



**FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP KINERJA SISTEM IRIGASI
DI WILAYAH SEMI ARID PULAU TIMOR MELALUI PENDEKATAN
PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS**

**FACTORS THAT INFLUENCE OF IRRIGATION SYSTEM PERFORMANCE
IN SEMI ARID REGION OF TIMOR ISLAND THROUGH APPROACH
PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS**

Oleh:

Ida Nurwiana¹⁾ ✉, Akhmad Fauzi²⁾, Ernan Rustiadi²⁾, Bambang Juanda²⁾

¹⁾Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana

Jl. Adisucipto, Penfui Kotak Pos 104, Kupang 85001-NTT

²⁾Ilmu Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan, Sekolah Pascasarjana
Institut Pertanian Bogor Jl. Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Korespondensi Penulis, Telp: +62-811382463; email: ✉ idanurwiana@gmail.com

Naskah ini diterima pada 17 Desember 2018; revisi pada 15 Maret 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 07 Mei 2019

ABSTRACT

Irrigation system is very complex system, including irrigation water, irrigation area, the physical infrastructure of irrigation, human resources, irrigation institutional, management, financing, and technology which are interrelated to support agriculture. To increase agricultural production, the efforts made need to be formulated by considering the performance of the irrigation system and the influence of each related factor. This study aims to analyze the factors that influence of performance of the irrigation systems the irrigation area of district/municipality, province, central government in the semi-arid regions of Timor Island through the Principal Component Analysis (PCA) approach. Principal component analysis method uses fifteen indicators from 345 irrigation areas. This study concludes that fifteen variables showed a significant relationship both positive and negative towards the performance of the irrigation systems. The order of the biggest contribution of influences affecting the performance of the irrigation system in the main model component is the institutional aspects of the authority of the district/municipality irrigation area, productivity of rice, availability of supporting facilities for operation and maintenance, damage rate of drainage system, damage rate of secondary canals and damage rate of primary canals. The total cropping intensity shows a negative relationship to the performance of irrigation systems in semi-arid areas which water is limited. Meanwhile, the area of irrigation scheme, rice productivity, level of the participation of water user association, availability of supporting facilities for operation and maintenance, ratio of the number of operation and maintenance officers to irrigation area, frequency of maintenance of infrastructures, operation and maintenance costs, rehabilitation costs, authority of provincial irrigation areas show a positive relationship to system performance irrigation.

Keywords: *authority of irrigation area, irrigation system, performance, principal component analysis, semi-arid region*

ABSTRAK

Sistem irigasi merupakan sistem yang sangat kompleks, meliputi air irigasi, daerah irigasi, prasarana fisik irigasi, sumber daya manusia, kelembagaan irigasi, manajemen, pembiayaan, teknologi partisipasi petani/P3A yang saling terkait untuk menunjang pertanian. Untuk meningkatkan produksi pertanian, upaya-upaya yang dilakukan perlu dirumuskan dengan memerhatikan kinerja sistem irigasi dan pengaruh setiap faktor terkait. Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor yang berpengaruh terhadap kinerja sistem irigasi daerah irigasi kewenangan kabupaten/kota, provinsi, pemerintah (pusat) di wilayah *semi-arid* Pulau Timor melalui pendekatan *Principal Component Analysis* (PCA). Metode analisis komponen utama menggunakan lima belas indikator dari data 345 daerah irigasi. Studi ini menyimpulkan lima belas variabel menunjukkan hubungan signifikan baik positif maupun negatif terhadap kinerja sistem irigasi. Urutan kontribusi terbesar memengaruhi kinerja sistem irigasi dalam model komponen utama adalah aspek kelembagaan, kewenangan daerah irigasi, produktivitas padi, ketersediaan sarana penunjang operasi dan pemeliharaan, tingkat kerusakan saluran pembuang, tingkat kerusakan saluran sekunder dan tingkat kerusakan saluran primer. Intensitas pertanaman total menunjukkan hubungan negatif terhadap kinerja sistem irigasi di wilayah *semi-arid* dengan keterbatasan air. Sementara itu, luas daerah irigasi, produktivitas padi, tingkat partisipasi petani pemakai air, ketersediaan sarana penunjang operasi dan pemeliharaan, rasio tenaga operasi dan pemeliharaan terhadap luas daerah irigasi, frekuensi pemeliharaan bangunan dan saluran, biaya operasi dan pemeliharaan, biaya rehabilitasi, kewenangan daerah irigasi provinsi menunjukkan hubungan positif terhadap kinerja sistem irigasi.

Kata kunci: *kewenangan daerah irigasi, kinerja, principal component analysis, sistem irigasi, wilayah semi-arid*

I. PENDAHULUAN

Berbagai pengaturan tanggung jawab dan kewenangan pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi oleh pemerintah pusat, pemerintah provinsi, dan pemerintah kabupaten/kota masih belum mampu mengatasi persoalan di lapangan dengan tepat. Hal ini terlihat dari masih banyaknya Daerah Irigasi (DI) yang prasarana irigasinya kurang berfungsi dengan tingkat kerusakan jaringan yang tinggi sehingga memerlukan biaya tinggi. Selain itu, rendahnya kepedulian terhadap penyediaan dana operasi dan pemeliharaan (OP), sumber daya manusia tenaga OP terbatas, dan partisipasi perkumpulan petani pemakai air (P3A) atau gabungan perkumpulan petani pemakai air (GP3A) juga belum optimal. Hal tersebut juga ditunjang dengan masalah insentif lemah, hak properti yang kompleks, dan kendala keuangan. Sistem irigasi yang baik menjadi suatu hal yang perlu diperhatikan agar permasalahan tersebut tidak muncul atau minimal dapat dikurangi.

Sistem irigasi merupakan aspek yang sangat kompleks, yaitu meliputi air irigasi, daerah irigasi, prasarana fisik irigasi, sumber daya manusia, kelembagaan irigasi, manajemen, sarana penunjang irigasi, pembiayaan, dan teknologi. Semua hal itu saling terkait satu sama lain untuk mencapai tujuan yang diinginkan, yaitu menunjang pertanian sehingga produktivitasnya meningkat. Hal ini terangkum dalam 5 (lima) pilar sistem irigasi, yaitu ketersediaan air, prasarana irigasi, manajemen pengelolaan irigasi, institusi pengelola irigasi, dan sumber daya manusia (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2011).

