



ANALISIS KESIAPAN MODERNISASI IRIGASI PADA DAERAH IRIGASI KEWENANGAN PEMERINTAH PROVINSI DI KABUPATEN MOJOKERTO

ANALYSIS OF READINESS FOR MODERNIZATION OF IRRIGATION AT IRRIGATION AREA MANAGED BY THE PROVINCE GOVERNMENT IN MOJOKERTO

Oleh:

Dian Puspita Sari¹⁾, Nadjadji Anwar²⁾, Theresia Sri Sidharti²⁾

¹⁾Manajemen Aset Infrastruktur Departemen Teknik Sipil FTSLK ITS
Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia

²⁾Departemen Teknik Sipil FTSLK ITS
Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia

Korespondensi Penulis, Telp: +6281 259636263; email: [✉ dianpus.dps@gmail.com](mailto:dianpus.dps@gmail.com)

Naskah ini diterima pada 15 Februari 2019; revisi pada 06 Mei 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 10 Juni 2019

ABSTRACT

In carrying out irrigation system management in the irrigation area managed by the East Java Province in Mojokerto, PU Department of Water Resources of East Java experienced some constraint, namely irrigation infrastructure had expired, less of irrigation services and there was a decrease in storage capacity. Another constraint is population growth which has led to an increase in water use needs, food needs, conversion from agricultural land to settlements and industries and critical watersheds. In an effort to overcome these constraint, in addition to the operation, maintenance and rehabilitation, a comprehensive reform is needed, both institutional, technical, managerial, and human resources, known as irrigation modernization. Before carrying out irrigation modernization activities, it is necessary to have an assessment to measure the readiness levels of an irrigation area in carrying out modernization activities. First, determine the criteria that affect the modernization of irrigation, in this case there are 5 criteria and 34 sub criteria. Criteria weights were calculated using Fuzzy Analytical Hierarchy Process method. Then, priority scale of readiness irrigation area in carrying out irrigation modernization activities was determined using Simple Additive Weighting method. From 7 irrigation area managed by the East Java Province in Mojokerto, the resulting priority scale showed that modernization of irrigation can be applied to Kromong Irrigation Area. Modernization of irrigation should be postponed and carried out after revitalization on the Irrigation Area of Mernung, Sinoman, Penewon, Candi Limo, Jatikulon and Subontoro.

Keywords: *modernization of irrigation, management, irrigation, Fuzzy Analytical Hierarchy Process, Simple Additive Weighting*

ABSTRAK

Dalam melaksanakan pengelolaan sistem irigasi pada daerah irigasi kewenangan pemerintah Provinsi Jawa Timur di Kabupaten Mojokerto, Dinas PU Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur mengalami beberapa kendala yaitu jaringan irigasi telah habis umur teknisnya, kurang optimalnya pelayanan irigasi serta terjadinya penurunan kapasitas tampungan air yang ada. Kendala lainnya yaitu adanya pertumbuhan penduduk yang menyebabkan peningkatan kebutuhan penggunaan air, peningkatan kebutuhan pangan, alih fungsi lahan pertanian menjadi pemukiman maupun industri serta Daerah Aliran Sungai kritis. Sebagai upaya untuk mengatasi kendala tersebut, selain operasi, pemeliharaan dan rehabilitasi, diperlukan suatu pembaharuan secara menyeluruh, baik manajerial, institusional maupun teknikal, termasuk sumber daya manusianya, yang dikenal dengan istilah modernisasi irigasi. Sebelum melaksanakan kegiatan modernisasi irigasi, perlu adanya suatu penilaian untuk mengukur tingkat kesiapan suatu daerah irigasi dalam melaksanakan kegiatan modernisasi irigasi tersebut. Langkah pertama yaitu menentukan kriteria yang mempengaruhi modernisasi irigasi, dalam hal ini terdapat 5 kriteria dan 34 sub kriteria. Penentuan bobot kriteria dilakukan dengan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*. Kemudian setelah itu, skala prioritas kesiapan daerah irigasi dalam melaksanakan kegiatan modernisasi irigasi ditentukan dengan metode *Simple Additive Weighting*. Dari 7 daerah irigasi kewenangan pemerintah provinsi Jawa Timur yang ada di Kabupaten Mojokerto, didapatkan skala prioritas bahwa modernisasi irigasi dapat diterapkan pada DI Kromong. Modernisasi irigasi perlu ditunda untuk dilakukan penyempurnaan terlebih dahulu pada DI Mernung, DI Sinoman, DI Penewon, DI Candi Limo, DI Jatikulon, dan DI Subontoro.

Kata Kunci: *modernisasi irigasi, pengelolaan, irigasi, Fuzzy Analytical Hierarchy Process, Simple Additive Weighting*

I. PENDAHULUAN

Sesuai dengan Kementerian PUPR (2015a), Dinas PU Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur mempunyai wewenang dan tanggung jawab melakukan pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi pada 7 Daerah Irigasi (DI) di Kabupaten Mojokerto, meliputi DI Candi Limo 1.991 Ha, DI Kromong 1.055 Ha, DI Penewon 971 Ha, DI Mernung 661 Ha, DI Jatikulon 638 Ha, DI Subantoro 515 Ha dan DI Sinoman 293 Ha.

Pemerintah Provinsi Jawa Timur (2014) dalam RPJMD menyebutkan bahwa kendala pada pengelolaan sistem irigasi yaitu jaringan irigasi telah habis umur teknisnya yang menyebabkan menurunnya fungsi kinerja jaringan irigasi tersebut, kurang optimalnya pelayanan irigasi karena kurangnya kuantitas dan kualitas sumber daya manusia pengelola irigasi serta terjadinya penurunan kapasitas tampungan air yang ada karena sedimentasi. Kendala lainnya yaitu adanya pertumbuhan penduduk yang menyebabkan peningkatan kebutuhan penggunaan air, peningkatan kebutuhan pangan, alih fungsi lahan pertanian menjadi pemukiman maupun industri serta Daerah Aliran Sungai (DAS) kritis.

