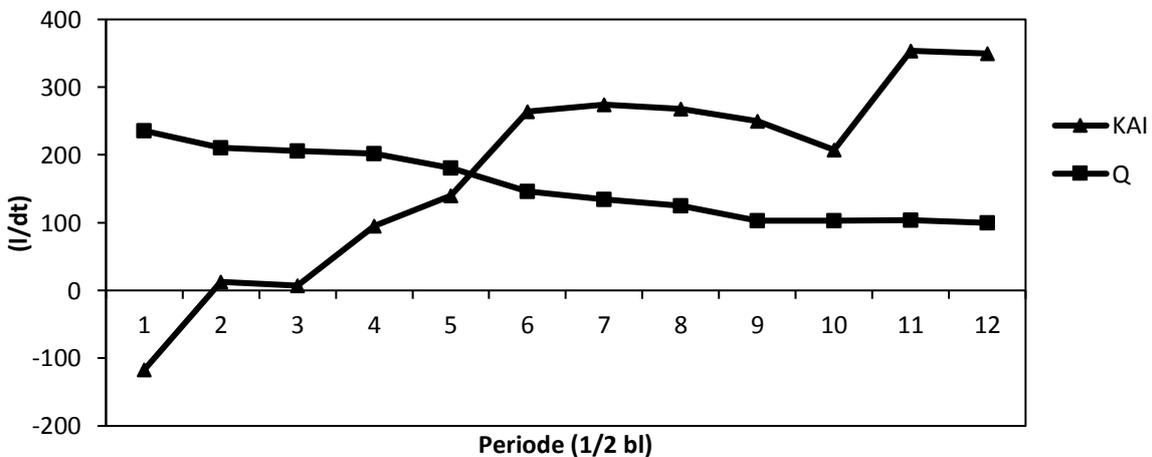


Gambar 3. Grafik Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing Kelompok di Subak Guama.

Kondisi Neraca Air

Dari kebutuhan air irigasi masing-masing kelompok lahan maka diperoleh kebutuhan air irigasi secara keseluruhan (KAI total) pada Subak Guama jika dilakukan jadwal tanam secara serempak. Selanjutnya dari data debit irigasi yang tersedia (Q

tersedia) dan KAI total, maka diperoleh kondisi neraca air pada Subak Guama untuk kondisi jadwal tanam secara serentak seperti tercantum pada dan Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Kondisi Neraca Air Irigasi pada Subak Guama jika jadwal tanam secara serempak.

Efisiensi Penggunaan Air Irigasi (Efu)

Berdasarkan kondisi nilai KAI dan nilai Q maka diperoleh nilai efisiensi penggunaan air irigasi untuk

kondisi jadwal secara serempak seperti tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Efisiensi Penggunaan Air Irigasi pada Subak Guama dengan Jadwal Tanam Serempak.

No	Periode	Analisis Efisiensi Penggunaan Air Irigasi (Efu)		
		Nilai Variabel KAI total (l/dt)	Nilai variabel Q Tersedia (l/dt)	Nilai Efu (%)
1.	Jan I	-116.96	235.57	0.00
2.	Jan II	12.97	210.97	6.15
3.	Peb I	6.92	205.97	3.36
4.	Peb II	94.98	201.97	47.03
5.	Mar I	140.09	180.97	77.41
6.	Mar II	263.87	145.97	100.00
7.	Apr I	274.24	134.28	100.00
8.	Apr II	268.01	124.62	100.00
9.	Mei I	250.22	102.84	100.00
10.	Mei II	207.19	102.69	100.00
11.	Jun I	353.70	103.4	100.00
12.	Jun II	349.34	99.73	100.00
		Rata-rata		69.05