Pendekatan sistem irigasi digunakan sebagai langkah untuk melihat secara komprehensif permasalahan irigasi yang tidak hanya memerhatikan faktor fisik (ketersediaan air dan prasarana irigasi), namun juga faktor nonfisik (sosial, ekonomi, dan kelembagaan kewenangan). Dengan kata lain, solusi dalam permasalahan irigasi tidak hanya bergantung pada aspek teknis, ekonomi, sosial budaya, namun juga pada institusi yang memberlakukannya karena sistem irigasi memiliki banyak eksternalitas (Kobayashi, 2005).

Salah satu cara untuk melihat sistem irigasi yang terkait dengan kelembagaan dan pembagian kewenangan antara pemerintah pusat, pemerintah provinsi, dan pemerintah kabupaten/kota tersebut adalah dengan melihat kinerjanya. Dengan demikian, akan diketahui sejauh mana skema irigasi mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

Kinerja merupakan tolok ukur untuk evaluasi pengelolaan irigasi. Menurut Abernethy (1986), penilaian kinerja merupakan salah satu elemen penting untuk mengenali keterbatasan atau kendala dalam meningkatkan pengelolaan irigasi. Argumen ini diperjelas oleh Molden & Gates (1990) yang menyatakan bahwa pengelolaan air irigasi melibatkan tiga tahap, yaitu perencanaan, operasi, dan evaluasi. Pada tahap perencanaan, tujuan/sasaran yang telah ditentukan digunakan dalam menyusun rencana alokasi distribusi sumber daya air untuk berbagai jenis tanaman. Pada tahap operasi, rencana yang sudah disusun dilaksanakan dan diimplementasikan. Pada tahap evaluasi, data operasi dikumpulkan dan dianalisis untuk menentukan kinerjanya. Dengan demikian, kinerja sistem irigasi merupakan suatu pencapaian kemampuan kerja dari unsur-unsur pembentuk sistem irigasi.

Berbagai indikator untuk menilai kinerja sistem irigasi telah banyak dikaji. Sebagai contoh, keberhasilan kinerja sistem irigasi dipengaruhi oleh ketersediaan/debit air dan kecukupan air irigasi (Balderama, Bareng, & Alejo, 2014; Gorantiwar & Smout, 2005; Mangrio, Mirjat, Li, & Chandio, 2014; Molden & Gates, 1990), serta keteraturan, ketepatan, dan distribusi air irigasi (Abernethy, 1986; Bos, Murray-Rust, Merrey, Johnson, & Snellen, 1994; Molden, Sakthivadivel, Perry, Fraiture, & Kloezen, 1998). Sementara itu, efektivitas air irigasi yang merupakan rasio areal lahan yang dapat diairi dengan seluruh target area yang direncanakan untuk dapat diairi, juga merupakan unsur penting kinerja sistem irigasi (Bos *et al.*, 1994; Molden *et al.*, 1998). Ketersediaan air akan meningkatkan intensitas pertanaman ataupun produktivitas (Balderama *et al.*, 2014; Bos *et al.*, 1994; Gorantiwar & Smout, 2005; Molden *et al.*, 1998; Tilahun, Teklu, Michael, Fitsum, & Awulachew, 2011) yang pada akhirnya akan berdampak pada kinerja sistem irigasi. Demikian juga peran prasarana irigasi, yang dicerminkan oleh parameter efisiensi, merupakan salah satu faktor penting bagi kinerja sistem irigasi (Bos *et al.*, 1994; Gorantiwar & Smout, 2005; Kloezen & Garces-Resrepo, 1998; Molden & Gates, 1990). Keberlanjutannya bergantung pada pemeliharaan, membutuhkan tenaga pemeliharaan (Sayin, Karaman, Yilmaz, & Celikyurt, 2013), kuantitas pemeliharaan (Bos *et al.*, 1994), dan pembiayaan yang berdampak pada kinerja sistem irigasi. Demikian halnya pelibatan P3A secara partisipatif dalam pemeliharaan (R. Ismail, 2016; Ronaldi Ismail, 2016; Koc, Ozdemir, & Erdem, 2006; Yami, 2013; Yercan, Atis, & Salali, 2009), diharapkan dapat mempertahankan dan memperbaiki efisiensi

irigasi yang berdampak pada kinerja sistem irigasi.

Di Provinsi NTT, terdapat 2.062 DI permukaan dengan luas 348.557 ha (Tabel 1). DI kewenangan pemerintah (pusat) sejumlah 26 dengan luas 106.689 ha. DI kewenangan pemerintah provinsi sejumlah 42 dengan luas 60.328 ha. DI kewenangan pemerintah kabupaten/kota sejumlah 3.069 DI dengan luas 188.952 ha. Tingkat kerusakan DI tersebut cukup yang terjadi cukup tinggi seperti pada Tabel 2. Hal ini mengindikasikan adanya penurunan kinerja sistem irigasi.

Kinerja sistem irigasi, diduga dipengaruhi beberapa faktor, yaitu luasan DI, kondisi bangunan dan jaringan irigasi, sumber

daya manusia tenaga operasi dan pemeliharaan, manajemen, teknologi yang digunakan, partisipasi P3A. Faktor-faktor tersebut berpotensi memiliki multikolinieritas. Analisis pengaruh faktor-faktor pada kondisi dimana terjadi multikolinieritas dapat menggunakan analisis komponen utama (*Principal Component Analysis/PCA*). Analisis komponen utama merupakan analisis *multivariate* yang berusaha “mentransformasi” variabel asli/asal yang saling berkorelasi ke set variabel baru yang tidak saling berkorelasi. Hal ini dilakukan dengan cara mengekstraksi sejumlah dimensi menjadi dimensi yang lebih kecil, namun tetap dapat menyerap informasi yang terkandung dalam variabel asli atau bisa memberikan kontribusi terhadap varian seluruh variabel (Pearson, 1901).