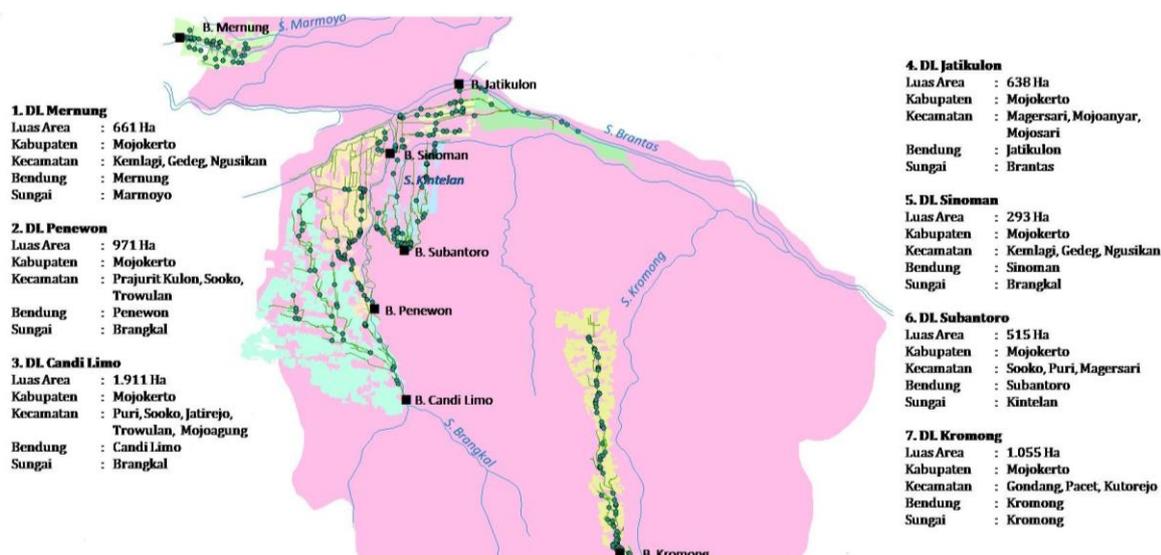
Kebutuhan penggunaan air yang meningkat akibat adanya pertumbuhan penduduk diiringi berkurangnya ketersediaan air akibat sedimentasi pada tampungan air yang ada serta DAS kritis, menyebabkan terjadi kompetisi antar pengguna air, diantaranya pengguna pada sektor air minum, irigasi, air baku dan industri. Dampak dari kompetisi tersebut adalah berkurangnya pasokan air untuk sektor tertentu, dalam hal ini sektor irigasi. Untuk memenuhi peningkatan kebutuhan pangan akibat adanya pertumbuhan penduduk, di

Jawa Timur sendiri sudah tidak memungkinkan dilakukan pembukaan lahan baru. Bahkan yang terjadi sebaliknya, yaitu alih fungsi lahan (BPS Provinsi Jawa Timur, 2018).

Sebagai upaya untuk mengatasi kendala tersebut, selain operasi, pemeliharaan dan rehabilitasi diperlukan suatu pembaharuan secara menyeluruh, baik manajerial, institusional maupun teknis, termasuk sumber daya manusianya, yang dikenal dengan istilah modernisasi irigasi seperti disebutkan Kementerian PUPR (2015c).

Modernisasi irigasi pertama kali dibahas pada lokakarya yang diadakan oleh PBB yang mengurus masalah pangan dan pertanian *Food Agriculture Organization* (FAO) di Bangkok, Thailand pada tahun 1995 (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2011). Menurut Food and Agriculture Organization (1997), modernisasi irigasi adalah proses peningkatan teknis dan manajerial dikombinasikan dengan reformasi institusi pengelola (jika diperlukan) dengan tujuan untuk meningkatkan manfaat penggunaan sumber daya yang ada (tenaga kerja, air, ekonomi, lingkungan hidup) dan layanan pemberian air ke lahan.

Hasil keputusan untuk melakukan modernisasi irigasi tersebut telah diikuti diikuti oleh banyak negara, diantaranya: Malaysia melakukan pembangunan dam, stasiun-stasiun pompa, pengembangan jalan inspeksi kanal dan jalan transportasi hasil panen serta peningkatan efisiensi (Martief & Krisbandono, 2015), Vietnam membentuk *Irrigation Modernization Frame* (IMF) pada Red River Delta (RRD) yang merupakan manajemen berorientasi layanan agar tercipta efisiensi eksploitasi irigasi (Nam, 2016).



Gambar 1 Peta Daerah Irigasi Kewenangan Pemerintah Provinsi Jawa Timur di Kabupaten Mojokerto

Modernisasi irigasi di Indonesia dapat didefinisikan sebagai upaya untuk mewujudkan sistem pengelolaan irigasi partisipatif yang berorientasi pada pemenuhan tingkat layanan irigasi secara efektif, efisien dan berkelanjutan dalam rangka mendukung ketahanan pangan dan air melalui peningkatan keandalan penyediaan air, sarana dan prasarana, pengelolaan irigasi, institusi pengelola, dan sumber daya manusia (Arif, Prabowo, Sastrohardjono, Sukarno, & Sidharti, 2014). Modernisasi irigasi akan berbeda dengan pengelolaan irigasi konvensional. Perbedaannya terletak pada :

1. Sistem irigasi konvensional dirancang dan dikelola untuk tanaman padi, sedangkan modernisasi irigasi memungkinkan untuk petani dapat memilih jenis tanaman sesuai dengan pilihannya masing-masing.
2. Sistem irigasi konvensional dirancang dan dikelola dengan teknologi sederhana sehingga pengelolaan sistem irigasinya kurang lentur dan kurang akurat, sedangkan modernisasi irigasi menggunakan sistem informasi dan komunikasi serta teknologi digital sehingga memungkinkan pengelolaan sistem irigasinya lebih lentur, akurat, efisien dan efektif (*real time* pengelolaannya menuju waktu nyata diharapkan mingguan atau 3 harian, *real alocation* alokasi air berdasarkan kebutuhan lapangan dan *real losses* memperkecil kehilangan hingga 20%).

Modernisasi irigasi juga berbeda dengan rehabilitasi yang hanya menekankan pada aspek fisik saja. Dalam konsep modernisasi irigasi, selain menekankan pada aspek fisik, juga melakukan peningkatan pada aspek kelembagaan pengelolaan dan sumberdaya manusianya, sehingga dapat memberikan pelayanan kepada petani (Hakim, Suriadi, & Masruri, 2012).

Sebelum melaksanakan kegiatan modernisasi irigasi, perlu adanya suatu penilaian untuk mengukur tingkat kesiapan suatu daerah irigasi dalam melaksanakan kegiatan modernisasi irigasi tersebut. Langkah pertama yaitu menentukan kriteria yang mempengaruhi modernisasi irigasi. Selanjutnya membuat model penentuan bobot kriteria dengan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) (Saaty, 1993). Kemudian setelah itu menentukan skala prioritas kesiapan daerah irigasi dalam melaksanakan kegiatan modernisasi irigasi dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) (Fishburn, 1967).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan secara tepat dan konsisten kriteria yang berpengaruh terhadap kesiapan modernisasi

irigasi, merumuskan model penentuan bobot kriteria dan mengidentifikasi skala prioritas kesiapan daerah irigasi dalam melaksanakan kegiatan modernisasi irigasi. Dengan demikian diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu alat bantu dalam pengambilan keputusan secara manajerial dalam menentukan kebijakan terkait modernisasi irigasi serta menjadi referensi untuk penentuan indeks kesiapan modernisasi irigasi pada daerah irigasi lainnya.

