

IDENTIFIKASI PARAMETER OPTIMALISASI PENGGUNAAN AIR IRIGASI BERDASARKAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (Studi Kasus Daerah Irigasi Muara Jalai Kabupaten Kampar)

Rahmi, Manyuk Fauzi, Ari Sandhyavitri

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
email : rahmi.tekniksipil@gmail.com

ABSTRACT

Agriculture is an area that requires special attention, where food insecurity is often seen in Indonesia and the world at large. Food insecurity happen because agriculture is not handled well. Parameter optimization is planned based on the decision-making system method of Analytical Hierarchy Process (AHP) which are : Technical, Economic, Environmental, and Social/Cultural. The results of the AHP analysis with the help of Expert Choice program 2000 found that the most influential criteria in optimizing the use of irrigation water is technical criteria. The percentage of some criteria are technical criteria 39.9%, economic criteria 36.0%, environmental criteria 15.9%, and the criteria of social/cultural 8.1%. In addition, sub-criteria that most affect the optimal use of irrigation water are the cost of development and rehabilitation work of irrigation channel, the performance of the channel, and cooperative farmer groups P3A, where the three sub-criteria above must be maintained well. While the sub-criteria which need to be improved are the presence of a water keeper, the availability of funds to finance the annual operation and maintenance of irrigation, as well as the condition and function of irrigation channel.

Keywords : optimization, Analytical Hierarchy Process, Expert Choice

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu bidang yang memerlukan perhatian khusus, dimana kerawanan pangan sering terlihat di Indonesia dan dunia pada umumnya. Gejala kerawanan pangan timbul antara lain karena tidak tepatnya penanganan bidang pertanian. Salah satu contohnya adalah tidak tepatnya penggunaan air untuk memenuhi pertanian. Air merupakan pembatas utama dalam pertumbuhan tanaman, karena kekurangan atau kelebihan air akan sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Salah satu sumber air bagi pertanian adalah air irigasi, akan tetapi banyak masalah yang timbul dalam pengelolaan air irigasi ini, diantaranya adalah penggunaan air secara tidak bijak oleh petani pada bagian hulu sehingga petani bagian hilir menerima akibatnya (Syahputra, 2002).

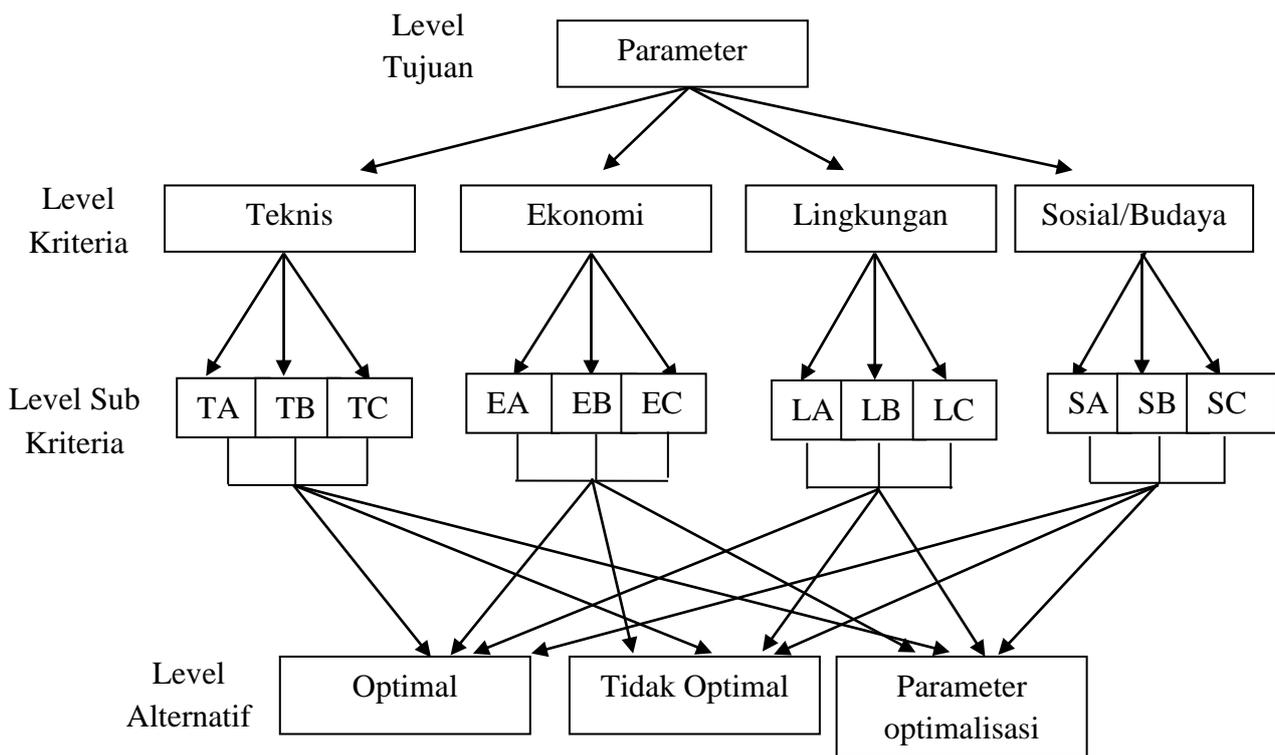
Secara garis besar, Kabupaten Kampar menghasilkan beras yang terbanyak di Provinsi Riau. Namun jika dihubungkan dengan jumlah penduduk hingga tahun 2010 sebesar 686.030 jiwa, maka kebutuhan beras mencapai 75.669,11 ton per tahun. Sementara produksi beras sebesar 39.522,44 ton per tahun, dengan demikian terdapat kekurangan sebesar 35.146,67 ton per tahun. Menyikapi hal tersebut, diperlukan segera terobosan baru dari semua pihak (pemerintah, swasta dan masyarakat) untuk membuat program-program aplikatif dan berkesinambungan.