Kondisi Neraca Air Jika Jadwal Tanam secara Nyorog

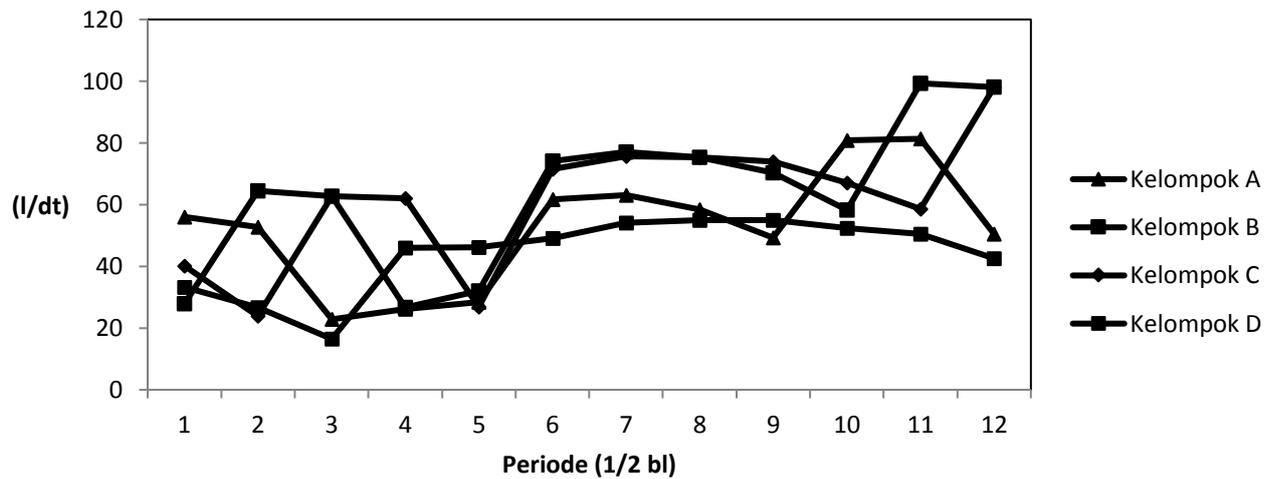
Kebutuhan Air Irigasi Tanaman Padi

Jika dikondisikan jadwal tanam secara *nyorog*, maka rincian jadwal tanam untuk masing-masing kelompok lahan seperti tercantum pada Tabel 12 berikut. Jadwal tanam diawali pada Bulan Pebruari periode I yaitu

dari tanggal 1 sampai 15 Pebruari dengan pertimbangan agar kebutuhan air untuk pengolahan tanah yang dilakukan pada Bulan Januari dapat terpenuhi, karena pada Bulan Januari umumnya curah hujan relatif tinggi. Rincian kebutuhannya disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 5.

Tabel 5. Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing kelompok lahan di Subak Guama jika Jadwal Tanam secara *Nyorog*.

No	Periode	Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing Kelompok (l/dt)			
		A (43,0 ha)			
1.	Jan I	56.02	27.91	40.10	33.19
2.	Jan II	52.73	64.38	23.89	26.75
3.	Peb I	22.84	62.69	62.69	16.47
4.	Peb II	26.12	26.67	62.00	46.05
5.	Mar I	28.36	32.04	26.88	46.26
6.	Mar II	61.75	74.08	71.45	49.17
7.	Apr I	63.06	76.99	75.61	54.12
8.	Apr II	58.41	75.24	75.24	54.92
9.	Mei I	49.28	70.25	74.03	54.99
10.	Mei II	80.93	58.17	67.11	52.34
11.	Jun I	81.33	99.30	58.68	50.45
12.	Jun II	50.50	98.08	98.08	42.64