Tentunya telah banyak penelitian-penelitian terdahulu yang membahas mengenai pengukuran Indeks Kesiapan Modernisasi Irigasi, antara lain:

1. Burt (2001) melakukan penelitian mengenai *Rapid Appraisal Process (RAP) and Benchmarking Explanation and Tools*
2. Direktorat Irigasi dan Rawa (2013) juga melakukan penelitian mengenai Penyusunan Indeks Kesiapan Modernisasi Irigasi (IKMI) sebagai alat penentuan prioritas sebagai alat pengukuran,
3. Maulian (2013) melakukan penelitian dalam tesisnya mengenai analisis faktor yang mempengaruhi modernisasi irigasi pada DI Rajamandala Kabupaten Bandung Barat, kemudian
4. Mulyadi (2014) juga melakukan penelitian dalam tesisnya mengenai kajian kinerja sistem irigasi dengan pendekatan *Mapping System And Service For Canal Operation Techniques* (MASSCOTE) dalam rangka penunjang pilar modernisasi irigasi (studi kasus DI Barugbug Jawa Barat).

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu terletak pada aspek yang diteliti, baik itu variabel (kriteria dan sub kriteria yang detail dan terperinci), obyek penelitian (DI kewenangan Pemerintah Provinsi) yang belum pernah diteliti dan memiliki perbedaan karakteristik dengan DI kewenangan Pemerintah Pusat. Metode yang digunakan adalah penggabungan antara metode FAHP dengan SAW sehingga lebih meminimalisir subjektivitas penilaian serta memungkinkan deskripsi yang lebih akurat dari proses pengambilan keputusan (Astuti & Wardoro, 2014).

II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode kombinasi yaitu pendekatan penelitian yang menggabungkan atau menghubungkan metode penelitian kuantitatif dan kualitatif. Metode survey digunakan untuk mendapatkan data dalam bentuk opini atau pendapat dari responden yang

berinteraksi langsung dengan objek penelitian. Tujuan dari metode ini untuk mengetahui informasi gambaran umum objek penelitian melalui sampel, kemudian menginterpretasikan dan menganalisisnya secara sistematis. Teknik pengambilan sampel yang digunakan untuk menentukan responden adalah *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2010). Pertimbangan yang digunakan, responden merupakan pakar modernisasi irigasi, pejabat dengan tugas pokok dan fungsi berkaitan dengan modernisasi irigasi serta petugas operasi dan pemeliharaan.

Opini atau pendapat dari responden didapatkan melalui wawancara dan kuisisioner. Terdapat 2 jenis kuisisioner yang digunakan, yaitu kuisisioner perbandingan berpasangan dan kuisisioner skala likert, pemetaan sampel dan kuisisioner dipetakan pada Tabel 1.

Penentuan kriteria dan sub-kriteria penelitian ini didapatkan dari identifikasi penjabaran 5 pilar modernisasi irigasi sesuai Pedoman Umum Modernisasi Irigasi dan disandingkan dengan parameter pada penilaian Indeks Kinerja Sistem Irigasi (IKSI) sesuai Kementerian PUPR (2015b) serta literatur-literatur yang terpercaya baik itu berupa jurnal ataupun penelitian terdahulu yang

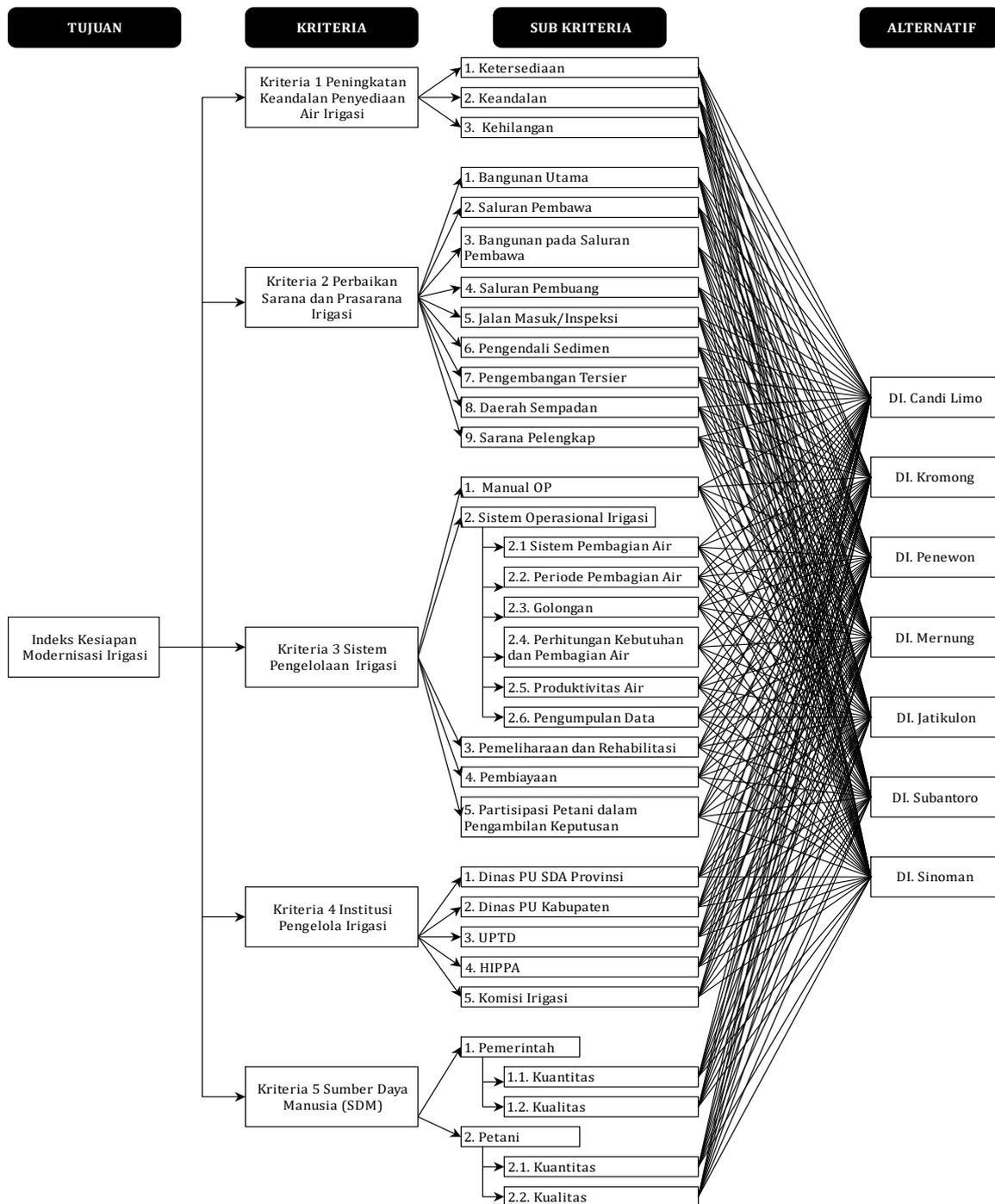
disesuaikan dengan objek penelitian melalui wawancara dengan pejabat pada Dinas PU Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur yang sekaligus menjadi responden dalam penelitian ini. Kriteria yang ditambahkan diantaranya:

1. Ketersediaan manual OP
2. Kegiatan operasi, pemeliharaan, rehabilitasi dan pembiayaannya (AKNOP)
3. Kualitas dan kuantitas pada sumber daya manusia, baik pemerintah maupun petani
4. Mengganti Unit Pelaksana dengan Dinas PU Provinsi, dalam hal ini Dinas PU Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur selaku pemilik kewenangan daerah irigasi
5. Menyederhanakan kriteria rumah pengamat, juru, jaga bendung, transportasi, sistem komunikasi, kantor, peralatan OP menjadi kriteria sarana pelengkap

Kriteria dan sub kriteria pada penelitian ini dapat dilihat pada model hirarki Gambar 2. Berdasarkan model hirarki ini, disusun kuisisioner matriks perbandingan berpasangan dan kuisisioner skala *likert* yang berisi pertanyaan-pertanyaan mengacu pada Permen PUPR dan survey RAP dalam rangka Penentuan IKMI.