Dalam penelitian ini akan difokuskan pada tinjauan optimalisasi penggunaan air irigasi di Daerah Irigasi Muara Jalai Kabupaten Kampar, dimana parameter yang digunakan didasarkan pada empat kriteria yaitu Teknis, Ekonomi, Lingkungan, dan Sosial/Budaya. Adapun alat bantu analisa yang digunakan adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP), yang hasilnya akan dikoreksi dengan menggunakan program *Expert Choice*.

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki, menurut Saaty (1993), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk yang hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Struktur hirarki parameter optimalisasi penggunaan air irigasi DI Muara Jalai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hierarki Parameter Optimalisasi Penggunaan Air Irigasi
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2013)

Dalam metode AHP dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Kadarsah Suryadi dan Ali Ramdhani, 1998) :

1. Mendefinisikan Masalah

Dalam tahap ini kita berusaha menentukan masalah yang akan kita pecahkan secara jelas, detail, dan mudah dipahami. Dari masalah yang ada, kita coba tentukan solusi

yang mungkin cocok bagi masalah tersebut. Solusi dari masalah mungkin berjumlah lebih dari satu. Solusi tersebut nantinya kita kembangkan lebih lanjut dalam tahap berikutnya.

2. Membuat Struktur Hirarki

Setelah menyusun tujuan utama sebagai level teratas, akan disusun level hirarki yang berada dibawahnya yaitu kriteria-kriteria yang cocok untuk mempertimbangkan atau menilai alternatif yang kita berikan dan menentukan alternatif tersebut. Tiap kriteria mempunyai intensitas yang berbeda-beda. Hirarki dilanjutkan dengan subkriteria (jika mungkin diperlukan).

3. Membuat Matriks Perbandingan Berpasangan

Kelebihan dari metode AHP adalah kemampuan yang dimilikinya untuk menggabungkan unsur-unsur kualitatif dan kuantitatif. Kuantifikasi dari hal-hal yang bersifat kualitatif dilakukan dengan memberikan persepsi perbandingan yang diskalakan secara berpasangan (*pairwise comparison scale*). Seseorang yang akan memberikan persepsi tersebut harus mengerti secara menyeluruh mengenai elemen-elemen yang diperbandingkan dan relevansinya terhadap tujuan yang dimaksudkan. Menurut Saaty (1993), skala penilaian 1 sampai 9 merupakan yang terbaik berdasarkan nilai RMS (*Root Mean Square Deviation*) dan MAD (*Median Absolute Deviation*). Nilai dan definisi pendapat kualitatif tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala komparasi pada Penilaian AHP

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama pentingnya
3	Sedikit lebih penting
5	Jelas lebih penting
7	Sangat jelas lebih penting
9	Mutlak lebih penting
2, 4, 6, 8	Apabila ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan
1/ (1 - 9)	Kebalikan nilai tingkat kepentingan dari skala 1 – 9

(Sumber : Saaty, 1993)

4. Perhitungan Bobot Elemen

Proses perhitungan matematis dalam metode AHP dilakukan dengan menggunakan suatu matriks. Apabila dalam suatu subsistem operasi terdapat n elemen operasi yaitu A_1, A_2, \dots, A_n , maka hasil perbandingan dari elemen-elemen operasi tersebut membentuk matriks A berukuran $n \times n$ seperti yang terlihat pada Tabel 2. Pengisian nilai a_{12} menggunakan aturan sebagai berikut :

- Jika $a_{12} = \alpha$, maka $a_{21} = 1/\alpha$.
- Jika antara elemen operasi A_1 dengan A_2 mempunyai tingkat kepentingan yang sama maka nilai $a_{12} = a_{21} = 1$.
- Nilai $a_{12} = 1$ untuk $1 = 2$ (diagonal matriks memiliki nilai 1).

