

OPTIMALISASI PENGGUNAAN POMPA DALAM SISTEM IRIGASI DENGAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DI DAERAH IRIGASI PACAL, KABUPATEN BOJONEGORO

Optimization Of Pump Use In An Irrigation System Using Analytical Hierarchy Process In Pacal Irrigation System,
Bojonegoro District

Murtiningrum¹, Rudiati Evi Masithoh¹, Meiana Wahyu Jatmiko²

ABSTRAK

DI Pacal di Kabupaten Bojonegoro adalah sistem irigasi teknis yang didesain untuk menerapkan irigasi permukaan dengan cara gravitasi. Penggunaan pompa yang mengambil air dari saluran irigasi untuk mengairi lahan tadah hujan di luar wilayah DI Pacal tidak sesuai dengan desain awal sistem irigasi teknis tersebut. Tujuan penelitian ini adalah membuat model pengambilan keputusan untuk penggunaan pompa dalam operasi sistem irigasi untuk mendapatkan pola operasi optimal.

Pemilihan pola operasi optimal menggunakan metode The Analytical Hierarchy Procees (AHP) dengan penyesuaian dari aspek manajemen irigasi. Alternatif pola operasi yang digunakan adalah operasi tanpa pompa, operasi 68 pompa, operasi 47 pompa dan operasi 21 pompa. Kriteria yang mempengaruhi pemilihan pola operasi berupa RWS, RIS, KPA, efektivitas dan Efisiensi. Hasil analisa menunjukkan bahwa kriteria utama yang mempengaruhi pemilihan pola operasi optimal adalah RWS sebesar 40, 73% dan RIS sebesar 28,19%. Ditinjau dari berbagai kriteria, alternatif operasi dengan 47 pompa merupakan pola operasi optimal.

Kata kunci: optimasi, AHP, pompa, operasi irigasi

ABSTRACT

Pacal Irrigation System in Bojonegoro District is an irrigation system designed to apply surface irrigation gravitationally. Pump uses to abstract irrigation water from canals to irrigate rainfed area outside the system was against the original design. This paper aims to develop the decision making model to decide optimum pump use to achieve optimum operation pattern.

The choice of optimum operation pattern was developed using the Analytical Hierarchy Procees (AHP) method to meet the irrigation management aspects. Alternatives of pump operation used were no pump, 68 pumps, 47 pumps, and 21 pumps. Criterias to choose pump operation pattern were RWS, RIS, KPA, efektiveness dan efficiency. The results showed that main criterias to affect the choice of pump operation paterren were RWS and RIS with proportio as 40,73% and 28,19% respectively. Considering all criterias, the optimum pump operation pattern was operation with 47 pumps.

Keywords: optimization, AHP, pump, irrigation operation

¹ Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jalan Socio Yusticia, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

² Alumni Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jalan Socio Yusticia, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

PENDAHULUAN

Daerah Irigasi (DI) Pacal merupakan sistem irigasi teknis yang didesain untuk menerapkan irigasi permukaan dengan cara gravitasi dari daerah hulu ke hilir. DI Pacal (16.600 ha) mengambil air dari Sungai Pacal yang disadap melalui Bendung Klepek yang terletak kurang lebih 30 km di hilir waduk Waduk Pacal. Waduk Pacal dirancang dengan fungsi utama sebagai penyedia air irigasi dengan menampung kelebihan air pada saat curah hujan tinggi.

Dalam beberapa tahun belakangan ini berkembang teknologi pompa irigasi yang digunakan untuk menyadap air dari sungai atau saluran primer dan digunakan untuk irigasi. Akibatnya air yang mengalir melalui saluran berkurang sehingga mengurangi ketersediaan air irigasi di daerah tengah dan hilir. Pemerintah Kabupaten Bojonegoro khususnya Sub Dinas Pengairan mengalami kesulitan dengan berkembangnya pompa tersebut karena air irigasi diberikan kepada daerah yang sebelumnya bukan merupakan daerah irigasi melainkan lahan tadah hujan. Kesulitan timbul karena dengan jumlah pompa lebih dari 50 buah maka ketersediaan air di daerah oncoran DI Pacal berkurang bahkan tidak tersedia.

Pengambilan air dari DI Pacal seharusnya tidak diijinkan berdasarkan peraturan yang berlaku (Perda No. 29/1993). Namun demikian untuk menegakkan peraturan tersebut sangatlah sulit dengan petugas yang terbatas dan lokasi cukup luas. Disamping itu lahan yang menerima air yang dipompa tersebut menunjukkan peningkatan produktivitas yang cukup berarti. Pemerintah Kabupaten Bojonegoro harus memutuskan apakah akan melarang operasi pompa untuk melindungi petani di daerah beririgasi atau mengizinkan operasi pompa dengan mengubah desain irigasi untuk mengurangi kehilangan air sepanjang saluran.

Pengambilan keputusan untuk operasi sistem irigasi mungkin tidak dapat memenuhi semua tujuan dari pihak-pihak terkait seperti petani di daerah beririgasi, petani pemilik pompa, petugas dinas di lapangan dan pemerintah daerah. Masing-masing pihak tersebut mempunyai kriteria pemenuhan tujuan yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan suatu model pengambilan keputusan yang paling optimal untuk memenuhi semua tujuan. Metode *Analitycal Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang didasarkan pada beberapa kriteria yang berbeda. Untuk operasi sistem irigasi yang mempunyai berbagai pemangku kepentingan dengan kriteria berbeda, metode AHP mempunyai kemungkinan untuk diterapkan, meskipun sampai saat ini belum banyak digunakan.