Tabel 1 Pemetaan Sampel dan Kuisisioner

No.	Populasi Pengeloa Irigasi	Sampel	Jumlah Responden	Jenis Kuisisioner	Jumlah Pertanyaan
1.	Pakar modernisasi irigasi	Tim Modernisasi Irigasi dari Kementerian PUPR	2 orang	Kuisisioner perbandingan berpasangan	37
2.	Pejabat pada Dinas PU Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur	Kepala Bidang Irigasi, Kepala Seksi Operasi, Kepala Seksi Pemeliharaan, Kepala Seksi Rehabilitasi, Kepala Seksi Perencanaan Umum, Kepala Seksi Operasi UPT PSDA di Surabaya	6 orang	Kuisisioner perbandingan berpasangan	37
3.	Petani	Petani pada DI Jatikulon	1 orang	Kuisisioner perbandingan berpasangan	2
4.	Petugas operasi dan pemeliharaan	Ka. UPTD dan juru DI Candi Limo, Ka. UPTD dan juru DI Kromong, Ka. UPTD dan juru DI Penewon, Ka. UPTD dan juru DI Mernung, Ka. UPTD dan juru DI Jatikulon, Ka. UPTD dan juru DI Subantoro, Ka. UPTD dan juru DI Sinoman	14 orang	Kuisisioner skala likert	31
5.	HIPPA	HIPPA pada DI Candi Limo, DI Kromong, DI Penewon, DI Mernung, DI Jatikulon, DI Subantoro, DI Sinoman	7 orang	Kuisisioner skala likert	31
Total				30 orang	



Gambar 2 Model hirarki penentuan indeks kesiapan modernisasi irigasi pada daerah irigasi kewenangan Pemerintah Provinsi Jawa Timur di Kabupaten Mojokerto

Kuisisioner matriks perbandingan berpasangan digunakan untuk menentukan nilai kepentingan relatif antar kriteria dan sub kriteria yang akan diisi oleh pakar modernisasi irigasi, pejabat pada Dinas PU Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur dan petani. Dimana dalam pengisiannya digunakan skala bilangan 1 sampai 9, dari kriteria dan sub kriteria sesuai Gambar 2 manakah yang lebih berpengaruh terhadap keberhasilan Modernisasi Irigasi.

Kuisisioner skala *likert* digunakan untuk menentukan bobot penilaian dari masing-masing kriteria dan sub kriteria. Skor pembobotan menggunakan skala bilangan 1 sampai 5. Sangat Buruk=1; Buruk=2; Sedang=3; Baik=4; dan Sangat Baik=5. Keterangan skor pembobotan untuk masing-masing kriteria pada Tabel 2 hingga Tabel 6.

Tabel 2 Bobot Penilaian Indeks Kesiapan Modernisasi Irigasi (IKMI) untuk Kriteria Peningkatan Keandalan Penyediaan Air Irigasi

Sub Kriteria	Skor				
	1	2	3	4	5
Ketersediaan debit air di sumber	Debit < 0,7 kali luas layanan	Debit = 0,7 sampai < 1 kali luas layanan	Debit = 1 kali luas layanan	Debit > 1 - 1,5 kali luas layanan	Debit > 1,5 kali luas layanan
Keandalan air irigasi	Tidak mencukupi	Cukup untuk satu musim tanam	Cukup untuk pola tanam padi, palawija dan bero	Cukup untuk pola tanam padi, palawija, palawija	Cukup untuk pola tanam padi, padi, palawija
Kehilangan air irigasi	Kehilangan air total > 80%	Kehilangan air total 50% - 70%	Kehilangan air total 40%	Kehilangan air total 30%	Kehilangan air total ≤ 20%

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 3 Bobot Penilaian Indeks Kesiapan Modernisasi Irigasi (IKMI) untuk Kriteria Perbaikan Sarana Dan Prasarana Irigasi

Sub Kriteria	Skor				
	1	2	3	4	5
Bangunan utama	Kerusakan > 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 21% - 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 10% - 20% (fungsinya menurun)	Kerusakan < 10% (masih berfungsi)	Tidak ada kerusakan (berfungsi baik)
Saluran pembawa	Kerusakan > 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 21% - 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 10% - 20% (fungsinya menurun)	Kerusakan < 10% (masih berfungsi)	Tidak ada kerusakan (berfungsi baik)
Bangunan pada saluran pembawa	Kerusakan > 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 21% - 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 10% - 20% (fungsinya menurun)	Kerusakan < 10% (masih berfungsi)	Tidak ada kerusakan (berfungsi baik)
Saluran pembuang	Tidak ada saluran pembuang	Ada, fungsi layanan 50% - 60%	Ada, fungsi layanan 60% - 70%	Ada, fungsi layanan 70% - 80%	Ada, fungsi layanan > 80%
Jalan masuk/ inspeksi	Tidak ada jalan masuk/inspeksi	Ada kerusakan besar yang membahayakan fungsi bangunan	Kondisinya cukup baik, ada kerusakan yang berpotensi semakin besar	Ada kerusakan kecil yang tidak berarti	Fungsi layanan > 80%
Pengendali sedimen	Tidak ada pengendali sedimen	Ada pengendali sedimen, fungsi layanan 50% - 60%	Ada pengendali sedimen, fungsi layanan 60% - 70%	Ada pengendali sedimen, fungsi layanan 70% - 80%	Ada pengendali sedimen, fungsi layanan > 80%
Pengembangan tersier	Tidak ada pengembangan tersier	Ada, tapi belum ada dialog antara pemerintah dengan petani secara partisipatif	Ada, mulai adanya dialog antara pemerintah dengan petani secara partisipatif	Ada, adanya dialog antara pemerintah dengan petani secara partisipatif	Ada, sudah berjalan dialog antara pemerintah dengan petani secara partisipatif
Daerah sempadan	Tidak ada sempadan	Ada sempadan tapi tidak pernah dilakukan penataan sempadan	Ada sempadan dan sudah dilakukan penataan, namun masih terdapat bangunan liar permanen	Ada sempadan dan sudah dilakukan penataan, namun masih terdapat bangunan liar non permanen	Sudah sesuai dengan fungsinya seperti tercantum pada Permen PUPR No. 08 Tahun 2015
Sarana pelengkap	Sudah tidak layak pakai	Fungsi layanan 50% - 60%	Fungsi layanan 60% - 70%	Fungsi layanan 70% - 80%	Fungsi layanan > 80%