Tabel 2. Matriks Perbandingan Preferensi

	A ₁	A ₂	...	A _n
A ₁	1	a ₁₂	...	a _{1n}
A ₂	1/a ₁₂	1	...	a _{2n}
...	1	...
A _n	1/ a _{1n}	1/ a _{2n}	...	1

(Sumber : Kadarsah, 2000)

5. Perhitungan Konsistensi dan Vektor Prioritas

Prinsip transitivitas atau konsistensi 100% tidak menjadi syarat dalam AHP, karena perhitungan elemen menurut pengambil keputusan kadang-kadang berubah. Dalam teori matriks diketahui bahwa kesalahan kecil pada koefisien akan menyebabkan penyimpangan kecil pula pada *eigenvalue*. Dengan mengkombinasikan apa yang telah diuraikan sebelumnya, jika diagonal utama dari matriks A bernilai satu dan jika konsisten, maka penyimpangan kecil dari a_{ij} akan tetap menunjukkan *eigenvalue* terbesar, λ_{maks}, nilainya akan mendekati n dan *eigenvalue* sisanya akan menjadi nol. Penyimpangan dari konsistensi dinyatakan dengan Indeks Konsistensi, dengan persamaan berikut :

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

Dimana : λ maks = *eigenvalue* maksimum
n = ukuran matriks

Tabel 3. Nilai-nilai Indeks Random (RI) berdasarkan ukuran matriks

Ukuran Matriks (n)	Indeks Random /RI (inkonsistensi)
2	0
3	0.58
4	0.9
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49

(Sumber : Taylor, 1999)

Indeks Konsistensi (CI) pada persamaan diatas merupakan matriks random dengan skala penilaian 9 (1 sampai dengan 9) beserta kebalikannya sebagai Indeks Random (RI). RI mempunyai nilai-nilai yang telah ditetapkan pada Tabel 3 tergantung pada banyaknya ukuran matriks yang dibandingkan (Taylor, 1999).

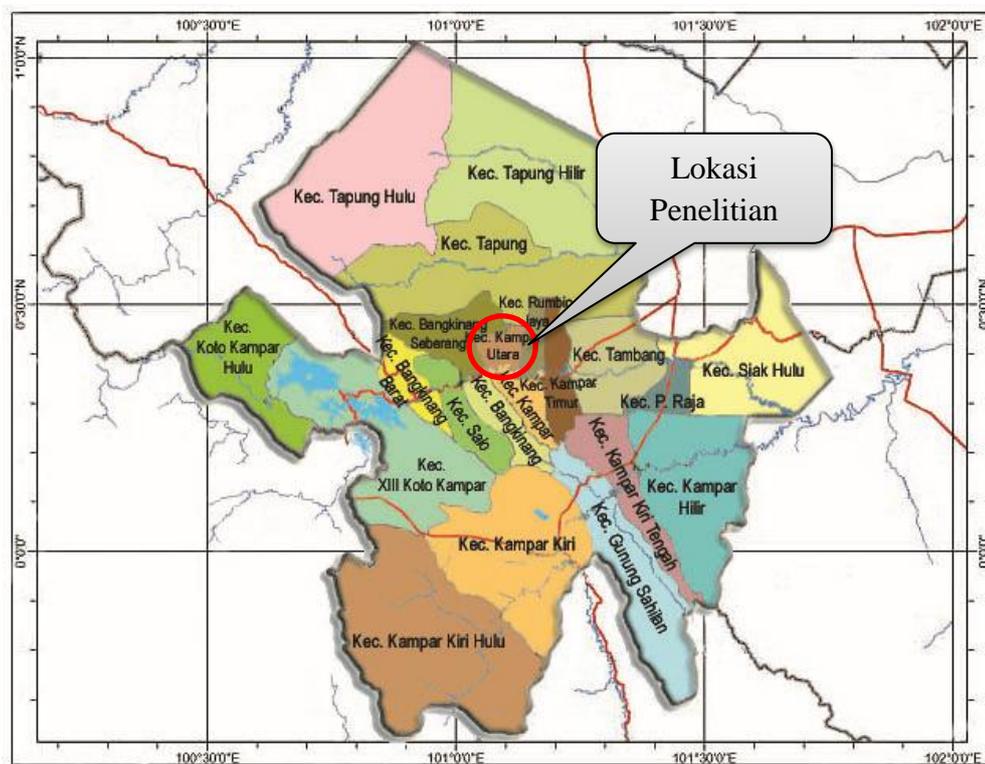
Perbandingan antara CI dan RI untuk suatu matriks didefinisikan sebagai Rasio Konsistensi (CR) seperti yang terlihat pada persamaan berikut :

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Untuk model AHP, matriks perbandingan dapat diterima jika nilai rasio konsistensi $\leq 0,1$.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah di Daerah Irigasi Muara Jalai Desa Muara Jalai, merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Kampar Utara Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Pada Gambar 2, dapat dilihat lokasi penelitian dimana desa ini berbatasan dengan Desa Bukit Sembilang di sebelah Utara, Sungai Kampar di sebelah Selatan, Desa Sungai Tenang di sebelah Barat, dan Desa Sungai Jalau di sebelah Timur.



Gambar 2. Peta Lokasi Daerah Irigasi Muara Jalai, Kabupaten Kampar, Riau
(Sumber : Google Map diakses pada tanggal 20 Januari 2013)

Penelitian ini dilakukan dengan 2 tahap, yaitu :

1. Survey Awal

Penyebaran kuisioner dilaksanakan di 3 instansi meliputi Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Holtikultura, dan Irigasi Kabupaten Kampar, Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Kabupaten Kampar, dan kelompok petani P3A. Jumlah responden pada masing-masing Dinas, diambil 10% dari jumlah tenaga ahli yang ada di kedua instansi tersebut.