Pengambilan keputusan untuk operasi sistem irigasi seringkali dilakukan dengan pemrograman linier (*linear programming*) sedangkan operasi sistem irigasi sendiri sebenarnya bukan masalah linier. Penggunaan model pengambilan

keputusan "multi-objective multi-person" pernah dilakukan di Cina untuk waduk pengendali banjir (Yu dkk, 2004). Mendoza (1999) menggunakan model pengambilan keputusan multi kriteria dengan AHP untuk pembangunan masyarakat di daerah hutan. Tulisan ini bertujuan untuk membuat model pengambilan keputusan untuk penggunaan pompa dalam operasi sistem irigasi untuk mendapatkan pola operasi optimal dengan model multi kriteria AHP.

METODOLOGI PENELITIAN

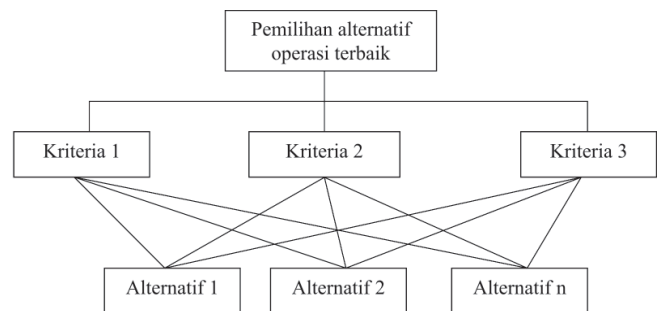
Landasan Teori

Operasi pompa di sistem irigasi permukaan yang benar-benar optimal agak sulit dicapai tetapi untuk menemukan operasi yang relatif optimal diantara beberapa alternatif merupakan hal yang mungkin. *Analitycal Hierarchy Process* (AHP) merupakan cara pengambilan keputusan yang akan dicoba bagi operasi sistem irigasi. AHP didisain untuk menyelesaikan problem pengambilan keputusan yang kompleks dengan manipulasi matriks.

Tujuan dari penggunaan metode AHP dalam model operasi waduk irigasi dengan kompetisi penggunaan air adalah untuk memilih alternatif operasi waduk yang paling optimal dalam memenuhi kebutuhan pihak-pihak yang terkait. Kriteria yang dipilih untuk menyeleksi alternatif adalah kecukupan, efektivitas, dan efisiensi. Struktur kontribusi kriteria dalam seleksi alternatif dapat dilihat pada Gambar 1.

Untuk mengawali pemilihan alternatif maka langkah awal yang ditempuh adalah perbandingan antar elemen. Terdapat dua cara perbandingan yaitu:

1. perbandingan absolut (*scoring*) yaitu perbandingan terhadap standard tertentu
2. perbandingan relatif (*scalling*) yaitu membandingkan antar pasangan elemen sehingga disebut pula dengan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*).



Gambar 1. Hirarki pemilihan operasi pompa di sistem irigasi permukaan

Keputusan yang diambil dalam memilih alternatif terbaik harus mempertimbangkan konsistensi yang harus ditunjukkan

dalam perbandingan berpasangan. Konsistensi ini harus dipenuhi dalam perbandingan bila A lebih disukai daripada B dan B lebih disukai daripada C, maka A lebih disukai daripada C. Untuk menghitung konsistensi digunakan rasio konsistensi (CR). Karena hanya terdapat sedikit perbedaan hasil matriks hasil perbandingan, maka eigen value maksimum (λ_{max}) hanya sedikit berubah dari n. Dengan demikian $\lambda_{max} - n$ merupakan ukuran untuk ketakkonsistenan (*inconsistency*). Dengan normalisasi angka ini pada ukuran matriks maka terdapat indeks konsistensi (CI) yaitu:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (1)$$

Untuk tiap ukuran matriks n dibuat rerata indeks konsistensi yang disebut dengan indeks konsistensi random (RI). Rasio konsistensi (CR) diperhitungkan sebagai rasio CI terhadap RI.

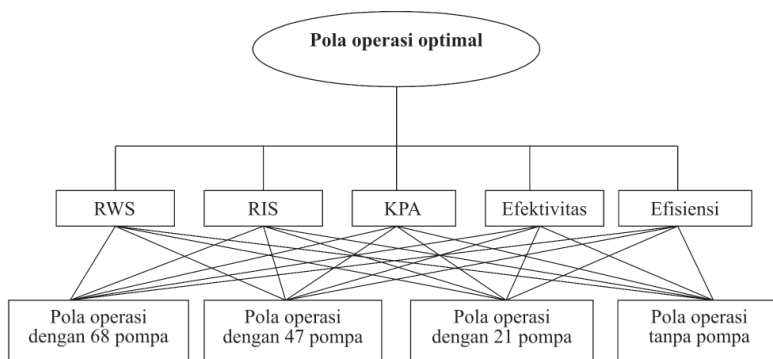
$$\dots\dots\dots (2)$$

Dengan rasio ini, telah dirancang bahwa nilai lebih daripada 0,1 tidak diterima. Dalam kondisi $CR > 0,1$ maka pengambil keputusan harus menentukan lagi penilaian hingga nilai CR $\leq 0,1$. Tingkat konsistensi dalam perbandingan berpasangan memenuhi syarat jika rasio inkonsistensi kurang dari atau sama dengan 0,1.