Tabel 1 Jumlah dan Luas DI Menurut Kewenangan di Provinsi NTT

Jenis Kewenangan	Jumlah DI	%	Luas (ha)	%	Keterangan
Kewenangan Pemerintah Pusat	26	0,83	106.689	29,97	Air permukaan
Kewenangan Provinsi	42	1,34	60.328	16,95	Air permukaan
Kewenangan Kabupaten/Kota	2.020	64,39	181.540	51,00	Air permukaan
	1.049	33,44	7.412	2,08	Air tanah
Total	3.137	100,00	355.969	100,00	

Sumber: Permen PUPR Nomor 14/PRT/M/2015

Tabel 2 Kondisi Jaringan Irigasi Air Permukaan di Provinsi NTT (dalam Persen)

Kondisi Jaringan	Bangunan Utama	Saluran Primer	Saluran Sekunder	Saluran Pembuang	Rerata Jaringan Irigasi
Kewenangan Provinsi Tahun 2014					
Baik	54,8	42,9	--	--	--
Rusak ringan	33,3	23,8	35,7	2,4	19,0
Rusak sedang	7,1	19,0	38,1	23,8	64,3
Rusak berat	4,8	14,3	26,2	73,8	16,7
Kewenangan Kabupaten/Kota Tahun 2014					
Baik	25,5	21,9	7,8	5,4	17,8
Rusak ringan	18,5	15,4	13,7	25,6	17,1
Rusak sedang	13,2	19,4	19,1	6,0	18,9
Rusak berat	42,8	43,3	59,4	62,9	46,3
Kewenangan Provinsi/Kabupaten/Kota Tahun 2014					
Baik	26,48	22,65	7,54	5,20	17,15
Rusak ringan	19,02	15,75	14,49	24,60	17,15
Rusak sedang	13,00	19,38	19,77	6,79	20,45
Rusak berat	41,49	42,21	58,21	63,41	45,26
Kewenangan Provinsi/Kabupaten/Kota Tahun 2015					
Baik	35,02	27,65	7,29	7,84	9,72
Rusak ringan	20,85	23,65	24,43	37,91	25,36
Rusak sedang	5,82	12,20	13,60	2,61	16,02
Rusak berat	38,31	36,50	54,68	51,63	48,90

Sumber: Data Kementerian PUPR Tahun 2014 dan 2015

Studi tentang analisis komponen utama tersebut telah banyak digunakan di berbagai bidang, antara lain Nasr & Zahran (2016) tentang kualitas air untuk pertanian; Boluwade & Madramootoo (2016) tentang kandungan air tanah; Jia, Fang, Tu, & Sun (2016) tentang faktor pendorong efisiensi penggunaan air irigasi; dan Muema, Home, & Raude (2018) tentang kinerja skema irigasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor yang berpengaruh terhadap kinerja sistem irigasi DI kewenangan pemerintah pusat, provinsi, dan kabupaten/kota, di wilayah *semi-arid* Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur melalui pendekatan analisis komponen utama.

II. METODOLOGI

2.1. Lokasi dan Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan di Pulau Timor Provinsi Nusa Tenggara Timur yang meliputi enam kabupaten/kota, yaitu Kota Kupang, Kabupaten Kupang, Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU), Kabupaten Belu dan Kabupaten Malaka. Daerah-daerah tersebut merupakan wilayah beriklim *semi-arid* dengan indeks kinerja sistem irigasi termasuk ke dalam kategori relatif kurang dan perlu perhatian. Di berbagai wilayah tersebut terdapat DI yang merupakan kewenangan pemerintah pusat, provinsi, dan kabupaten/kota. Jumlah DI adalah 345 seluas total 102.480 ha, yaitu 321 DI (43.347 ha) menjadi kewenangan kabupaten/ kota, 14 DI (18.177 ha) kewenangan provinsi dan 10 DI (40.956 ha) kewenangan pemerintah (pusat).

Data yang digunakan merupakan data sekunder tentang berbagai variabel dari 345 DI tahun 2017, yang bersumber dari Dinas PU Provinsi NTT, Kota Kupang, Kabupaten Kupang, Kabupaten TTS, Kabupaten TTU, Kabupaten Belu, Kabupaten Malaka, dan Kementerian PUPR, serta Direktorat Bina Operasi dan Pemeliharaan berupa data Rencana Teknis Irigasi (RTI) dan laporan *e-monitoring online*. Selain itu, juga digunakan data primer tentang biaya operasi dan pemeliharaan (OP), frekuensi pemeliharaan bangunan dan saluran, serta jumlah tenaga OP.

2.2. Analisis Data

Estimasi model untuk melihat faktor yang berpengaruh terhadap kinerja sistem irigasi dilakukan melalui *Principal Component Analysis* (PCA) berdasarkan metode dalam Juanda (2009). Analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak R dalam RStudio. Hubungan kinerja sistem irigasi dan berbagai faktor yang mempengaruhinya dapat digambarkan sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} D_1 + \beta_{15} D_2 + \epsilon_i \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- Y_i = indeks kinerja sistem irigasi DI ke i ; $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ($n = 345$)
- X_1 = luas DI (hektare)
- X_2 = intensitas pertanaman total (persen)
- X_3 = produktivitas padi (ton/hektare)
- X_4 = tingkat kerusakan bangunan utama (persen)
- X_5 = tingkat kerusakan saluran primer (persen)
- X_6 = tingkat kerusakan saluran sekunder (persen)
- X_7 = tingkat kerusakan saluran pembuang (persen)
- X_8 = tingkat partisipasi P3A memelihara saluran primer dan sekunder (persen)
- X_9 = ketersediaan sarana penunjang operasi & pemeliharaan (persen)
- X_{10} = rasio jumlah tenaga operasi dan pemeliharaan terhadap luas daerah irigasi
- X_{11} = frekuensi pemeliharaan bangunan dan saluran (kali/tahun)
- X_{12} = biaya operasi & pemeliharaan (juta rupiah/tahun)
- X_{13} = biaya rehabilitasi DI (juta rupiah)
- D_1 = *dummy* variabel kewenangan DI $D_1 = DK_{k/k}$ (1, jika kewenangan kab/kota; 0 = jika selainnya)
- D_2 = *dummy* variabel kewenangan DI $D_2 = DK_{prov}$ (1, jika kewenangan provinsi; 0 = jika selainnya) (kewenangan pusat sebagai kontrol)
- $\beta_1 \dots \beta_{15}$ = koefisien regresi
- β_0 = konstanta
- ϵ_i = *error term*
- $i \dots n$ = jumlah DI (345)

Komponen utama kemudian dipilih dengan tetap menjaga keragaman data cukup tinggi. Bila terdapat p variabel bebas, dipilih sejumlah k komponen utama (dimana $k < p$). Kriteria pemilihan k dalam penelitian ini adalah proporsi kumulatif keragaman data asal yang dijelaskan oleh k komponen utama minimal 70% atau mempunyai akar ciri (λ) lebih besar dari 1.

Bila komponen utama diturunkan dari populasi multivariat normal dengan vektor random $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ dan vektor rata-rata $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p)$, matriks kovarians $\Sigma = (\sigma^2_{ij})$, $i = 1, 2, \dots, p$; $j = 1, 2, \dots, p$ dengan akar ciri (*eigenvalue*) yaitu $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$.