- a. Pada Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Holtikultura dan Irigasi Kabupaten Kampar terdapat 8 orang tenaga ahli, sehingga 10% dari 8 didapat $0,8 \approx 1$ responden. Untuk mendapatkan data yang akurat, maka dipilih 3 responden.

- b. Pada Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Kabupaten Kampar terdapat 10 orang tenaga ahli, sehingga 10% dari 10 didapat 1 responden. Untuk mendapatkan data yang akurat, maka dipilih 3 responden. Sedangkan untuk kelompok petani P3A, responden ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$n = \left(\frac{N}{1 + N \cdot e^2} \right)$$

Dimana :

- n = Jumlah sampel (orang)
- N = Jumlah populasi (orang)
- e = Faktor ketidaktelitian (0,1 – 0,5)

Kelompok petani P3A di Daerah Irigasi Muara Jalai sebanyak lima kelompok, tetapi hanya empat kelompok yang baru efektif. Kelompok-kelompok tersebut antara lain :

1. Kelompok Tani Sederhana berjumlah 50 orang.
2. Kelompok Tani Boncah Pawo berjumlah 50 orang.
3. Kelompok Tani Boncah Tunggal berjumlah 50 orang.
4. Kelompok Tani Boncah Pulai berjumlah 30 orang.

Dari empat kelompok tersebut, jumlah petani P3A adalah sebanyak 180 orang. Faktor ketelitian yang digunakan adalah 0,5.

$$n = \left(\frac{180}{1 + 180 \cdot (0,5)^2} \right) = 4 \text{ responden}$$

Untuk mendapatkan data yang akurat, penyebaran kuisisioner awal di Desa Muara Jalai diberikan kepada 5 responden.

2. Survey Detail

Pengambilan sampel dengan cara *Analytical Hierarchy Process* (AHP) pada tahap ini menggunakan narasumber yang merupakan para ahli dan menguasai kondisi Irigasi Muara Jalai. Dalam penelitian tugas akhir ini, narasumber yang ahli (*expert*) di Daerah Irigasi Muara Jalai berjumlah 5 orang, dimana dalam pelaksanaannya narasumber ahli ini dikumpulkan untuk mendapatkan sebuah keputusan yang konsisten.

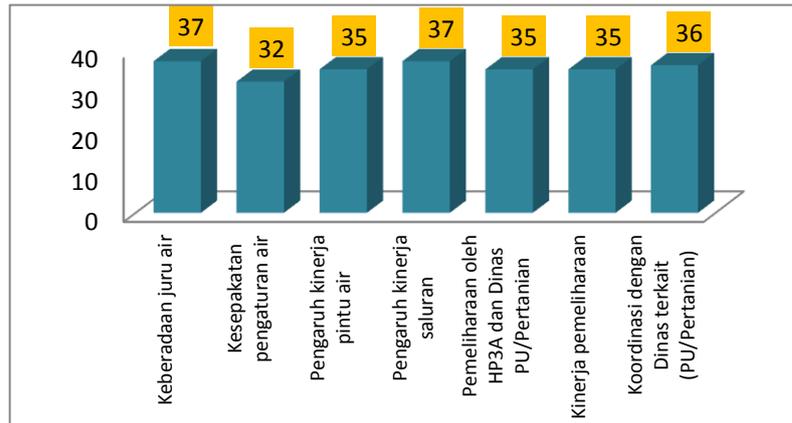
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa data dilakukan dengan menggunakan sistem pakar yang dirancang menggunakan metode perbandingan berpasangan atau *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang diterjemahkan dalam perangkat komputer dengan menggunakan *Software Expert Choice 2000*. *Software Expert Choice 2000* merupakan *software* AHP, digunakan untuk memberikan output berupa bobot prioritas kriteria.

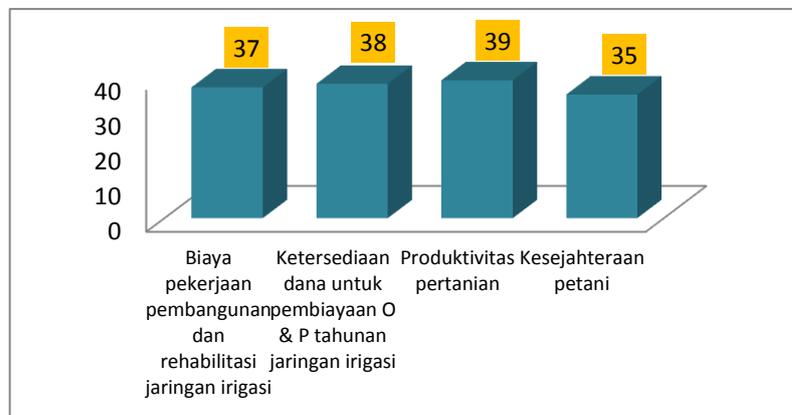
Survei dilakukan dengan menyebarkan 11 kuisisioner kepada 3 instansi yaitu Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Holtikultura dan Irigasi Kabupaten Kampar, Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Kabupaten Kampar, dan kelompok petani P3A (Perkumpulan Petani Pemakai Air).