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4 Bobot Penilaian Indeks Kesiapan Modernisasi Irigasi (IKMI) untuk Kriteria Sistem Pengelolaan Irigasi

Sub Kriteria	Skor				
	1	2	3	4	5
Bangunan utama	Kerusakan > 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 21% – 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 10% – 20% (fungsinya menurun)	Kerusakan < 10% (masih berfungsi)	Tidak ada kerusakan (berfungsi baik)
Saluran pembawa	Kerusakan > 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 21% – 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 10% – 20% (fungsinya menurun)	Kerusakan < 10% (masih berfungsi)	Tidak ada kerusakan (berfungsi baik)
Bangunan pada saluran pembawa	Kerusakan > 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 21% – 40% (tidak berfungsi)	Kerusakan 10% – 20% (fungsinya menurun)	Kerusakan < 10% (masih berfungsi)	Tidak ada kerusakan (berfungsi baik)
Saluran pembuang	Tidak ada saluran pembuang	Ada, fungsi layanan 50% – 60%	Ada, fungsi layanan 60% – 70%	Ada, fungsi layanan 70% – 80%	Ada, fungsi layanan > 80%
Jalan masuk/inspeksi	Tidak ada jalan masuk/inspeksi	Ada kerusakan besar yang membahayakan fungsi bangunan	Kondisinya cukup baik, ada kerusakan yang berpotensi semakin besar	Ada kerusakan kecil yang tidak berarti	Fungsi layanan > 80%
Pengendali sedimen	Tidak ada	Ada, fungsi layanan 50% – 60%	Ada, fungsi layanan 60% – 70%	Ada, fungsi layanan 70% – 80%	Ada, fungsi layanan > 80%
Pengembangan tersier	Tidak ada	Ada, tapi belum ada dialog antara pemerintah dengan petani secara partisipatif	Ada, mulai adanya dialog antara pemerintah dengan petani secara partisipatif	Ada, adanya dialog antara pemerintah dengan petani secara partisipatif	Ada, sudah berjalan dialog antara pemerintah dengan petani secara partisipatif
Daerah sempadan	Tidak ada	Ada tapi tidak pernah dilakukan penataan sempadan	Ada dan sudah dilakukan penataan, namun masih terdapat bangunan liar permanen	Ada dan sudah dilakukan penataan, namun masih terdapat bangunan liar non permanen	Sudah sesuai dengan fungsinya seperti tercantum pada Permen PUPR No. 08 Tahun 2015
Sarana pelengkap	Sudah tidak layak pakai	Fungsi layanan 50% – 60%	Fungsi layanan 60% – 70%	Fungsi layanan 70% – 80%	Fungsi layanan > 80%

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 5 Bobot Penilaian Indeks Kesiapan Modernisasi Irigasi (IKMI) untuk Kriteria Institusi Pengelola Irigasi

Sub Kriteria	Skor				
	1	2	3	4	5
Dinas PU SDA Provinsi	Peranan dalam OP	Peranan dalam OP dan pemberdayaan	Peranan dalam OP, AKNOP, pemberdayaan	Peranan dalam OP, AKNOP, pemberdayaan, pengelolaan dan pengembangan jaringan	Peranan dalam OP, Manual OP, AKNOP, pemberdayaan, pengelolaan dan pengembangan jaringan
Dinas PU Kabupaten	Tidak ada perhatian sama sekali	Sebagian berperan namun belum sesuai dengan tugas dan kewenangannya	Memfasilitasi operasional komisi irigasi kabupaten	Berperan sebagai pembina sesuai tugas dan kewenangannya	Menyediakan APBD kabupaten dalam pengelolaan irigasi
SDM UPTD	Operator dan koordinator OP (kurang), fasilitator (kurang), pemberdayaan HIPPA (kurang)	Operator dan koordinator OP (sedang), fasilitator (kurang), pemberdayaan HIPPA (kurang)	Operator dan koordinator OP (baik), fasilitator (kurang), pemberdayaan HIPPA (kurang)	Operator dan koordinator OP (baik), fasilitator (baik), pemberdayaan HIPPA (kurang)	Operator dan koordinator OP (baik), fasilitator (baik), pemberdayaan HIPPA (baik)
HIPPA	Tidak ada HIPPA	HIPPA sudah terbentuk namun belum aktif	HIPPA sudah terbentuk namun belum semua aktif	HIPPA sudah terbentuk dan aktif namun belum semua berbadan hukum	HIPPA sudah terbentuk, aktif dan semua sudah berbadan hukum
Komisi irigasi	Belum terbentuk	Sudah terbentuk, tapi belum beraktifitas	Sudah terbentuk, sudah ada program kegiatan	Sudah terbentuk, sudah ada aktifitas tapi belum efektif	Sudah terbentuk, dan efektif dalam tugas

Tabel 6 Bobot Penilaian Indeks Kesiapan Modernisasi Irigasi (IKMI) untuk Kriteria Sumber Daya Manusia (SDM)

Sub Kriteria	Skor				
	1	2	3	4	5
Pemerintah					
a. Kuantitas	Tidak memiliki petugas OP	Jumlah petugas OP kurang	Jumlah petugas OP tercukupi namun hampir memasuki masa purna tugas	Jumlah petugas OP tercukupi namun belum sesuai Permen PUPR No. 12 Tahun 2015	Jumlah petugas OP tercukupi dan sesuai Permen PUPR No. 12 Tahun 2016
b. Kualitas	Tidak memahami OP	Sebagian kecil masih kurang memahami OP, tidak ada pelatihan	Sebagian kecil masih kurang memahami OP, ada pelatihan yang tidak berkelanjutan	Sebagian besar sudah memahami OP, ada pelatihan yang berkelanjutan	Semua memahami OP
Petani					
a. Kuantitas	Belum dilakukan penataan kepemilikan lahan	Jumlah petani banyak, luas garapan lahan kecil	Jumlah petani cukup, luas garapan lahan kecil	Jumlah petani sesuai dengan luas garapan lahan	Sudah dilakukan penataan kepemilikan lahan 1 – 2 ha per petani
b. Kualitas	Tingkat partisipasi petani kurang, tidak pernah dilakukan pembinaan dan belum ada sistem iuran	Tingkat partisipasi petani cukup, namun tidak pernah dilakukan pembinaan dan belum ada sistem iuran	Tingkat partisipasi petani cukup, pernah dilakukan pembinaan, namun belum ada sistem iuran	Tingkat partisipasi petani cukup, pernah dilakukan pembinaan dan sudah ada sistem iuran	Tingkat partisipasi petani tinggi, sudah dilakukan pembinaan secara intensif dan sudah ada sistem iuran

Sumber : Hasil Analisis

Setelah membuat struktur hirarki dan pertanyaan pada kuisioner, kemudian pembobotan tingkat kepentingan kriteria ditentukan dengan metode FAHP, sebagai berikut:

1. Permasalahan disusun ke dalam sebuah hirarki, dimulai tujuan, kriteria sampai ke alternatif;
2. Matriks perbandingan berpasangan disusun diantara semua kriteria dalam dimensi hirarki (Tabel 7). Data yang digunakan adalah hasil penilaian responden berupa nilai numerik yang kemudian diubah menjadi nilai TFN (Sega, Rahmawati, & Yasin, 2012);

Tabel 7 Skala Nilai TFN

Keterangan	Skala AHP	Skala Fuzzy	Invers
Kedua elemen sama pentingnya	1	(1,1,1)	$(\frac{1}{1}, \frac{1}{1}, \frac{1}{1})$
Satu elemen sedikit lebih penting dari elemen lainnya	3	(1,3,5)	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, \frac{1}{1})$
Satu elemen lebih penting dari elemen lainnya	5	(3, 5, 7)	$(\frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3})$
Satu elemen sangat penting dari elemen lainnya	7	(5, 7, 9)	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{7}, \frac{1}{5})$
Satu elemen mutlak lebih penting dari elemen lainnya	9	(7, 9, 9)	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{7})$
Nilai-nilai antara dua nilai perbandingan yang berdekatan	$(x-2), x, (x+2)$		$(\frac{1}{(x+2)}, \frac{1}{x^2}, \frac{1}{(x-2)})$

Sumber: Chang (1996)

3. Setelah data matriks perbandingan berpasangan masing-masing responden diubah ke dalam skala fuzzy, maka dilakukan uji konsistensi data terlebih dahulu, dengan langkah sebagai berikut:

- a) Pendapat para pakar disatukan menggunakan *geometric mean* (Saaty, 1993);

$$A_{ij} = (Z_1 \times Z_2 \times Z_3 \times \dots \times Z_n)^{1/n} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

A_{ij} = nilai rata-rata perbandingan antara A_i dengan A_j untuk n responden

Z_i = nilai perbandingan antara kriteria A_i dengan A_j responden ke- i

n = jumlah responden

- b) Bilangan fuzzy ditransformasikan menjadi bilangan *crisp* (Yong, 2006);

$$P = \frac{l+4m+u}{6} \dots \dots \dots (2)$$

- c) *Priority vector* dihitung dengan cara menjumlahkan nilai yang terdapat dalam satu kolom dan diberi nama total kolom. Kemudian setiap entri matriks dibagi dengan total kolomnya masing-masing dan hasil yang terdapat dalam satu baris dijumlah;

- d) Uji konsistensi dilakukan dimana nilai yang diinput dan dikelola harus menghasilkan *Consistency Ratio* (CR) lebih kecil atau sama dengan 10%;

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \dots \dots \dots (3)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

n = banyak kriteria atau sub kriteria

CI = indeks konsisten (*Consistency Index*)

CR = nilai *Random Index* (Tabel 8)

Tabel 8 Nilai RI (*Random Index*)

n	Random Index
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

Sumber : Saaty (1993)

4. Setelah dilakukan uji konsistensi, bobot tingkat kepentingan kriteria kemudian dihitung dengan langkah sebagai berikut:

- a) Nilai sintesis fuzzy (*fuzzy weights*) dihitung untuk objek ke- i (Cortés, Serna, & Jaimes, 2012);

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

M = bilangan *triangular fuzzy*

i = 1, 2, 3, ... n ; n = jumlah alternatif

j = 1, 3, 4, ... m ; m = jumlah kriteria

g = indeks untuk parameter (l, m, u)

- b) Setelah nilai sintesis fuzzy (*fuzzy weights*) didapat, proses defuzzyfikasi dilakukan untuk mendapatkan nilai *crisp* dengan metode *Centroid of Area* (COA) yaitu mencari titik pusat dari kurva segitiga;

- c) Normalisasi setiap bobot.

Setelah mendapatkan bobot untuk masing-masing kriteria dan sub kriteria, skala prioritas kesiapan modernisasi irigasi ditentukan dengan metode SAW, dengan langkah sebagai berikut :

1. Penentuan alternatif (A_i).
2. Penentuan kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan (C_j).
3. Penentuan bobot preferensi atau tingkat kepentingan (w) setiap kriteria yang telah diperoleh dan diterapkan dari proses FAHP.
4. Normalisasi dengan cara menghitung skoring kinerja ternormalisasi dari alternatif A_i pada kriteria C_j .
5. Perhitungan hasil akhir nilai preferensi (V_i) diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian bobot (w) dengan skoring ternormalisasi (r) seperti ditunjukkan dalam Persamaan 6.

$$V_i = \sum_j^n w_j \times r_{ij} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

r_{ij} = nilai dari alternatif ke- i pada kriteria ke- j

w_j = tingkat kepentingan (bobot) kriteria ke- j

Untuk menentukan peringkat adalah dengan cara melihat nilai akhir yang diperoleh pada point 5 mulai dari yang tertinggi sampai ke yang terendah.

III. PEMBAHASAN

3.1. Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data dilakukan terlebih dahulu terhadap kuisisioner matriks perbandingan berpasangan sebelum melakukan analisis lebih lanjut. Data yang digunakan adalah rerata dari jawaban 9 responden pada 39 pertanyaan (Tabel 9). Dari hasil analisis diketahui bahwa semua pertanyaan dijawab dengan konsisten karena memiliki nilai CR < 10%.

Tabel 9 Uji Konsistensi Data

No.	Kriteria dan Sub Kriteria	Jumlah Pertanyaan	CR (%)
1.	Modernisasi Irigasi	5	8
2.	Peningkatan Keandalan Penyediaan Air Irigasi	3	1
3.	Perbaikan Sarana dan Prasarana Irigasi	9	8
4.	Sistem Pengelolaan Irigasi	5	4
5.	Sistem Operasional Irigasi	6	0
6.	Institusi Pengelola Irigasi	5	3
7.	Sumber Daya Manusia	2	0
8.	Pemerintah	2	0
9.	Petani	2	0
TOTAL		39	

Sumber : Hasil Analisis

3.2. Pembobotan Tingkat Kepentingan Kriteria dengan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)

Setelah melakukan uji konsistensi, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai sintesis fuzzy (*fuzzy weights*). Kemudian dilakukan *defuzzyfikasi* untuk memperoleh nilai *crisp* dengan metode *Centroid of Area (COA)* dan terakhir dilakukan normalisasi (Tabel 10). Analisis dilakukan berdasarkan kriteria dan sub kriteria modernisasi irigasi dan didapatkan hasil bobot tingkat kepentingan pada Tabel 7, dengan uraian sebagai berikut:

1. Peningkatan Keandalan Penyediaan Air Irigasi memiliki bobot tertinggi yaitu 24,92%, karena tanpa tersedianya air, kegiatan irigasi tidak akan terlaksana.
2. Kedua yaitu Sumber Daya Manusia (SDM) dengan bobot 21,39%, karena SDM adalah manusia pelaku dalam pengelolaan irigasi yang terdiri dari pemerintah dan petani, yang mana baik kuantitas maupun kualitasnya sangat mempengaruhi kegiatan modernisasi irigasi yaitu agar tercapai *Level of Service (LoS)* keandalan, kecukupan air, kelenturan pembagian dan pendistribusian, kepuasan petani dan kepastian penerimaan.
3. Ketiga yaitu Sistem Pengelolaan Irigasi dengan bobot 20,21%, karena bertujuan untuk mengatur jumlah sumberdaya air yang tersedia bervariasi terhadap waktu dan tempat dengan jumlah kebutuhan air irigasi tanaman untuk memaksimalkan tingkat produktivitas dan intensitas pertanaman tertentu di suatu daerah irigasi.
4. Keempat yaitu Institusi Pengelola Irigasi dengan bobot 18,72%, meliputi instansi pemerintah dan instansi non pemerintah yang akan menata pengelolaan irigasi untuk mencegah terjadinya konflik kepentingan penggunaan air irigasi baik itu antara pengguna hulu hilir, antara sektor, maupun antara wilayah administrasi.
5. Terakhir yaitu Perbaikan Sarana dan Prasarana Irigasi yang memiliki bobot terendah yaitu 14,76%. Artinya memiliki pengaruh paling kecil terhadap kegiatan modernisasi irigasi, namun demikian semua kerusakan dan kekurangan pada sarana dan prasarana perlu diatasi dengan pemeliharaan yang terencana baik perencanaan dan pendanaannya dengan menciptakan struktur konstruksi yang dapat menjadikan umur layanan lebih lama yang akhirnya dapat memperkecil biaya operasi dan pemeliharaan.

Tabel 10 Rekapitulasi Bobot Kriteria dan Sub Kriteria dengan Metode FAHP

No.	Kriteria	Bobot (%)	No.	Sub Kriteria	Bobot (%)	Urutan
I.	Peningkatan Keandalan Penyediaan Air Irigasi	24,92	1.	Ketersediaan	10,33	1
			2.	Keandalan	10,58	
			3.	Kehilangan	4,01	
II.	Perbaiki Sarana dan Prasarana Irigasi	14,76	1.	Bangunan Utama	4,25	5
			2.	Saluran Pembawa	3,15	
			3.	Bangunan pada Saluran Pembawa	2,75	
			4.	Pembawa	1,08	
			5.	Saluran Pembuang	0,57	
			6.	Jalan Masuk/ Inspeksi	0,93	
			7.	Pengendali Sedimen	0,82	
			8.	Pengembangan Tersier	0,55	
			9.	Daerah Sempadan Sarana Pelengkap	0,67	
III.	Sistem Pengelolaan Irigasi	20,21	1.	Manual OP	4,28	3
			2.	Sistem Operasional Irigasi	4,14	
			a.	Sistem Pembagian Air	0,69	
			b.	Periode Pembagian Air	0,69	
			c.	Golongan	0,69	
			d.	Perhitungan Kebutuhan dan Pembagian Air	0,69	
			e.	Produktivitas Air	0,69	
			f.	Pengumpulan Data	3,85	
			3.	Pemeliharaan dan Rehabilitasi	4,75	
			4.	Pembiayaan	3,18	
5.	Partisipasi Petani dalam Pengambilan Keputusan					
IV.	Institusi Pengelola Irigasi	18,72	1.	Dinas PU SDA Provinsi	5,00	4
			2.	Dinas PU Kabupaten	2,87	
			3.	UPTD	3,94	
			4.	HIPPA	3,15	
			5.	Komisi Irigasi	3,76	
V.	Sumber Daya Manusia (SDM)	21,39	1.	Pemerintah	11,73	2
			a.	Kuantitas	3,44	
			b.	Kualitas	8,29	
			2.	Petani	9,66	
			a.	Kuantitas	2,54	
b.	Kualitas	7,12				

Sumber : Hasil Analisis

3.3. Skala Prioritas Kesiapan Modernisasi Irigasi dengan Metode *Simple Additive Weighting (SAW)*

Setelah didapat bobot untuk masing-masing kriteria dan sub kriteria, dapat ditentukan skala prioritas kesiapan modernisasi irigasi. Yaitu dari

penjumlahan hasil perkalian bobot dengan skoring ternormalisasi (skoring 21 responden pada kuisioner skala likert). Untuk menentukan peringkat adalah dengan cara melihat nilai akhir dari yang tertinggi sampai ke yang terendah.

Tabel 11 Skala Prioritas Kesiapan Modernisasi Irigasi dengan Metode SAW

No.	Daerah irigasi	Bobot (%)	Skala Prioritas
1.	DI Candi Limo	60,99%	5
2.	DI Kromong	80,99%	1
3.	DI Penewon	63,82%	4
4.	DI Mernung	79,91%	2
5.	DI Jatikulon	58,50%	6
6.	DI Subantoro	55,08%	7
7.	DI Sinoman	72,24%	3

Sumber : Hasil Analisis

Nilai IKMI dapat dikategorikan menjadi 4 bagian sebagai berikut (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2011):

1. Nilai > 80 : predikat memadai, modernisasi dapat diterapkan
2. Nilai 50 – 80 : predikat cukup, modernisasi ditunda, dilakukan penyempurnaan 1 – 2 tahun
3. Nilai 30 – 50 : predikat kurang, modernisasi ditunda, dilakukan penyempurnaan 2 – 4 tahun
4. Nilai < 30 : predikat sangat kurang, modernisasi tidak dapat dilakukan, perlu penyempurnaan yang fundamental

Oleh karena itu, nilai IKMI pada 7 daerah irigasi kewenangan Pemerintah Provinsi Jawa Timur di Kabupaten Mojokerto dapat dikategorikan menjadi 2 bagian sebagai berikut :

1. Modernisasi irigasi dapat diterapkan, yaitu pada DI Kromong.
2. Modernisasi irigasi ditunda untuk dilakukan penyempurnaan terlebih dahulu, yaitu pada DI Mernung, DI Sinoman, DI Penewon, DI Candi Limo, DI Jatikulon dan DI Subantoro.

Jika dilihat dari kondisi eksisting, baik data primer berupa jawaban responden pada kuesioner dan juga data sekunder dari Dinas PU Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur, memang sesuai bahwa DI Kromong dengan luas layanan 1.055 Ha adalah daerah irigasi kewenangan Pemerintah Provinsi Jawa Timur di Kabupaten Mojokerto yang paling siap menuju modernisasi irigasi.

Dari segi ketersediaan air debit tersedia lebih dari 1,5 kali luas layanan dengan IP 300% untuk pola tanam padi – padi – palawija. Dari segi sarana dan prasarana kondisinya relatif baik dengan tingkat kerusakan 10% – 20% dari kondisi awal bangunan. Dari segi system pengelolaan irigasi sudah tersedia

manual OP dan lebih dari 50% dilaksanakan, dana OP lebih dari 70% - 90% kebutuhan AKNOP, sebagian pembagian air berdasarkan kebutuhan lapangan, periode pembagian air 10 harian. Dari segi institusi pengelola irigasi sangat bertanggung jawab sesuai tupoksi masing-masing dan saling bersinergi satu sama lain. Sedangkan dari segi sumber daya manusia yang sedikit kurang yaitu jumlah petugas OP tercukupi namun hampir memasuki masa purna tugas dan sebagian kecil kurang memahami OP.