Komponen utama yang pertama dinyatakan dengan PC₁ mengandung jumlah terbesar dari total variasi data. PC₁ sebagai kombinasi linier dalam variabel X_i ; i = 1,2...p.

$$PC_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_{12} + \dots + a_{1p}X_p \dots\dots\dots (2)$$

di mana a_{1i} dipilih sehingga memaksimalkan rasio dari varians PC₁ terhadap total varians, dengan pembatas bahwa $\sum a_{1i}^2 = 1$.

Penyusutan dimensi dari variabel asal dilakukan dengan mengambil sejumlah kecil komponen yang mampu menerangkan bagian terbesar keragaman data. Apabila komponen utama yang diambil sebanyak k komponen (dimana k < p), maka proporsi dari keragaman total yang bisa diterangkan oleh komponen utama ke-i adalah $\lambda_i / (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p)$, i = 1,2,...p.

Penurunan komponen utama dari matriks korelasi dilakukan dengan terlebih dahulu dilakukan standarisasi ke dalam bentuk baku. Standarisasi ini dilakukan terhadap data yang satuan pengamatannya tidak sama. Variabel baku (Z) diperoleh dari transformasi terhadap variabel asal dalam matriks berikut:

$$Z = (V^{1/2})^{-1} (X - \mu) \dots\dots\dots (3)$$

V^{1/2} adalah matriks simpangan baku dengan unsur diagonal utama adalah (α_{ii})^{1/2}, sedangkan unsur lainnya adalah nol. Nilai harapan E(Z) = 0 dan keragamannya adalah:

$$\text{Cov}(Z) = (V^{1/2})^{-1} \Sigma (V^{1/2})^{-1} = \rho \dots\dots\dots (4)$$

Komponen utama ke-i, yaitu PC_i yang dibentuk berdasarkan variabel-variabel yang telah dibakukan Z' = (Z₁, Z₂,.....Z_p) dengan Cov(Z) = ρ didefinisikan sebagai berikut:

$$PC_i = e_{i1}Z_1 + e_{i2}Z_2 + \dots + e_{ip}Z_p \quad i = 1,2...p \dots\dots\dots (5)$$

Analisis biplot yang merupakan salah satu upaya menggambarkan data-data yang ada dalam grafik berdimensi dua dari analisis komponen utama, yang bertujuan untuk menyajikan data peubah ganda dalam peta dua dimensi sehingga perilaku data mudah dilihat dan diinterpretasikan. Gabriel (1971) dan Greenacre (2010) menyatakan, biplot dapat menyajikan posisi relatif n objek pengamatan dengan p peubah secara simultan dalam grafik berdimensi dua.

Suatu matriks data X berukuran n × p yang berisi n pengamatan dan p peubah yang dikoreksi terhadap nilai rata-ratanya dan berdimensi r, dapat dituliskan menjadi:

$$X = U L A^T \dots\dots\dots (6)$$

Matriks U dan A masing-masing berukuran (n × r) dan (p × r) sehingga U^TU = A^TA = I_r.

L adalah matrik diagonal berukuran (r × r) dengan unsur-unsur diagonalnya adalah akar kuadrat dari akar ciri X^TX atau XX^T sehingga:

$$\sqrt{\lambda_1} \geq \sqrt{\lambda_2} \geq \dots \geq \sqrt{\lambda_r} \dots\dots\dots (7)$$

Kolom matriks A adalah vektor ciri yang berpadanan dengan akar ciri λ dari matrik X^TX atau XX^T. Lajur-lajur matrik U dapat dihitung melalui:

$$U_i = 1/\sqrt{\lambda_i} \times a_i \dots\dots\dots (8)$$

Dengan λ_i adalah akar ciri ke-i dari matrik X^TX dan a_i adalah lajur ke-i matrik A.

$$X = U L^\alpha L^{1-\alpha} A^T = G H^T \dots\dots\dots (9)$$

Sehingga G = UL^α serta H^T = L^{1-α}A^T, dimana α = 1/2.

Selanjutnya untuk mendapatkan peta persepsi dua dimensi, dipetakan g₁ dan g₂ sebagai kolom ke-1 dan ke-2 matrik G yang merupakan titik koordinat objek h₁ dan h₂ adalah kolom ke-1 dan ke-2 matrik H yang merupakan titik koordinat peubah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil estimasi model regresi linier berganda terhadap 15 variabel sebagaimana tercantum pada Tabel 3 menunjukkan variabel intensitas pertanaman total, produktivitas padi, tingkat kerusakan bangunan utama, tingkat kerusakan saluran sekunder, tingkat kerusakan saluran pembuang, frekuensi pemeliharaan bangunan dan saluran serta variabel dummy kewenangan kabupaten/kota berpengaruh signifikan, baik positif maupun negatif terhadap kinerja sistem irigasi dengan nilai R² = 0,5831, artinya model ini dapat menjelaskan keragaman variabel dependen sebesar 58,31%.

Hasil uji asumsi klasik terhadap model regresi Tabel 3, menghasilkan adanya risiko multikolinieritas yang tinggi antara variabel luas lahan irigasi (X₁) dengan biaya OP (X₁₂), terjadi auto-korelasi antardata pengamatan, terjadi heteroskedastisitas pada residual dan residual tidak menyebar normal. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan analisis komponen utama yang di dahului dengan standarisasi terhadap data, menghasilkan akar ciri pada Tabel 4 dan vektor ciri pada Tabel 5.

3.1. Penentuan Komponen Utama

Berdasarkan salah satu pendekatan atau tiga pendekatan, yaitu 1) *eigenvalues* dari PC yang nilainya lebih dari 1; 2) titik di mana terjadi perubahan gradien dari kurva *scree plot*; dan 3) menggunakan pendekatan ragam kumulatif yang nilainya lebih besar dari 65% (Cattell, 1966;

Petersen, Bertino, Callies, & Zorita, 2001; Razmkhah, Abrishamchi, & Torkian, 2010). Dari beberapa pendekatan tersebut maka diputuskan lima komponen utama, yaitu PC1-PC5. Dari hasil regresi Y terhadap skor komponen utama (Tabel 6), hanya komponen utama 1,3 dan 5 (PC1, PC3, dan PC5) yang signifikan [$Pr(>|t|)] < 0.05$. Selanjutnya, dilakukan transformasi standarisasi balik dari Z ke X dengan memasukan nilai rata-rata

dan standar deviasi variabel asal sehingga diperoleh hasil akhir model regresi sebagai berikut:

$$Y = 39,62 + 0,002X_1 - 0,006X_2 + 1,241X_3 - 0,055X_4 - 0,085X_5 - 0,082X_6 - 0,076X_7 + 0,046X_8 + 0,103X_9 + 61,25X_{10} + 0,040X_{11} + 0,005X_{12} + 0,002X_{13} - 5,850DK_{k/k} + 3,721DK_{prov} \dots\dots\dots (10)$$