Analisa Data Kuisisioner Pendahuluan

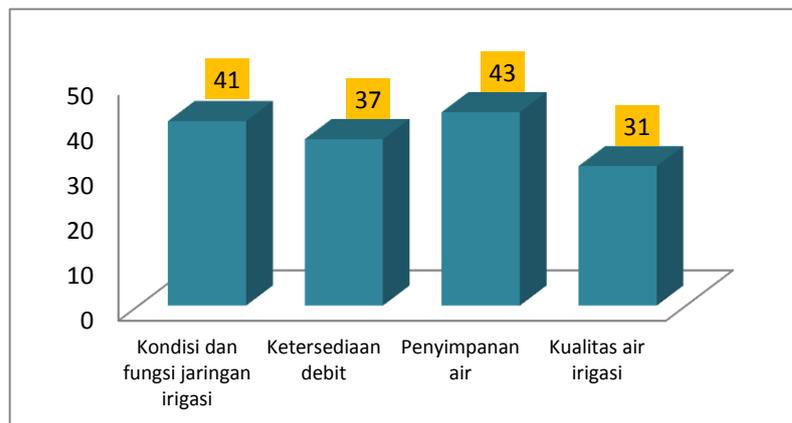
Kumpulan data kuisisioner awal dianalisa dengan menggunakan nilai pembobotan, yaitu perkalian terhadap tingkat pengaruh dengan jumlah pilihan. Untuk masing-masing kriteria dipilih 3 subkriteria yang terbesar. Berikut ini adalah uraian dari kuisisioner pendahuluan :



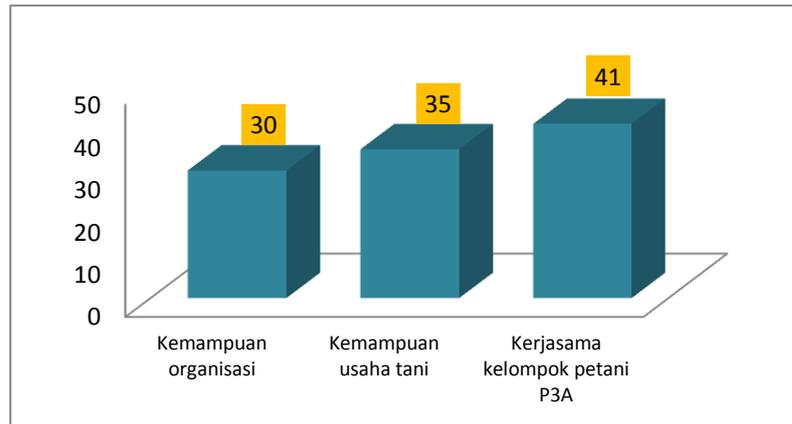
Gambar 3. Skor Nilai Tingkat Pengaruh dalam Kriteria Teknis
(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2013)



Gambar 4. Skor Nilai Tingkat Pengaruh dalam Kriteria Ekonomi
(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2013)



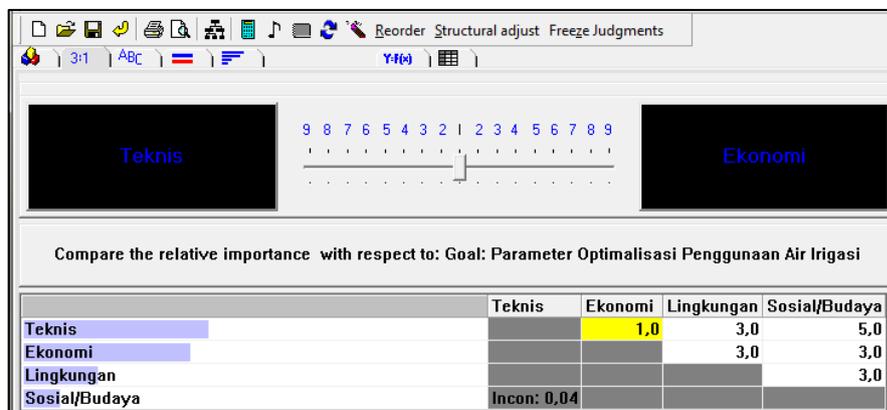
Gambar 5. Skor Nilai Tingkat Pengaruh dalam Kriteria Lingkungan
(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2013)



Gambar 6. Skor Nilai Tingkat Pengaruh dalam Kriteria Sosial/Budaya
(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2013)