IV. KESIMPULAN

Terdapat 5 kriteria dan 34 sub kriteria untuk menentukan skala prioritas kesiapan suatu daerah irigasi dalam melaksanakan modernisasi irigasi. Dari hasil analisis menggunakan metode FAHP didapatkan bobot untuk masing-masing kriteria dan sub kriteria. Pada bobot tersebut dapat dilihat bahwa kriteria Peningkatan Keandalan Penyediaan Air Irigasi memiliki bobot yang paling tinggi yaitu sebesar 24,92% yang artinya memiliki pengaruh paling besar dalam modernisasi irigasi, kemudian diikuti Sumber Daya Manusia (SDM) 21,39%, Sistem Pengelolaan Irigasi 20,21%, Institusi Pengelola Irigasi 18,72% dan Perbaikan Sarana dan Prasarana Irigasi 14,76%.

Dari hasil analisis menggunakan metode SAW didapatkan skala prioritas kesiapan daerah irigasi kewenangan Provinsi Jawa Timur pada Kabupaten Mojokerto dalam melaksanakan modernisasi irigasi adalah bahwa modernisasi irigasi dapat diterapkan pada DI Kromong. Modernisasi irigasi ditunda untuk dilakukan penyempurnaan terlebih dahulu pada DI Mernung, DI Sinoman, DI Penewon, DI Candi Limo, DI Jatikulon dan DI Subantoro.

Analisis pada penelitian ini sangat berdasarkan pemahaman dan preferensi responden pada pertanyaan dalam kuisisioner, oleh karena itu hanya bersifat sebagai alat bantu di dalam pengambilan keputusan secara manajerial. Di dalam pengambilan keputusan secara lebih tepat nantinya juga perlu dilaksanakan tinjauan lapangan dan penelusuran jaringan irigasi bersama serta *Focus Group Discussion (FGD)* antara stakeholder terkait untuk menentukan daerah irigasi mana yang paling siap untuk melaksanakan program modernisasi irigasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Magister Bidang Keahlian Manajemen Aset Infrastruktur, Departemen Teknik Sipil, FTSLK ITS atas kesempatan melakukan penelitian mengenai Analisis Kesiapan Modernisasi Irigasi pada Daerah Irigasi Kewenangan Pemerintah Provinsi di

Kabupaten Mojokerto ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dinas PU Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur, para Kepala UPTD, para Juru Pengairan, para HIPPA, para pakar modernisasi irigasi dan semua pihak yang membantu dalam pengumpulan data serta kesediaannya menjadi responden.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, S. S., Prabowo, A., Sastrohardjono, S., Sukarno, I., & Sidharti, T. S. (2014). *Pokok - Pokok Modernisasi Irigasi Indonesia*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Astuti, P. S., & Wardoro, R. (2014). Sistem pendukung keputusan penentuan pemenang tender pekerjaan konstruksi dengan metode fuzzy AHP. *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems*, 8(1), 1–12.
- BPS Provinsi Jawa Timur. (2018). *Luas Lahan Sawah Non Irigasi Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Pengairan di Provinsi Jawa Timur (Ha), 2013-2017*.
- Burt, C. M. (2001). *Rapid Appraisal Process and Benchmarking* (ITRC Report No. R 01-008). California, USA: The Irrigation Training & Research Center.
- Chang, D.-Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2)
- Cortés, J. A. Z., Serna, M. D. A., & Jaimes, W. A. (2012). Applying fuzzy extended analytical hierarchy (FEAHP) for selecting logistics software. *Ingeniería e Investigación*, 32(1), 94–99.
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2011). *Pedoman Umum Modernisasi Irigasi (Kajian Akademik)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2013). *Survey Rapid Appraisal Procedure (RAP) dalam rangka Penentuan Indeks Kesiapan Modernisasi Irigasi (IKMI)*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Irigasi dan Rawa, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Fishburn, P. C. (1967). Letter to the Editor—Additive Utilities with Incomplete Product Sets: Application to Priorities and Assignments. *Operations Research*, 15(3), 537–542. <https://doi.org/10.1287/opre.15.3.537>
- Food and Agriculture Organization. (1997). Modernization of irrigation schemes: Past experiences and future options. Dipresentasikan pada FAO Expert Consultation, Bangkok, Thailand, 26-29 November 1996.
- Hakim, A., Suriadi, A., & Masruri. (2012). Tingkat kesiapan masyarakat petani terhadap rencana modernisasi irigasi (studi kasus di Daerah Irigasi Barugbug, Jawa Barat). *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*, 4(2), 67–78.
- Kementerian PUPR. (2015a). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 14 /PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Status Daerah Irigasi*.
- Kementerian PUPR. (2015b). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi*.
- Kementerian PUPR. (2015c). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 30/PRT/M/2015 tentang Pengembangan dan Pengelolaan Sistem Irigasi*. Jakarta.
- Martief, M. M., & Krisbandono, A. (2015). *Modernisasi, Peningkatan Jaringan, atau Rehabilitasi Irigasi*. Jakarta, Indonesia: Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Maulian, G. (2013). *Analisis Faktor yang Mempengaruhi Modernisasi Irigasi pada Daerah Irigasi Rajamandala Kabupaten Bandung Barat* (PhD Thesis). Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil, ITS, Malang, Indonesia.
- Mulyadi. (2014). *Kajian Kinerja Sistem Irigasi dengan Pendekatan MASSCOTE (Mapping System and Service for Canal Operation Techniques) dalam Rangka Penunjang Pilar Modernisasi Irigasi (Studi Kasus Daerah Irigasi Barugbug Jawa Barat)* (Master Thesis). Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.
- Nam, V. H. (2016). Research and Proposal on the Irrigation Modernization Framework in Red River Delta, Vietnam. Dalam *International Conference on the Mekong, Salween and Red Rivers: Sharing Knowledge and Perspectives Across Borders* (hlm. 429–455). Chulalongkorn University.
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur. (2014). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Provinsi Jawa Timur Tahun 2014 – 2019*.
- Saaty, T. L. V. (1993). *Pengambilan Keputusan bagi Para Pemimpin*. (L. Setiono, Trans.). Jakarta, Indonesia: Pustaka Binaman Pressindo.

Sega, N. H. H., Rahmawati, R., & Yasin, H. (2012). Penentuan Faktor Prioritas Mahasiswa Dalam Memilih Telepon Seluler Merk Blackberry dengan Fuzzy AHP. *Jurnal Gaussian*, 1, 73–82.

Sugiyono. (2010). *Statistik untuk Penelitian*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.

Yong, D. (2006). Plant location selection based on fuzzy TOPSIS. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 28(7), 839–844. <https://doi.org/10.1007/s00170-004-2436-5>