Tabel 3 Hasil regresi faktor yang berpengaruh terhadap kinerja sistem irigasi

Indikator	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3,99E+01	7,10E+00	5,621	4,05E-08 ***
X1 (luas DI)	-7,49E-04	3,08E-03	-0,244	0,80772
X2 (IP Total)	-3,67E-02	1,18E-02	-3,109	0,00204 **
X3 (produktivitas padi)	4,94E+00	6,53E-01	7,560	4,04E-13 ***
X4 (kerusakan bangunan utama)	-8,54E-02	3,81E-02	-2,241	0,02567 *
X5 (kerusakan sal. primer)	6,35E-02	4,84E-02	1,312	0,19036
X6 (kerusakan sal. sekunder)	-3,58E-01	4,53E-02	-7,904	4,12E-14 ***
X7 (kerusakan sal.pembuang)	1,02E-01	4,52E-02	2,248	0,02526 *
X8 (partisipasi P3A)	-2,20E-02	3,10E-02	-0,710	0,47794
X9 (ketersediaan sarana OP)	5,13E-02	3,83E-02	1,339	0,18161
X10 (rasio tenaga OP thd luas)	-9,09E+01	1,22E+02	-0,746	0,45638
X11 (frek. pemeliharaan)	8,30E-01	1,50E-01	5,516	7,03E-08 ***
X12 (biaya OP)	5,91E-03	9,63E-03	0,613	0,54007
X13 (biaya rehabilitasi)	8,84E-04	1,63E-03	0,541	0,58863
DK _{k/k} (dummy kew.kab/kota)	-1,32E+01	6,18E+00	-2,143	0,03285 *
DK _{prov} (dummy kew.provinsi)	6,09E+00	7,57E+00	0,805	0,42166

Keterangan:

- Signif. Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1
- Multiple R-squared: 0.5831
- Adjusted R-squared: 0.5641
- F-statistic: 30.68 on 15 and 329 DF, p-value: < 2.2e-16

Tabel 4 Akar Ciri

Dimensi	Eigenvalue	Variance (%)	Cumulative Variance (%)
Dimensi 1	4,00941470	26,7294313	26,72943
Dimensi 2	2,46890137	16,4593424	43,18877
Dimensi 3	1,71783848	11,4522565	54,64103
Dimensi 4	1,40197099	9,34647325	63,98750
Dimensi 5	1,06130501	7,07536674	71,06287

Tabel 5 Vektor Ciri

Var	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Z1	0,3461655	0,35739558	-0,196281892	0,18010972	-0,01256843	0,106005870	-0,22041854	0,167349990
Z2	0,1300087	0,23122675	0,023431998	-0,08771276	-0,62783155	0,190411407	0,57399881	-0,046806821
Z3	0,1419439	-0,14130312	-0,554167608	0,11569201	0,02668614	0,074609289	0,33500267	-0,234246656
Z4	-0,2879853	0,12425517	-0,039061083	0,45565879	0,17834472	-0,095963581	0,30810678	0,242052724
Z5	-0,3277056	0,24851479	0,047674653	0,36795187	0,06468745	-0,002482594	0,18340493	0,226044875
Z6	-0,3307040	0,28009598	-0,003535263	0,16817227	0,07907551	-0,019165560	-0,18563439	-0,240592963
Z7	-0,2739612	0,42434288	0,102767957	-0,06897198	-0,06826968	0,084792194	-0,11955842	-0,161542955
Z8	0,3017867	-0,07483419	0,343546157	0,14289840	-0,02134773	-0,158156032	-0,21083353	-0,034832357
Z9	0,3238041	-0,11943633	-0,078844391	0,23978838	0,42579874	-0,243978595	0,27806240	-0,003944177
Z10	0,1551083	0,01396151	0,342507510	0,43970365	-0,07044975	-0,010394845	0,05179945	-0,705589186
Z11	0,1915690	-0,12946678	0,488308470	0,22545215	-0,15344512	0,140416994	0,09310097	0,451006623
Z12	0,3180389	0,28491529	-0,281132171	0,27317959	-0,13042603	0,161178159	-0,31914298	0,113404058
Z13	0,0117329	-0,07097267	0,123483388	-0,03126979	0,41367556	0,873355114	0,06546315	-0,067269510
Z14	-0,3042118	-0,45021682	-0,013124942	0,15034555	-0,20283392	0,063705429	-0,05648975	-0,017478242
Z15	0,1336410	0,37065568	0,254946200	-0,38747218	0,34424345	-0,181707711	0,29990590	-0,032887981

Tabel 6 Hasil Regresi Peubah Y terhadap Skor Komponen Utama

	Estimate	Std.Error	t-value	Pr (> t)
Intercept	38,00951	0,51631	73,618	<2e-16 ***
PC1	4,12853	0,25822	15,988	<2e-16 ***
PC2	-0,05399	0,32907	-0,164	0,870
PC3	-0,90793	0,39450	-2,301	0,022 *
PC4	-0,60637	0,43668	-1,389	0,166
PC5	1,20400	0,50190	2,399	0,017 *

Keterangan:

- Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1
- Multiple R-squared: 0,4421
- Adjusted R-squared: 0,4339
- F-statistic: 53,73 on 5 and 339 DF, p-value: < 2,2e-16
- Tidak ada risiko multikolinieritas

3.2. Analisis Biplot

Komponen utama (PC1–PC5) menggambarkan keterwakilan seluruh data set, yaitu merupakan struktur yang mendasari dalam data, sedangkan sisa komponen yang lain dianggap hanya berkontribusi ke varians data secara keseluruhan. PC1 menjelaskan 26,7% dari total varians, yang berarti seperempat informasi dalam data set (15 variabel) dapat dijelaskan oleh satu komponen utama. PC2 menjelaskan 16,5% dari varians, PC3 menjelaskan 11,5%, PC4 menjelaskan 9,3% dan PC5 menjelaskan 7,1% dari varians sehingga total dari 5 komponen utama (PC) adalah 71,063%. PC1 dan PC2 selanjutnya disebut Dim 1 dan Dim 2. Gambar 1 (antarvariabel) merupakan sebuah biplot yang menunjukkan informasi tentang beban variabel, yang membantu menafsirkan PCA. Besarnya keragaman yang mampu dijelaskan oleh semua indikator yang digunakan untuk melihat faktor yang mempengaruhi kinerja sistem irigasi idealnya adalah sebesar 100%. Akan tetapi, melalui analisis biplot dengan mereduksi seluruh indikator ke dalam ruang berdimensi dua, informasi melalui PC1 dan PC2 yang mampu dijelaskan masih 43,2%, sebagai berikut:

1. Keragaman peubah
Berdasarkan panjang vektor yang dibentuk, vektor yang paling panjang ditunjukkan oleh variabel *dummy* kewenangan kabupaten/kota, luas lahan DI dan kerusakan jaringan pembuang mempunyai keragaman besar (heterogen). Sebaliknya vektor yang digambarkan pendek mempunyai keragaman yang paling kecil, yaitu variabel biaya rehabilitasi (homogen).
2. Korelasi antar peubah
Variabel yang berkorelasi positif, yaitu variabel mengelompok bersama berada di kanan garis meliputi 10 variabel, yaitu kelompok pertama meliputi variabel luas

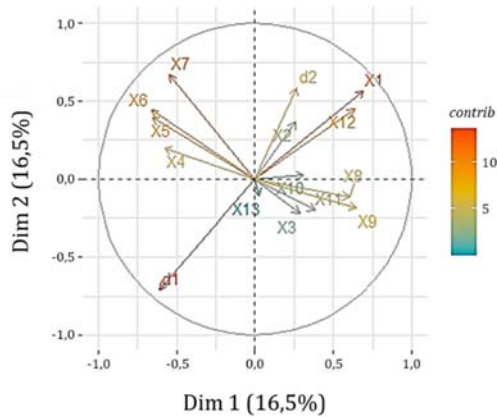
lahan irigasi, intensitas pertanaman total, biaya OP, dan *dummy* kewenangan provinsi. Kelompok berikutnya, yaitu produktivitas padi, partisipasi P3A, sarana penunjang OP, rasio tenaga OP, frekuensi pemeliharaan, biaya rehabilitasi. Sementara itu, variabel berkorelasi negatif, diposisikan pada sisi sebaliknya dari asal plot (kuadran lawan) 5 variabel, yaitu variabel kerusakan bangunan utama, kerusakan saluran primer, kerusakan saluran sekunder, kerusakan saluran pembuang dan variabel *dummy* kewenangan kabupaten/kota.

3. Kedekatan antar objek yang diamati
Dua objek yang memiliki karakteristik kemiripan akan digambarkan sebagai dua objek dengan posisi yang berdekatan. Hubungan variabel infrastruktur irigasi (variabel kerusakan saluran primer dan sekunder) memiliki ciri yang hampir sama dalam hal kerusakan infrastruktur irigasi. Variabel berdekatan lainnya, variabel luas lahan irigasi dan biaya OP, memiliki ciri yang hampir sama dalam hal kebutuhan biaya OP setiap hektare. Variabel partisipasi P3A dalam memelihara bangunan dan saluran serta ketersediaan sarana penunjang OP, memiliki ciri yang hampir sama dalam hal pemeliharaan infrastruktur irigasi.

3.3. Regresi Komponen Utama

Model regresi komponen utama faktor yang berpengaruh terhadap kinerja sistem irigasi dapat dijelaskan melalui persamaan 10. Secara keseluruhan, model regresi tersebut memberikan informasi berupa luas DI, produktivitas padi, tingkat partisipasi P3A memelihara saluran primer dan sekunder, ketersediaan sarana penunjang OP, rasio jumlah tenaga OP terhadap luas DI, frekuensi pemeliharaan bangunan dan saluran irigasi, biaya OP, biaya rehabilitasi DI, dan *dummy* variabel kelembagaan kewenangan DI provinsi yang memiliki pengaruh signifikan positif terhadap kinerja sistem irigasi.

Sementara itu, untuk intensitas pertanaman (IP) total, tingkat kerusakan bangunan utama, tingkat kerusakan saluran primer, tingkat kerusakan saluran sekunder, tingkat kerusakan saluran pembuang, dan *dummy* variabel kelembagaan kewenangan DI kabupaten/kota memiliki pengaruh signifikan negatif terhadap kinerja sistem irigasi dengan nilai R^2 sebesar 0,4421. Artinya, variasi variabel bebas melalui komponen utama mampu menjelaskan variasi variabel *dependent* sebesar 44,21%.



Gambar 1 Biplot Antarvariabel Melalui PC 1 dan PC2

Bila diperhatikan elastisitas model regresi komponen utama (Tabel 7), keseluruhan elastisitas dari variabel bebas yang mempengaruhi kinerja sistem irigasi, semuanya menunjukkan angka < 1 atau inelastis, artinya “tidak sensitif”. Hal ini disebabkan karena seberapa pun perubahan faktor tersebut, masyarakat/petani membutuhkan kinerja sistem irigasi yang baik untuk kelangsungan aktivitas pertaniannya dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan.

Kontribusi/peran terhadap kinerja sistem irigasi pada model regresi komponen utama, aspek kelembagaan variabel *dummy* kewenangan DI kabupaten/kota menunjukkan hubungan negatif. Hal ini mengindikasikan DI kewenangan kabupaten/kota cenderung lebih jelek/rendah kinerja sistem irigasinya dibandingkan kewenangan yang lainnya (provinsi/pusat). Dari angka

elastisitasnya, kontribusi/peran menjadi urutan pertama yang menyumbang terhadap kinerja sistem irigasi. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin banyak DI yang menjadi kewenangan kabupaten/kota maka kondisi kinerja sistem irigasi secara keseluruhan cenderung semakin menurun. Kontribusi urutan kedua dan ketiga terhadap kinerja sistem irigasi adalah produktivitas padi dan ketersediaan sarana penunjang OP. Semakin tinggi produktivitas padi dan ketersediaan sarana penunjang OP maka akan semakin meningkat kondisi kinerja sistem irigasi secara keseluruhan.

Pada kelompok prasarana fisik irigasi, khususnya saluran (primer, sekunder, dan pembuang), urutan kontribusi empat, lima, dan enam adalah tingkat kerusakan saluran pembuang, saluran sekunder, dan saluran primer. Secara berurutan hanya di kelompok ini tingkat kerusakan saluran pembuang menunjukkan urutan peran/kontribusi pertama terhadap kinerja sistem irigasi, yang diikuti tingkat kerusakan saluran sekunder dan saluran primer.