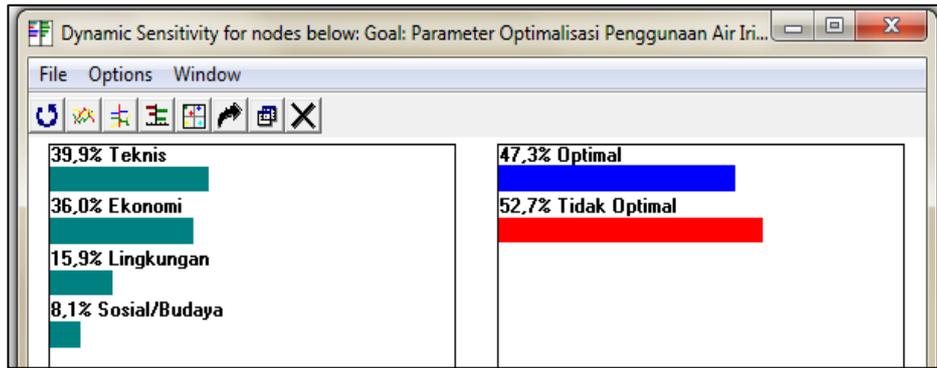
Analisa Data Kuisisioner dari Para Ahli

Langkah awal dalam analisa ini adalah memasukkan nilai kriteria-kriteria yang ada dalam kuisisioner detail, yaitu teknis, ekonomi, lingkungan, dan sosial/budaya ke dalam *Software Expert Choice 2000*. Misalnya : teknis dan ekonomi = 1 (kriteria teknis dan ekonomi sama pentingnya), teknis dan lingkungan = 3 (kriteria teknis sedikit lebih penting daripada kriteria lingkungan), teknis dan sosial/budaya = 5 (kriteria teknis jelas lebih penting daripada kriteria sosial/budaya). Pada *Software Expert Choice 2000* ini, nilai-nilai yang merupakan kebalikan dari perbandingan tiap kriteria secara otomatis akan diberi warna merah.



Gambar 7. Input Penggabungan Kuisisioner dari Ahli DI Muara Jalai terhadap Kriteria Parameter Optimalisasi Penggunaan Air Irigasi
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2013)

Setelah memasukkan hasil responden tersebut akan dapat diketahui seberapa persen pentingnya tiap-tiap kriteria dengan melihat *Dynamic Sensitivity* seperti yang terlihat pada Gambar 8. Berdasarkan Gambar 7, dapat diketahui rasio konsistensi sebesar 0,04, yang berarti pendapat tersebut dinyatakan konsisten. Analisa parameter optimalisasi penggunaan air irigasi yang memiliki prioritas (tingkat) paling mempengaruhi penggunaan air irigasi yaitu kriteria teknis sebesar 39,9% dari total kriteria yang ada, menyusul kriteria ekonomi sebesar 36,0%, kriteria lingkungan sebesar 15,9%, dan kriteria sosial/budaya sebesar 8,1%. Hal ini menunjukkan bahwa level kriteria parameter optimalisasi penggunaan air irigasi dinyatakan tidak optimal ($47,3\% < 50\%$).



Gambar 8. Persentase Kriteria yang Memiliki Prioritas Paling Mempengaruhi dalam Penggunaan Air Irigasi
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2013)

Hasil Analisa Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

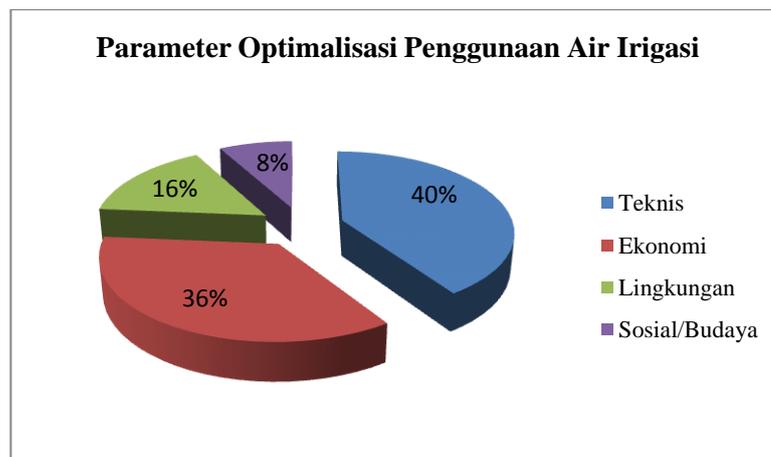
Adapun ringkasan dari yang diuraikan adalah sebagai berikut :

1. Parameter optimalisasi penggunaan air irigasi yang memiliki prioritas (tingkat) paling mempengaruhi adalah kriteria teknis (39,9%) dan kriteria ekonomi (36,0%). Sedangkan kriteria lingkungan dan sosial/budaya dipandang perlu namun masih dibawah dari kriteria teknis dan ekonomi.