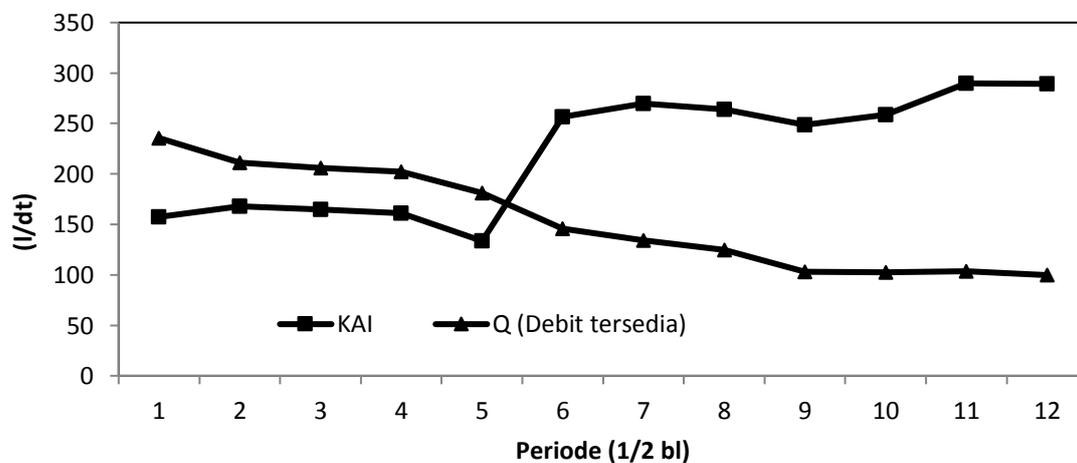


Gambar 5. Grafik Kebutuhan Air Irigasi pada masing-masing Kelompok di Subak Guama jika jadwal tanam secara *Nyorog*..

Kondisi Neraca Air

Dari kebutuhan air irigasi masing-masing kelompok lahan maka diperoleh kebutuhan air irigasi secara keseluruhan (KAI total) pada Subak Guama jika jadwal tanam dilakukan secara *nyorog*. Selanjutnya

dari data debit irigasi yang tersedia (Q tersedia) dan KAI total, maka diperoleh kondisi neraca air pada Subak Guama jika dilakukan jadwal tanam secara *nyorog* seperti tercantum pada dan Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Kondisi Neraca Air Irigasi pada Subak Guama jika jadwal tanam secara *Nyorog*.

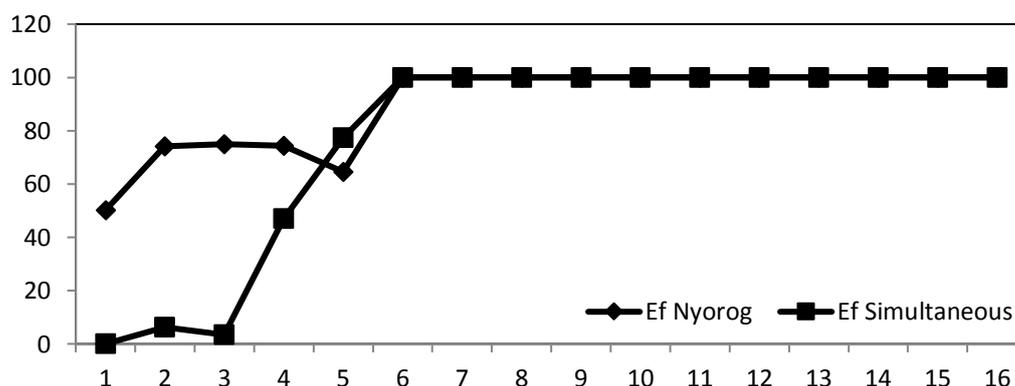
Efisiensi Penggunaan Air Irigasi (Efu)

Berdasarkan kondisi neraca air antara variabel KAI dan Q maka dapat dihitung efisiensi penggunaan air irigasi (Efu) jika jadwal tanam dilakukan secara *nyorog* seperti tercantum pada Tabel 6. Secara grafik perbandingan antara efisiensi penggunaan air irigasi jika dilakukan jadwal tanam secara *Nyorog* dengan secara Serempak disajikan pada Gambar 7. Perbedaan menjolok terjadi antara efisiensi penggunaan air irigasi dengan jadwal tanam secara

nyorog dan serempak hanya terjadi pada saat musim hujan, sementara pada saat musim kemarau tidak terjadi perbedaan. Pada saat musim hujan air yang tersedia relatif berlebih dan air yang digunakan dengan metode jadwal tanam secara serempak lebih banyak yang terbuang sehingga lebih boros. Pada saat musim kemarau air yang tersedia relatif sedikit, sehingga hampir tidak ada air yang terbuang dengan kedua metode jadwal tanam tersebut.

Tabel 6. Efisiensi Penggunaan Air Irigasi pada Subak Guama jika Jadwal Tanam secara *Nyorog*.