Pengembangan Model

Model Pengambilan Keputusan untuk menentukan pola operasi pompa di sistem irigasi permukaan disusun seperti pada Gambar 2.

Pada pengambilan keputusan yang akan dilakukan, terdapat alternatif pola operasi dan kriteria penilaian. Kriteria yang digunakan dalam penilaian masing-masing pola operasi yang ada menggunakan beberapa indikator kinerja teknis irigasi. Indikator kinerja irigasi yang digunakan RWS, RIS, KPA, efektivitas dan efisiensi, yang masing-masing memiliki nilai target tertentu.



Gambar 2. Model Pengambilan Keputusan operasi pompa di DI Pacal

Gambaran kriteria kinerja yang digunakan:

1. Kecukupan

Secara umum kecukupan menyatakan apakah air yang disuplai dapat memenuhi kebutuhan air tanaman. Biasanya dinyatakan dengan nisbah (tidak bersatuan). Dalam tulisan ini digunakan indikator *Relative Water Supply* (RWS) dan *Relative Irrigation Supply* (RIS).

$$RWS = \frac{\text{suplai air irigasi} + \text{hujan}}{\text{kebutuhan air tanaman}} \dots\dots\dots (3)$$

$$RIS = \frac{\text{suplai air irigasi}}{\text{kebutuhan irigasi}} \dots\dots\dots (4)$$

$$= \frac{\text{suplai air irigasi}}{\text{kebutuhan air tanaman} - \text{hujan efektif}}$$

2. KPA

Koefisien Pengaliran Air (KPA) menyatakan ketepatan perencanaan pemberian air. KPA merupakan nisbah debit aktual yang dialirkan dengan debit rencana pengaliran.

$$KPA = \frac{Q_{ak}}{Q_r} \dots\dots\dots (5)$$

Di mana : Q_{ak} = Debit aktual / sebenarnya (lt/dt)
 Q_r = Debit rencana / target (lt/dt)

3. Efektivitas

Efektivitas dapat dinyatakan dengan indeks luas, intensitas tanam, dan intensitas irigasi yang menunjukkan luasan yang dapat dilayani irigasi. Dalam tulisan ini digunakan indeks luas (Ia) yaitu perbandingan antara luas tanam aktual dengan command area.

$$\text{Indeks luas} = \frac{\text{luas tanam aktual}}{\text{command area}} \dots\dots\dots (5)$$

4. Efisiensi

Secara umum efisiensi merupakan nisbah antara luaran dengan masukan. Efisiensi irigasi pada umumnya dinyatakan sebagai jumlah air irigasi yang digunakan oleh tanaman dengan jumlah air yang diberikan. Dalam tulisan ini indikator efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sistem yaitu nisbah antara volume air yang masuk ke tersier dengan air yang disadap dari sungai.

$$e_s = \frac{V_f + V_2 + V_3}{V_c + V_1} \dots\dots\dots (6)$$

Dengan:

V_c = volume air yang disadap dari sungai atau sumber air lain

V_f = volume air yang masuk ke petak/lahan

V_1 = volume air yang masuk ke sistem irigasi dari sumber-sumber lain

V_2 = volume air bukan irigasi di jaringan utama

V_3 = volume air bukan irigasi di jaringan distribusi

Alternatif yang diusulkan:

1. Operasi irigasi dengan jumlah pompa seperti tahun 2005 di wilayah UPTD Bojonegoro dan UPTD Sumberejo (68 buah)
2. Operasi irigasi dengan pompa sejumlah yang ada di wilayah UPTD Bojonegoro (47 buah)
3. Operasi irigasi dengan pompa sejumlah yang ada di wilayah UPTD Sumberrejo (21 buah)
4. Operasi irigasi tanpa operasi pompa.

Skor yang digunakan untuk mentransfer dari nilai kinerja irigasi ke skor analisis AHP disampaikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

TABEL 1. HUBUNGAN NILAI KINERJA, SKOR, DAN HARKATNYA

Skor Nilai	Nilai kinerja	Harkat
9	1±10% (0,9 – 1,1)	Baik sekali
7	1±20% (0,8 atau 1,2)	Baik
5	1±40% (0,6 atau 1,4)	Cukup
3	1±60% (0,4 atau 1,6)	Kurang
1	1±80% (d'0,2 atau e'1,8)	Kurang sekali
2,4,6,8	Nilai nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diskripsi Lokasi

Kabupaten Bojonegoro terletak antara 111°25' – 112°09' Bujur Timur dan 6°59' – 3°37' lintang Selatan. Daerah ini terdiri dari dataran rendah dan tinggi. Daerah yang merupakan dataran rendah adalah daerah di sepanjang Sungai Bengawan Solo sedangkan dataran tinggi berada di daerah Selatan.

Waduk Pacal merupakan satu-satunya waduk di Kabupaten Bojonegoro yang difungsikan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Semakin lama air yang berada di dalam waduk tersebut semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena semakin rusaknya kondisi lingkungan di daerah penangkapan waduk ini yang disebabkan karena perusakan hutan yang terjadi pada daerah ini. Hutan yang ada di daerah tersebut ditebang tanpa menggunakan kaidah konservasi yang benar sehingga menyebabkan terjadinya degradasi DAS. Degradasi DAS ini sudah terjadi pada Sub DAS Pacal, hal ini ditandai dengan semakin dangkalnya waduk karena laju sedimentasi yang besar, kekeringan yang terjadi pada saat musim kemarau, dan banjir yang terjadi pada saat musim penghujan (Sugiharto, 2005).