Dalam realitas, di Pulau Timor banyak DI di mana jaringan irigasi pembuangnya tidak dapat berfungsi. Ada banyak penyebab, antara lain adanya kerusakan karena kurangnya pemeliharaan, longsor, atau bahkan sudah hilang atau tidak ada. Saluran pembuang ini sangat penting terlebih pada musim hujan dimana air berlebih. Kelebihan air tersebut apabila tidak dapat dibuang dapat menggenangi lahan, menyebabkan kebusukan tanaman, dan lainnya.

Tabel 7 Angka Elastisitas Variabel Bebas Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Sistem Irigasi

Variabel Independen	Koefisien Regresi	Rataan Variabel Asal	Elastisitas	Urutan Peran
X ₁ Luas DI	0,002	297,043478	0,016	
X ₂ IP total	-0,006	81,484696	-0,013	
X ₃ Produktivitas padi	1,241	3,287536	0,107	2
X ₄ Tkt kerusakan bang.utama	-0,055	23,626087	-0,034	
X ₅ Tkt kerusakan sal. primer	-0,085	23,768116	-0,053	6
X ₆ Tkt kerusakan sal. sekunder	-0,082	26,930435	-0,058	5
X ₇ Tkt kerusakan sal. pembuang	-0,076	30,710145	-0,061	4
X ₈ Tkt partisipasi P3A	0,046	30,318841	0,037	
X ₉ Ketersediaan sarana penunjang OP	0,103	31,987246	0,087	3
X ₁₀ Rasio tenaga OP thd luas DI	61,25	0,001772	0,003	
X ₁₁ Frekuensi pemeliharaan bang & sal	0,040	3,472464	0,004	
X ₁₂ Biaya OP	0,005	48,831229	0,006	
X ₁₃ Biaya rehabilitasi	0,002	96,658794	0,005	
DK _{k/k} <i>Dummy</i> kewenangan kab/kota	-5,850	0,930435	-0,143	1
DK _{prov} <i>Dummy</i> kewenangan provinsi	3,721	0,040580	0,004	
Y Indeks kinerja sistem irigasi		38,009507		

Sementara itu, tingkat kerusakan saluran sekunder menempati urutan kedua berkontribusi terhadap kinerja sistem irigasi dalam kelompok prasarana fisik irigasi. Secara teknis saluran sekunder sangat penting, karena saluran ini lebih panjang dibanding dengan saluran primer sehingga risiko kehilangan air di dalam perjalanan sangat tinggi yang berdampak terhadap efisiensi, distribusi air irigasi menjadi rendah, dan berdampak pada kinerja sistem irigasi.

Tingkat kerusakan saluran primer menempati urutan terakhir untuk kelompok ini. Secara teknis saluran primer mempunyai syarat harus didesain lebih kuat, karena membawa beban air dengan volume besar dengan panjang saluran tertentu yang lebih pendek dibanding dengan saluran sekunder, untuk kemudian dibagi menuju saluran sekunder.

3.3.1. Luas Daerah Irigasi

Luas DI pada model regresi komponen utama menunjukkan hubungan positif dan signifikan terhadap kinerja sistem irigasi. Dalam perencanaan DI, hasil perhitungan ketersediaan/debit air akan mencerminkan kemampuan untuk mengairi lahan irigasi dengan berbagai skenario pola tanam, termasuk juga strategi rotasi dalam teknik pemberian air irigasi mengingat merupakan wilayah *semi-arid*. Bangunan-bangunan air selain bendungan yang dibangun di Pulau Timor umumnya didesain dalam jangka waktu 30 tahun, perhitungan investasi bangunan tersebut termasuk memperhatikan manfaat dan *benefit cost*-nya juga diperhitungkan agar layak secara teknis dan ekonomis. Idealnya, secara operasional rasio areal lahan yang dapat diairi dengan target area yang direncanakan dapat diairi adalah 100% (efektivitas air irigasi adalah 100%). Namun pada kenyataannya, efektivitas ini tidak selalu mencapai 100%. Semakin tinggi debit air irigasi, efektivitas air irigasi mendekati 100% maka semakin baik kinerja pengelolaan air irigasi. Dengan demikian, dimungkinkan berdampak pada kinerja sistem irigasi yang lebih baik. Hasil studi ini juga sejalan dengan hasil penelitian Feltz & Vanclooster (2013) yang menemukan hubungan yang signifikan antara kinerja irigasi dengan rasio area yang sebenarnya ditanami.

3.3.2. Intensitas Pertanaman Total

Intensitas pertanaman total merupakan variabel proksi dari air irigasi yang memiliki pengaruh signifikan, namun negatif terhadap kinerja sistem irigasi. Artinya, peningkatan intensitas pertanaman total, memiliki pengaruh negatif terhadap kinerja sistem irigasi.

Pulau Timor merupakan wilayah *semi-arid* dengan ketersediaan air yang terbatas, karena itu peningkatan intensitas pertanaman yang tinggi akan mengganggu sistem irigasi secara keseluruhan. Idealnya intensitas pertanaman adalah 300% dan umumnya sistem pertaniannya dilakukan dengan pola tanam pertama adalah tanaman padi dan apabila pada musim kedua air tidak mencukupi, sebagian ditanami padi, sebagian lainnya ditanami tanaman palawija/hortikultura dengan sistem penjadwalan atau bergiliran/rotasi dalam membagi air irigasi. Namun dalam perjalanannya, sering terjadi penyesuaian-penyesuaian dengan ketersediaan air dan kemampuan petani. Kondisi ini juga bergantung dari daerah-daerah tangkapan air di bagian hulu, bila kondisi air terbatas, pencapaian intensitas pertanaman total sebesar 300%, kemungkinan tidak dapat dicapai dan berdampak mengganggu sistem irigasi secara keseluruhan. Dengan demikian, wilayah *semi-arid* memerlukan pengelolaan air irigasi melalui pendekatan *supply* (penyediaan) dan *demand* (pemanfaatan) *side* secara simultan, yaitu penyediaan harus sesuai dengan pemanfaatan agar kinerja sistem irigasi dapat meningkat secara signifikan.

Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Manaze (2015) di DI Shina-Hamusit Ethiopia, intensitas tanam yang merupakan salah satu indikator, memiliki hubungan positif mempengaruhi kinerja sistem irigasi serta menyebabkan kelestarian lahan beririgasi. Demikian juga Ahlawat & Renu (2016), menunjukkan hubungan positif terhadap kinerja sistem irigasi, karena ketersediaan fasilitas irigasi yang lebih baik. Sementara itu, Mulyadi, Soekarno, & Natasaputra (2014) di DI Barugbug Kabupaten Karawang dan Subang, menyimpulkan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kinerja sistem irigasi adalah intensitas pertanaman total dan produktivitas tanaman.