Analisis Efisiensi Penggunaan Air Irigasi (Efu)				
No	Periode	Nilai Variabel KAI total (l/dt)	Nilai variabel Q Tersedia (l/dt)	Nilai Efu (%)
1.	Jan I	157.22	235.57	50.16
2.	Jan II	167.76	210.97	74.24
3.	Peb I	164.68	205.97	74.92
4.	Peb II	160.84	201.97	74.42
5.	Mar I	133.54	180.97	64.48
6.	Mar II	256.46	145.97	100.00
7.	Apr I	269.78	134.28	100.00
8.	Apr II	263.83	124.62	100.00
9.	Mei I	248.55	102.84	100.00
10.	Mei II	258.55	102.69	100.00
11.	Jun I	289.76	103.4	100.00
12.	Jun II	289.29	99.73	100.00
Rata-rata				86.52



Gambar 7. Perbandingan antara efisiensi penggunaan air irigasi jika dilakukan jadwal tanam secara *Nyorog* dengan secara Serempak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang baru terselesaikan sekitar 75% dapat dikemukakan beberapa kesimpulan yaitu efisiensi penggunaan air irigasi yang dengan kondisi jadwal tanam seperti saat ini adalah sebesar 76,52%. Saat ini jadwal tanam dibagi menjadi dua kelompok dengan perbedaan jadwal tanam antar kelompok tersebut sekitar satu bulan., Awal jadwal tanam dimulai pada Pebruari I. Jika dilakukan jadwal tanam secara serempak pada Pebruari II diperoleh efisiensi penggunaan air irigasi sebesar 69,05%. Jika jadwal tanam dilakukan secara *nyorog* dengan membagi subak menjadi empat kelompok dan setiap kelompok perbedaan jadwal tanam sekitar setengah bulan serta awal jadwal tanam pada Bulan Pebruari I maka diperoleh efisiensi penggunaan air irigasinya 86,52%. Dengan demikian jadwal tanam secara *nyorog* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi dari 69,05% menjadi 86,52%.

Untuk mendapat jadwal optimal belum sepenuhnya dapat dilakukan karena data yang terkompilasi belum lengkap. Kompilasi data perlu dilanjutkan sampai akhir Bulan Agustus akhir atau Bulan Mei awal, sehingga diperoleh data yang lebih lengkap untuk menentukan jadwal tanam secara optimal yang lebih akurat.

Saran

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih representatif terhadap kondisi subak secara umum maka penelitian ini juga perlu dilakukan pada subak yang memiliki kondisi sering kekurangan (defisit) air terutama pada subak yang berlokasi di hilir. Karena ada dugaan kuat pada subak yang kondisi airnya berlebih strategi *nyorog* tidak berkontribusi nyata dalam upaya meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi.

Daftar Pustaka

- Doorenbos, J., A.H. Kassam., and C.L.M. Bentveelsen. 1986. Yield Response to Water. FAO. Rome.
- Doorenbos, J., & Kassam, A. H. (1979). Yield response to water. *Irrigation and drainage paper*, 33, 257.
- Hansen, V.E., Orson, W.I., dan Glen, E.S. 1992. Dasar-Dasar Praktek Irigasi. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Limantara, L.M., 2010, Hidrologi Teknik, Lubuk Agung, Bandung.
- Loebis, J. 1992. Bangunan Air. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta
- Munir, A. (2012). Peningkatan produktivitas dan efisiensi air dalam pertanian Madura. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 5(2), 125-131.
- Pusposutardjo, S. (2001). Pengembangan irigasi (Usaha tani berkelanjutan dan gerakan hemat air. *Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan nasional*.
- Sutawan, 2008. Organisasi dan Manajemen Subak di Bali. Pustaka Bali Post. Denpasar.
- Tabbal, D. F., Lampayan, R. M., & Bhuiyan, S. I. (1993). Water efficient irrigation technique for rice. *Philippine Journal of Crop Science (Philippines)*.
- Windia, W. 2008. Menuju Sistem Irigasi Subak yang Berkelanjutan di Bali. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Dalam Bidang Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian Pada Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Denpasar.