Curah hujan di Kabupaten Bojonegoro rata-rata 1500 mm/tahun atau dapat dikatakan jumlah curah hujan yang merupakan potensi air di wilayah Kabupaten Bojonegoro sebesar 2.076.354.000 m³. Temperatur udara di wilayah Kabupaten Bojonegoro berkisar antara 25-28°C dengan kelembaban udara 75% – 94%, dan kecepatan angin rata-rata 35 km/hari.

Waduk Pacal mempunyai volume ketersediaan air pada tahun 2005 sebesar 23,4 juta m³. Berdasarkan luas tanam dan volume ketersediaan air di Waduk Pacal sebagai sumber air utama DI Pacal tersebut, pada tahun 2005 dibuat rencana pola tanam yang meliputi padi seluas 4.500 ha dan palawija seluas

TABEL 2. HUBUNGAN VARIASI NILAI KINERJA ANTAR MUSIM DAN ANTAR TEMPAT, SKOR

Skor Nilai	Antar Musim (MT I, MT II, MT III)	Antar Tempat (Bojonegoro dan Sumberrejo)
9	Semua MT Baik sekali	Dua tempat baik sekali
7	Salah satu dari MT baik sekali lainnya baik	Baik sekali dan Baik atau sebaliknya
5	Dua dari MT baik dan salah satu cukup	Baik dan cukup atau sebaliknya
3	Salah satu dari MT cukup lainnya kurang	Cukup dan kurang atau sebaliknya
1	Semua MT Kurang	Semua tempat kurang
2,4,6,8	Nilai nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	

8.364 ha. Tanaman padi dari irigasi pompa Bengawan Solo seluas 3.824 ha. Namun pada realisasinya, luas tanam yang direncanakan justru mengalami perluasan untuk tanaman padi dari irigasi teknis DI Pacal menjadi 9.251 ha atau 4.751 ha lebih luas dari rencana semula. Disamping itu terdapat tambahan luasan tanam yang menggunakan irigasi pompa liar di luar oncoran DI teknis seluas 2.050 ha. Untuk luas tanam tanaman palawija, mengalami penurunan menjadi 3.613 ha atau berkurang sebesar 4.751 ha dari rencana semula.

Pada umumnya lokasi sistem irigasi yang menggunakan pompa terdapat di daerah hulu, bahkan sebagian besar terdapat di antara Bendung Klepek dan Waduk Pacal. Jumlah pompa sebanyak sekitar 190 buah yang mengairi areal sekitar 2000 ha yang sebagian besar adalah sawah tadah hujan, bagaimanapun juga harus dikendalikan keberadaannya. Di samping keberadaan sistem irigasi pompa tersebut secara perundang-undangan adalah tidak diperkenankan (Peraturan Daerah Nomor 29 Tahun 1993), keberadaan pompa tersebut dianggap sangat mengganggu terhadap pemenuhan kebutuhan air di daerah tengah dan hilir. Namun demikian keberadaan pompa tersebut sudah ada sejak puluhan tahun yang lalu dan atas

pertimbangan efektivitas dan efisiensi, maka keberadaannya perlu dipertimbangkan dengan cara mengatur seperlu mungkin namun tetap memperhatikan azas keadilan kepada petani di daerah tengah dan hilir DI Pacal.

Kinerja DI Pacal

Kinerja DI Pacal yang meliputi kecukupan, efektivitas, dan efisiensi diperhitungkan dari data sekunder untuk keadaan dengan pompa tahun 2005. Selanjutnya dengan mempertimbangkan debit pemompaan dan pola operasi pompa diasumsikan semua air yang tidak dipompa dialirkan melalui saluran dan masuk ke petak-petak tersier secara merata. Efisiensi sistem diperhitungkan dari hasil perhitungan dengan jumlah pompa seperti kondisi tahun 2005.

Pada kondisi operasi irigasi dengan pompa seperti yang terjadi pada tahun 2005 dapat dilihat bahwa kinerja DI Pacal cukup baik sebagaimana nampak pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 yang masing-masing menunjukkan indikator kinerja DI Pacal untuk skenario 68 pompa, 47 pompa, 21 pompa, dan tanpa pompa.

TABEL 3. INDIKATOR KINERJA DI PACAL SKENARIO DENGAN 68 POMPA

Indikator	Bojonegoro (2613 Ha)			Sumber Rejo (2479 Ha)			
	MT I	MT II	MT III	MT I	MT II	MT III	
RWS	Rerata	1.45	1.19	0.31	0.94	0.79	0.22
	Max	2.12	1.81	0.39	1.39	0.90	0.30
	Min	0.99	0.71	0.20	0.71	0.66	0.07
RIS	Rerata	1.74	1.00	0.30	0.97	0.71	0.20
	Max	3.07	1.17	0.37	1.59	0.85	0.30
	Min	0.98	0.60	0.19	0.64	0.50	0.03
KPA	Rerata	1.42	1.47	1.79	0.67	0.74	1.19
	Max	2.70	2.07	2.11	0.73	0.96	2.72
	Min	0.92	0.98	1.39	0.44	0.49	0.53
Ia	Rerata	0.75	0.92	0.77	0.69	0.80	0.70
	Max	1.00	0.97	0.92	0.95	0.84	0.87
	Min	0.49	0.88	0.53	0.52	0.68	0.47
Esistem	Rerata	94.34	91.54	92.04	99.03	97.92	99.80
	Max	99.31	98.60	95.80	100.00	100.00	100.00
	Min	91.38	87.46	88.88	96.54	94.35	99.18