Tabel 4. Parameter optimalisasi yang memiliki prioritas paling mempengaruhi penggunaan air irigasi

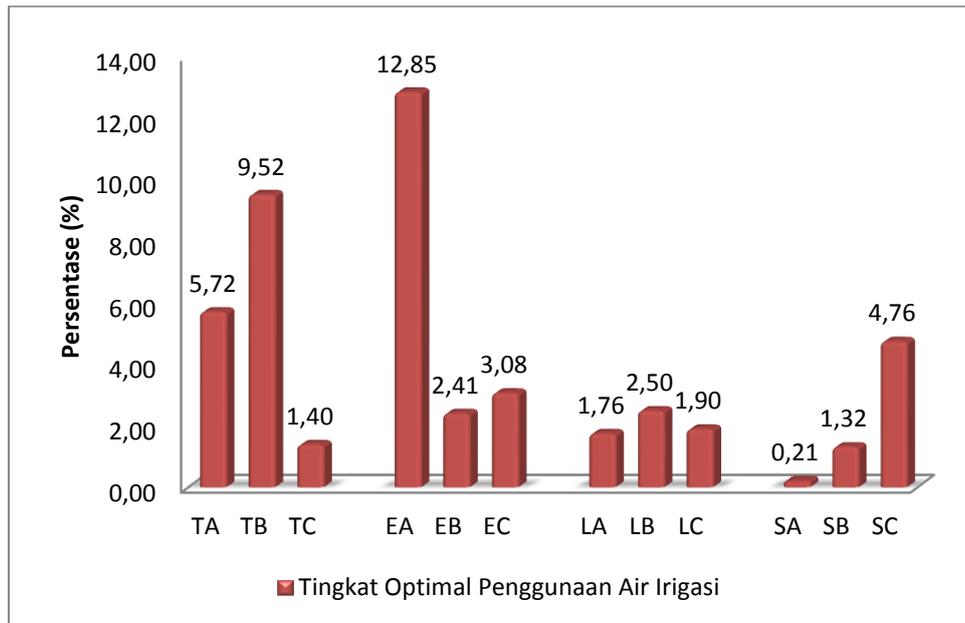
No.	Parameter Optimalisasi	Persentase
1	Teknis	39,9%
2	Ekonomi	36,0%
3	Lingkungan	15,9%
4	Sosial/Budaya	8,1%

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2013)

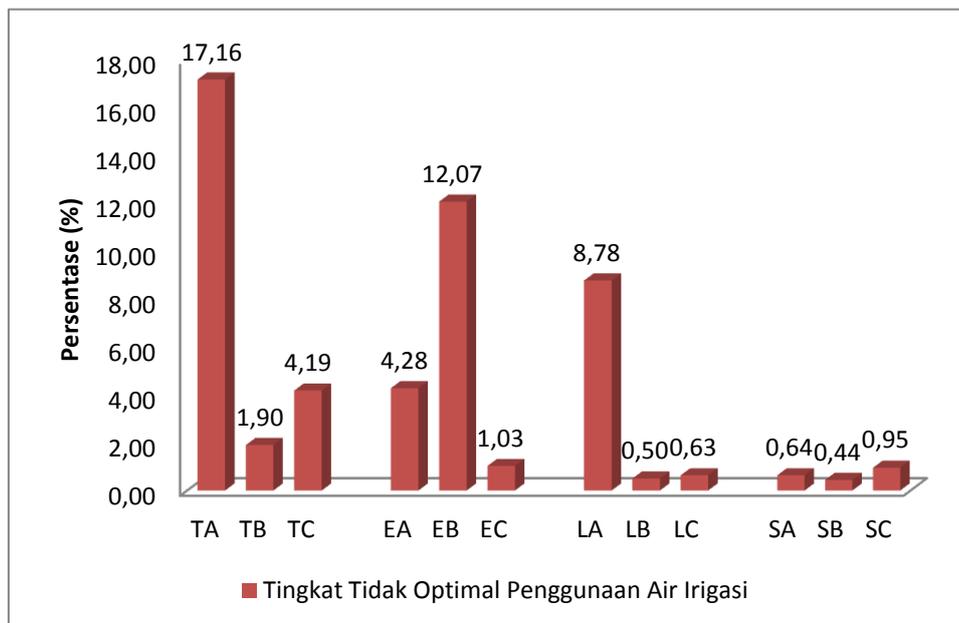


Gambar 9. Tingkat Pengaruh Parameter Optimalisasi Penggunaan Air Irigasi di Daerah Irigasi Muara Jalai
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2013)

2. Berdasarkan hasil analisa diatas, dapat disimpulkan bahwa parameter optimalisasi yang paling mempengaruhi penggunaan air irigasi adalah dalam kriteria teknis.
3. Berdasarkan hasil analisa *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, dapat dikatakan bahwa penggunaan air irigasi DI Muara Jalai optimal dalam biaya pekerjaan pembangunan dan rehabilitasi jaringan irigasi, pengaruh kinerja saluran, dan kerjasama kelompok petani P3A, dan tidak optimal dalam keberadaan juru air, ketersediaan dana untuk pembiayaan operasi dan pemeliharaan tahunan jaringan irigasi, serta kondisi dan fungsi jaringan irigasi. Untuk lebih detailnya, dapat dilihat pada Gambar 11. dan Gambar 12. berikut :



Gambar 10. Persentase Tingkat Optimal Penggunaan Air Irigasi Untuk Setiap Subkriteria
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2013)



Gambar 11. Persentase Tingkat Tidak Optimal Penggunaan Air Irigasi Untuk Setiap Subkriteria
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2013)

Keterangan Gambar 10. dan Gambar 11. :