TABEL 4. INDIKATOR KINERJA DI PACAL SKENARIO DENGAN 47 POMPA

Indikator		Bojonegoro (2613 Ha)			Sumber Rejo (2479 Ha)		
		MT I	MT II	MT III	MT I	MT II	MT III
RWS	Rerata	1.39	1.19	0.31	1.03	0.86	0.25
	Max	2.12	1.81	0.39	1.39	0.98	0.34
	Min	0.99	0.71	0.20	0.76	0.71	0.07
RIS	Rerata	1.66	1.00	0.30	1.10	0.79	0.23
	Max	3.07	1.17	0.37	1.59	0.95	0.34
	Min	0.98	0.60	0.19	0.73	0.57	0.04
KPA	Rerata	1.52	1.47	1.79	0.46	0.55	0.53
	Max	2.70	2.07	2.11	0.57	0.68	1.38
	Min	0.92	0.98	1.39	0.32	0.38	0.07
Ia	Rerata	0.75	0.92	0.77	0.66	0.79	0.67
	Max	1.00	0.97	0.92	0.94	0.84	0.86
	Min	0.57	0.88	0.53	0.47	0.67	0.41
Esistem	Rerata	94.34	91.54	92.04	98.49	97.27	99.66
	Max	99.31	98.60	95.80	100.00	100.00	100.00
	Min	91.38	87.46	88.88	94.72	93.07	98.64

Tabel 5. Indikator Kinerja DI Pacal Skenario dengan 21 Pompa

Indikator		Bojonegoro (2613 Ha)			Sumber Rejo (2479 Ha)		
		MT I	MT II	MT III	MT I	MT II	MT III
RWS	Rerata	1.89	1.24	0.46	0.94	0.79	0.22
	Max	3.03	1.44	0.61	1.39	0.90	0.30
	Min	0.84	0.85	0.26	0.71	0.66	0.07
RIS	Rerata	2.41	1.30	0.45	0.97	0.71	0.20
	Max	4.74	1.54	0.61	1.59	0.85	0.30
	Min	0.80	0.80	0.25	0.64	0.50	0.03
KPA	Rerata	0.84	0.88	0.58	0.67	0.74	1.19
	Max	1.64	1.30	0.73	0.73	0.96	2.72
	Min	0.56	0.61	0.43	0.44	0.49	0.53
Ia	Rerata	0.68	0.90	0.70	0.69	0.80	0.70
	Max	1.00	0.96	0.89	0.95	0.84	0.87
	Min	0.43	0.84	0.38	0.52	0.70	0.47
Esistem	Rerata	91.75	88.79	82.38	99.03	97.92	99.80
	Max	99.11	98.60	93.11	100.00	100.00	100.00
	Min	88.54	84.04	73.17	96.54	94.35	99.18

TABEL 6. INDIKATOR KINERJA DI PACAL SKENARIO TANPA POMPA

Indikator	Bojonegoro (2613 Ha)			Sumber Rejo (2479 Ha)			
	MT I	MT II	MT III	MT I	MT II	MT III	
RWS	Rerata	2,01	1,24	0,46	1,03	0,83	0,25
	Max	3,03	1,44	0,61	1,39	0,98	0,34
	Min	1,46	0,85	0,26	0,76	0,61	0,07
RIS	Rerata	2,57	1,29	0,45	1,09	0,76	0,23
	Max	4,74	1,54	0,61	1,58	0,95	0,34
	Min	1,59	0,80	0,25	0,73	0,43	0,04
KPA	Rerata	0,84	0,94	0,64	0,32	0,47	0,45
	Max	1,67	1,30	0,98	0,47	0,69	1,25
	Min	0,56	0,61	0,43	0,29	0,30	0,04
Ia	Rerata	0,68	0,90	0,70	0,65	0,79	0,69
	Max	1,00	0,96	0,89	0,94	0,84	0,86
	Min	0,43	0,84	0,38	0,50	0,67	0,49
Esistem	Rerata	91,75	88,79	82,38	98,49	97,27	99,66
	Max	99,11	98,60	93,11	100,00	100,00	100,00
	Min	88,54	84,04	73,17	94,72	93,07	98,64

Untuk keempat skenario, kecukupan yang dinilai dari indikator RWS dan RIS pada umumnya berkisar antara cukup sampai berlebih. Indikator RWS dan RIS menunjukkan bahwa air berlebih di wilayah UPTD Bojonegoro sedangkan di wilayah UPTD Sumber Rejo berkisar antara cukup sampai kurang. Kekurangan air di wilayah UPTD Sumber Rejo terjadi setiap musim tanam ketiga. Secara hidrologis, wilayah UPTD Bojonegoro terletak lebih ke hulu dibandingkan wilayah UPTD Sumber Rejo. Di samping itu jumlah pompa yang beroperasi di wilayah UPTD Bojonegoro lebih banyak dan mengairi lahan yang lebih luas.

Pada skenario dengan pompa, indikator indeks luas menunjukkan bahwa luas lahan yang terairi menjadi lebih luas daripada luas oncoran DI Pacal. Pada lahan oncoran DI Pacal, lahan tetap ditanami walaupun terjadi kekurangan air sehingga total luas tanam menjadi indeks luas menjadi lebih besar daripada 1.

Pada indikator efisiensi, nampak bahwa di semua skenario nilai efisiensi cukup tinggi tetapi hal ini sebenarnya menunjukkan kurangnya air di DI Pacal sehingga air yang tersedia semua digunakan untuk tanaman. Dibandingkan dengan skenario tanpa pompa, pemompaan di DI Pacal juga meningkatkan efisiensi sistem. Air yang dipompa dan dialirkan ke lahan di dekatnya mempunyai resiko kehilangan lebih kecil dibandingkan dengan air yang dialirkan melalui saluran terbuka. Kehilangan di saluran terbuka berupa evaporasi, evapotranspirasi oleh gulma di saluran, rembesan ke samping (*seepage*) sepanjang saluran, dan bocoran-bocoran tidak terjadi di pengaliran dalam pipa fleksibel pada pengambilan

dengan pompa. Pada pengambilan dengan pompa yang terjadi hanya kehilangan energi (*head loss*) saja.

Pada skenario tanpa pompa yang beroperasi di DI Pacal, luas lahan yang dapat diairi tidak lebih dari daerah oncoran rencana sehingga nilai indeks luas sepanjang tahun di semua bagian DI kurang dari atau sama dengan satu. Nilai efisiensi sistem DI Pacal sebenarnya cukup besar yaitu lebih dari 80%. Namun tanpa pompa, pengaliran air sepanjang saluran distribusi menjadi kurang efisien dibandingkan pengaliran melalui pipa pada pemompaan.

Pengambilan Keputusan Operasi Irigasi

AHP digunakan untuk menurunkan skala rasio dari beberapa perbandingan berpasangan yang bersifat diskrit maupun kontinyu. Perbandingan berpasangan tersebut dapat diperoleh melalui pengukuran relatif maupun aktual dari derajat kesukaan, kepentingan atau perasaan. Di dalam hirarki tersebut terdapat Tujuan utama, kriteria – kriteria dan alternatif yang akan dibahas. Tujuan utama (level 1) berupa pemilihan pola operasi optimal dengan kriteria berupa RWS, RIS, KPA, efektivitas dan efisiensi (level 2) sedangkan alternatif pola operasi tanpa pompa maupun dengan pompa (level 3).

Untuk menentukan kepentingan antar kriteria digunakan perbandingan berpasangan berarah ke level 1. Faktor – faktor tersebut diukur secara relatif antara satu dengan lainnya dengan skala pengukuran relatif 1 hingga 9 Perbandingan berpasangan antar kriteria dan pengaruhnya terhadap tujuan dapat dilihat pada Tabel 7 sedangkan hasil perhitungan skor akhir dapat dilihat pada Tabel 8.

TABEL 7. PERBANDINGAN BERPASANGAN ANTAR KRITERIA SESUAI PENGARUHNYA TERHADAP GOAL

Goal	RWS	RIS	KPA	Efektivitas	Efisiensi
RWS	1	2	4	5	3
RIS	1/2	1	4	5	2
KPA	1/4	1/4	1	2	1/3
Efektivitas	1/5	1/5	1/2	1	1/3
Efisiensi	1/3	1/2	3	3	1
Jumlah	2,28	3,95	12,5	16	6,67

TABEL 8. HASIL PERHITUNGAN SKOR AKHIR POLA OPERASI TANPA POMPA

Kriteria	68 pompa		47 pompa		21 pompa		Tanpa pompa	
	Skor nilai	Harkat	Skor nilai	Harkat	Skor nilai	Harkat	Skor nilai	Harkat
RWS	7	baik	7	Baik	7	Baik	7	Baik
RIS	6	baik/cukup	8	Baik sekali/baik	6	baik/cukup	6	baik/cukup
Efisiensi	7	baik	7	Baik	8	Baik sekali/baik	5	cukup
KPA	9	baik sekali	9	baik sekali	9	baik sekali	9	baik sekali
Efektivitas	7	baik	7	Baik	6	baik/cukup	6	baik/cukup

Dari perhitungan skor dan perbandingan AHP pada Tabel 5 dan Tabel 6 maka disusun matrik perbandingan berpasangan untuk tiap kriteria berdasarkan hasil perhitungan

skor untuk pola operasi tanpa pompa (TP) dan dengan pompa (DP). Hasil perbandingan berpasangan tiap kriteria disampaikan pada Tabel 9 sampai dengan Tabel 13.