TA = Keberadaan juru air

TB = Pengaruh kinerja saluran

TC = Koordinasi dengan Dinas terkait (PU/Pertanian)

EA = Biaya pekerjaan pembangunan dan rehabilitasi jaringan irigasi

EB = Ketersediaan dana untuk pembiayaan operasi dan pemeliharaan tahunan jaringan irigasi

EC = Produktivitas pertanian

LA = Kondisi dan fungsi jaringan irigasi

LB = Ketersediaan debit

LC = Penyimpanan air

SA = Kemampuan organisasi

SB = Kemampuan usaha tani

SC = Kerjasama kelompok petani P3A

Subkriteria yang paling mempengaruhi optimalnya penggunaan air irigasi yaitu biaya pekerjaan pembangunan dan rehabilitasi jaringan irigasi, pengaruh kinerja saluran, dan kerjasama kelompok petani P3A, dimana ketiga subkriteria ini harus dipertahankan agar penggunaan air irigasi optimal. Sedangkan subkriteria yang perlu diperbaiki agar penggunaan air irigasi optimal yaitu keberadaan juru air, ketersediaan dana untuk pembiayaan operasi dan pemeliharaan tahunan irigasi, serta kondisi dan fungsi jaringan irigasi.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Menurut survei awal penelitian, didapatkan parameter optimalisasi penggunaan air irigasi yang paling berpengaruh terhadap penggunaan air irigasi di Daerah Irigasi Muara Jalai yaitu :
 - a. Kriteria teknis yang meliputi keberadaan juru air, pengaruh kinerja saluran, dan koordinasi dengan Dinas terkait (PU/Pertanian).
 - b. Kriteria ekonomi yang meliputi biaya pekerjaan pembangunan dan rehabilitasi jaringan irigasi, ketersediaan dana untuk pembiayaan operasi dan pemeliharaan tahunan jaringan irigasi, dan produktivitas pertanian.
 - c. Kriteria lingkungan yang meliputi kondisi dan fungsi jaringan irigasi, ketersediaan debit, dan produktivitas pertanian.
 - d. Kriteria sosial/budaya yang meliputi kemampuan organisasi, kemampuan usaha tani, dan kerjasama kelompok petani P3A.
2. Tingkat pengaruh kriteria-kriteria terhadap penggunaan air irigasi antara lain kriteria teknis 39,9%, kriteria ekonomi 36,0%, kriteria lingkungan 15,9%, dan kriteria sosial/budaya 8,1%.
3. Berdasarkan analisa AHP terhadap kriteria-kriteria secara keseluruhan, penggunaan air irigasi DI Muara Jalai dinyatakan belum optimal, dimana tingkat tidak optimalnya adalah 47,3% (< 50%).
4. Berdasarkan analisa AHP, subkriteria yang paling mempengaruhi optimalnya penggunaan air irigasi yaitu biaya pekerjaan pembangunan dan rehabilitasi jaringan irigasi, pengaruh kinerja saluran, dan kerjasama kelompok petani P3A, dimana ketiga subkriteria ini harus dipertahankan agar penggunaan air irigasi optimal. Sedangkan subkriteria yang perlu diperbaiki agar penggunaan air irigasi optimal yaitu keberadaan

juru air, ketersediaan dana untuk pembiayaan operasi dan pemeliharaan tahunan irigasi, serta kondisi dan fungsi jaringan irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Pengairan. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-01*. Bandung : C.V. Galang Persada.
- Direktorat Pengelolaan Air. 2010. *Pedoman Teknis Rehabilitasi Jaringan Tingkat Usahatani (JITUT)/Jaringan Irigasi Desa (JIDES)*. Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Kadarsah Suryadi, Ramdhani Ali. (1998). *Sistem Pendukung Keputusan*. Bandung : Remaja Rosdakarya
- Mahdalena Hidayat, Yuliyah. 2012. *Kajian Optimalisasi Penggunaan Air Irigasi Di Daerah Irigasi Wanir Kabupaten Bandung*. Thesis Program Magister Pengelolaan Sumber Daya Air. ITB. Bandung.
- Marimin. 1992. *Pengenalan Sistem Pakar*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- Mubyarto. 1995. *Pengantar Ekonomi Pertanian (edisi ketiga)*. Yogyakarta : LP3ES.
- Saaty, T.L. 1993. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin, Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks*. Jakarta : PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Syahputra, Reidha. 2002. *Analisis Preferensi Stakeholder Terhadap Diversifikasi Tanaman Musim Kering Di Daerah Cihea*. Program Studi Ilmu Tanah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soekartawi. 1987. *Prinsip Dasar Ekonomi Pertanian Teori dan Aplikasi*. Rajawali Pers : Jakarta.
- Sudjarwadi. 1979. *Pengantar Teknik Irigasi*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Sudjarwadi. 1999. *Konsep Dasar Pengelolaan Sumberdaya Air di Satuan Wilayah Sungai dengan Pendekatan Sistem*. Kursus Singkat Sistem Sumberdaya Air dalam Otonomi Daerah. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Suryadi, Kadarsah. 2000. *Sistem Pendukung Keputusan*. PT. Remaja.