TABEL 9. PERBANDINGAN BERPASANGAN KRITERIA RWS

RWS	TP	DP 68	DP 47	DP 21
TP	1	1	1	1
DP 68	1	1	1	1
DP 47	1	1	1	1
DP 21	1	1	1	1

TABEL 10. PERBANDINGAN BERPASANGAN KRITERIA RIS

RIS	TP	DP 68	DP 47	DP 21
TP	1	1	1/2	1
DP 68	1	1	1/2	1
DP 47	2	2	1	2
DP 21	1	1	1/2	1

TABEL 11. PERBANDINGAN BERPASANGAN KRITERIA KPA

KPA	TP	DP 68	DP 47	DP 21
TP	1	1/3	1/3	1/5
DP 68	1	1	1	1/2
DP 47	3	1	1	1/2
DP 21	3	2	2	1

TABEL 12. PERBANDINGAN BERPASANGAN KRITERIA EFEKTIVITAS

Efektivitas	TP	DP 68	DP 47	DP 21
TP	1	1/2	1/2	1
DP 68	3	1	1	2
DP 47	2	1	1	2
DP 21	1	1/2	1/2	1

TABEL 13. PERBANDINGAN BERPASANGAN KRITERIA EFISIENSI

Efisiensi	TP	DP 68	DP 47	DP 21
TP	1	1	1	1
DP 68	1	1		1
DP 47	1	1	1	1
DP 21	1	1	1	1

Kepentingan relatif dari masing-masing kriteria dari setiap baris dari matrik dapat dinyatakan sebagai bobot relatif yang dinormalkan (*normalized relative weight*). Bobot relatif yang dinormalkan merupakan suatu bobot nilai relatif untuk masing-masing kriteria pada setiap kolom, dengan mem-

bandingkan masing-masing nilai skala dengan kolomnya. Hasil perhitungan bobot yang dinormalkan disajikan pada Tabel 14. Eigen vektor utama yang tertera pada kolom terakhir didapat dengan merata-rata bobot relatif yang dinormalkan pada setiap baris.

TABEL 14. BOBOT RELATIF DAN EIGEN VEKTOR UTAMA DARI LEVEL 2

Goal	RWS	RIS	KPA	Efektivitas	Efisiensi	Eigenvektor Utama
RWS	0.44776	0.50633	0.32000	0.31250	0.45000	0.40732
RIS	0.22388	0.25316	0.32000	0.31250	0.30000	0.28191
KPA	0.08955	0.06329	0.08000	0.12500	0.05000	0.08157
Efektivitas	0.08955	0.05063	0.04000	0.06250	0.05000	0.05854
Efisiensi	0.14925	0.12658	0.24000	0.18750	0.15000	0.17067
Jumlah	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Hasil akhir metode AHP yang dilakukan menunjukkan bahwa kriteria RWS sebagai prioritas utama yaitu 40,732% diikuti oleh RIS = 28,191%; Efisiensi = 17,067%; KPA = 8,167% dan Efektivitas = 5,854%. Dari analisa tersebut didapatkan hasil pemilihan alternatif pola operasi tanpa pompa sebesar 20,84 % ; pola operasi dengan 68 pompa sebesar 23,06% ; pola operasi dengan 47 pompa sebesar 32,47% ; pola operasi dengan 21 pompa sebesar 23,69% sehingga

dipilih pola operasi paling optimal dengan pengoperasian 47 pompa.

Apabila dilihat dari nilai indikator kinerja skenario dengan pompa dan tanpa pompa terlihat bahwa pemompaan meningkatkan luas lahan terairi. Lahan yang berubah dari tadah hujan menjadi beririgasi adalah sebesar 2479 ha di wilayah UPTD Bojonegoro dan 316 ha di wilayah UPTD Sumber Rejo. Di daerah yang semula merupakan lahan beririgasi yang

memang merupakan daerah oncoran DI Pacal tidak terjadi pengurangan luas tanam dengan adanya pengurangan suplai air ke wilayah yang bersangkutan. Dengan penambahan luas ini akan meningkatkan indikator indeks luas.

Dengan adanya penggunaan pompa untuk mengambil air irigasi langsung dari saluran ke lahan terjadi pula peningkatan efisiensi penggunaan air irigasi. Dengan pemakaian pompa yang disertai dengan pipa fleksibel, maka kehilangan karena evaporasi dari permukaan air bebas, evapotranspirasi oleh gulma, *seepage* sepanjang saluran, dan kehilangan karena bocoran yang sering terjadi di saluran terbuka dapat dihilangkan.

Dari sisi kecukupan, yang ditunjukkan oleh indikator RWS dan RIS nampak bahwa tingkat kecukupan operasi dengan pemompaan lebih tinggi. Hal ini terkait dengan peningkatan efisiensi. Namun demikian perlu diingat bahwa indikator RWS dan RIS dengan anggapan air diberikan secara homogen di seluruh wilayah UPTD. Kenyataannya pemerataan sebenarnya tidak terjadi. Wilayah yang diairi dengan pompa menerima air lebih banyak bahkan lebih dari cukup sedangkan wilayah hilir DI Pacal menderita kekurangan air. Terlebih dengan adanya pemompaan di hulu menyebabkan kekurangan di hilir menjadi sangat parah.

Terdapat beberapa faktor yang belum diperhitungkan pada analisis multi kriteria dalam penelitian ini. Pertama, desain awal DI Pacal yang merupakan sistem irigasi permukaan yang sudah menghabiskan investasi cukup banyak menjadi tidak bermanfaat. Hilangnya investasi pembangunan jaringan irigasi ini tidak diperhitungkan dalam analisis pada penelitian ini. Kedua, pendapat petani yang tidak diperhatikan pada analisis ini. Tingkat kepuasan petani pengguna air irigasi mungkin berbeda pada ketiga skenario. Ketiga, besarnya masukan energi yang digunakan untuk operasi pompa tidak diperhitungkan dalam analisis ini. Dengan irigasi permukaan air didistribusikan dengan energi gravitasi sedangkan dengan pompa ada pasokan energi yang diberikan dalam bentuk bahan bakar. Keempat, tambahan margin keuntungan yang diperoleh petani dibandingkan dengan tambahan biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pompa juga belum menjadi bahan pertimbangan dalam penelitian ini.

Dalam skala yang lebih luas yang terjadi di DI Pacal adalah chaos antara petani di satu wilayah dengan yang lain. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya dialog baik antar petani maupun petani dengan petugas pemerintah sehingga petani kurang memahami sistem irigasinya. Pengambilan keputusan multi kriteria AHP merupakan salah satu cara yang dapat digunakan oleh pemerintah dalam dialog dengan petani dengan berbagai kepentingan.

PENUTUP

KESIMPULAN

1. Pengambilan keputusan dengan Metode Analytical Hierarchy Process dapat dilakukan untuk sistem irigasi dengan indikator kinerja teknis sebagai kriteria yang digunakan.
2. Kriteria utama yang mempengaruhi pemilihan pola operasi optimum adalah *Relative Water Supply* sebesar 40,73% dan *Relative Irrigation Supply* sebesar 28,19%
3. Pola operasi optimal adalah pola operasi dengan 47 pompa, dengan perbandingan bobot nilai pola operasi tanpa pompa sebesar 20,84 %; pola operasi dengan 68 pompa sebesar 23,06%; pola operasi dengan 47 pompa sebesar 32,47%; pola operasi dengan 21 pompa sebesar 23,69%

SARAN

Untuk DI Pacal Bojonegoro sebaiknya direncanakan pola operasi secara partisipatif untuk menampung lebih banyak masukan dan kepentingan dari semua pihak termasuk petani di semua lokasi termasuk untuk mempertimbangkan penggunaan pompa beserta penjadwalannya.

Penelitian dengan multi kriteria untuk operasi sistem irigasi selanjutnya diperluas dengan kriteria pemilihan yang lain yaitu biaya investasi, pendapat petani, pasokan energi yang diberikan, dan margin keuntungan petani dibandingkan tambahan biaya pompa.

Penggunaan AHP mempunyai prospek untuk dikembangkan sebagai alat bantu dalam diskusi untuk mengambil keputusan operasi irigasi karena adanya beberapa pemangku kepentingan yang mempunyai kriteria keberhasilan berbeda-beda. Hal ini juga berarti menghilangkan chaos yang timbul antar petani. Untuk dapat diterapkan pada operasi irigasi masih diperlukan banyak penelitian dengan berbagai studi kasus mengingat kriteria dalam manajemen irigasi yang saling tergantung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada tim peneliti Pengelolaan Sumberdaya Air untuk Peningkatan Pelayanan Irigasi Kabupaten Bojonegoro 2005 yang telah membantu pengumpulan data awal dan identifikasi permasalahan DI Pacal. Penghargaan juga disampaikan kepada Pemerintah Daerah Bojonegoro dan LPPM UGM yang masing-masing melalui APBD 2005 dan hibah penelitian dosen muda 2006 telah menyediakan dana bagi terselenggaranya penelitian ini.

Pengumpulan dan pengolahan data untuk mendukung tulisan ini juga memperoleh bantuan dari seluruh asisten baik dari tim irigasi Bojonegoro 2005 maupun 2006.

DAFTAR PUSTAKA

- Bos, M. G. (1997). Performance indicators for irrigation and drainage, *Irrigation and Drainage Systems*, 11: 119-137.
- FTP-UGM (2005). *Pengelolaan Sumberdaya Air untuk Peningkatan Pelayanan Irigasi*, Laporan Akhir kepada Pemerintah Daerah Kabupaten Bojonegoro.
- Jatmiko, M. W. (2005). *Optimalisasi Penggunaan Pompa dalam Sistem Irigasi dengan Metode Analytical Hierarchy Process di DI Pacal Kabupaten Bojonegoro*, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mendoza, Guillermo A., dan Macon, P. (1999). Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators, *Criteria and Indicators Toolbox Series* no 9, Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Molden D. J., Saktivadivel, R., Perry, C. J., de Fraiture, C. dan Klozen, W.H. (1998). *Indicators for comparing performance of irrigated agricultural system*, research report No. 20, International Water Management Institute, Colombo.
- Murtiningrum (2006). *Model Pengambilan Multi-Kriteria untuk Operasi Waduk*, Laporan Akhir Penelitian Dosen Muda, LPPM UGM.
- Murray-Rust, D. H. dan Snellen, W. B. (1993). *Irrigation system performance assessment and diagnosis*, International Irrigation Management Institute, International Institute for Land Reclamation and Improvement, International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering.
- Small, L. E. dan Svensend, M. (1992). *A framework for assessing irrigation performance*, Working paper on irrigation performance 1, International Food Policy Research Institute, Washington D.C.
- Sugiharto, Tri Joko N. (2005). *Pemodelan Produksi Air Wilayah Studi Kasus DAS Waduk Pacal Bojonegoro*, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yu, Y.B., Wang, B.D, Wang, G.L., dan Li, W. (2004). Multi-Person Multiobjective Fuzzy Decision-Making Model for Reservoir Flood Control Operation, *Water Resources Management*, 18: 111-124.