3.3.3. Produktivitas Padi

Produktivitas padi merupakan aspek agronomi yang diharapkan selalu meningkat dengan adanya teknologi irigasi dan merupakan variabel yang mempunyai hubungan dua arah dengan kinerja sistem irigasi. Hasil penelitian menunjukkan hubungan positif dan signifikan terhadap kinerja sistem irigasi. Artinya, kenaikan produktivitas padi, memiliki pengaruh terhadap peningkatan kinerja sistem irigasi begitu juga peningkatan kinerja sistem irigasi memiliki pengaruh pada peningkatan produktivitas padi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Borgia *et al.* (2013); Gorantiwar & Smout (2005); Kusuma, Rispiningtati, & Sayekti (2012); Mulyadi *et al.* (2014). Tidak hanya faktor

pembiayaan, pasokan irigasi relatif, intensitas irigasi yang terkait dengan DI dan kelengkapannya, kecukupan air dan juga produktivitas lahan sebagai *outcome* dari kinerja sistem irigasi. Balderama *et al.* (2014) di Philipina menyimpulkan bahwa produktivitas pertanian dan ekonomi yang didasarkan *output* per unit area merupakan salah satu dari tiga indikator (layanan operasi sistem, produktivitas pertanian, ekonomi, dan keuangan) yang menentukan kinerja sistem irigasi. Argumen ini juga didukung oleh Tilahun *et al.* (2011) bahwa DI dengan skema besar lebih efisien dan produktivitas pertaniannya lebih tinggi, hal ini mencerminkan kinerja sistem irigasi yang baik.

3.3.4. Tingkat Kerusakan Bangunan Utama, Saluran Primer, Saluran Sekunder dan Saluran Pembuang

Infrastruktur irigasi merupakan salah satu aspek kunci dalam sistem irigasi, sebagai penyadap air dari bangunan utama, kemudian penyalur air irigasi melalui saluran primer, saluran sekunder, menuju ke lahan sawah melalui saluran tersier. Kerusakan bangunan utama dan saluran irigasi secara umum menyebabkan kehilangan air, akan mengancam produksi tanaman. Hasil studi menunjukkan bahwa tingkat kerusakan bangunan utama dan saluran primer, sekunder, pembuang memiliki pengaruh yang signifikan dan negatif terhadap kinerja sistem irigasi. Artinya, semakin rendah tingkat kerusakan bangunan utama dan saluran irigasinya maka kinerja sistem irigasi semakin meningkat. Hasil tersebut sejalan dengan Bunganaen (2011) yang mengungkapkan kerusakan keseluruhan jaringan irigasi, menyebabkan kehilangan air yang pada akhirnya efisiensi irigasi rata-rata keseluruhan pada jaringan irigasi rendah. Kusuma *et al.* (2012) menyatakan, aspek fisik jaringan irigasi merupakan aspek skala prioritas pertama dalam menentukan kinerja sistem irigasi selain aspek produktivitas tanaman, sarana penunjang, organisasi personalia, dokumentasi, partisipasi P3A. Sementara itu, Mangrio *et al.* (2014) menyatakan bahwa keandalan pasokan air di jaringan irigasi sekunder sangat rendah akibat tingginya kerusakan jaringan irigasi sekunder sehingga menyebabkan kinerja sistem irigasi berada di bawah kategori kinerja buruk. Pembangunan irigasi di NTT telah berlangsung lama, namun pengembangan jaringan irigasi relatif terbatas dan laju kerusakan jaringan irigasi lebih cepat dari laju perbaikan atau rehabilitasinya.

3.3.5. Frekuensi Pemeliharaan Bangunan dan Saluran

Keberlangsungan infrastruktur irigasi membutuhkan pemeliharaan terhadap aset fisik irigasi secara terus-menerus, sekaligus kesinambungan dana operasi dan pemeliharaan untuk dapat menjaga kelestariannya. Pemeliharaan bangunan dan saluran irigasi secara kontinu atau dengan frekuensi sesuai dengan standar operasi dan pemeliharaan, menyebabkan kelestarian infrastruktur selalu terjaga. Hasil penelitian mengungkapkan, frekuensi pemeliharaan bangunan dan saluran irigasi memiliki pengaruh yang signifikan dan positif terhadap kinerja sistem irigasi. Artinya, kenaikan frekuensi pemeliharaan bangunan dan jaringan irigasi, memiliki pengaruh terhadap peningkatan kinerja sistem irigasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Kisananto, Hadiani, & Ikhsan (2018) bahwa pemeliharaan jaringan irigasi yang ditunda akan menghasilkan kerusakan yang lebih parah dan menyebabkan kinerja jaringan irigasi yang rendah. Demikian juga hasil studi Gyasi, Engel, & Frohberg (2006) dan Bolaños *et al.* (2011) yang menyatakan, akibat pemeliharaan jaringan yang tidak mencukupi atau buruk menyebabkan kerusakan jaringan irigasi dan kinerja sistem irigasi rendah. Kajian yang sama tentang pemeliharaan yang buruk dan kurangnya kontrol efektif atas praktik irigasi telah mengakibatkan jatuhnya banyak sistem irigasi (Nhundu, Mushunje, Zhou, & Aghdasi, 2015).

3.3.6. Partisipasi P3A dalam Pemeliharaan Bangunan dan Saluran, Ketersediaan Sarana Penunjang OP, Rasio Tenaga OP, Biaya OP dan Biaya Rehabilitasi

Pemeliharaan bangunan dan saluran irigasi sangat berhubungan dengan partisipasi P3A, ketersediaan sarana penunjang OP, rasio tenaga OP, biaya OP, dan biaya rehabilitasi. Semua variabel ini menunjukkan hubungan positif dan signifikan terhadap kinerja sistem irigasi. Artinya, peningkatan variabel-variabel ini mempengaruhi kinerja sistem irigasi. Walaupun tidak semua petani berpartisipasi terhadap pemeliharaan infrastruktur irigasi, namun banyak studi yang mencermati pentingnya partisipasi petani dalam pengelolaan sistem irigasi untuk berbagi biaya dan berkontribusi terhadap pemeliharaan seperti halnya dalam penelitian R. Ismail (2016); Xu & Yao (2015); Yami (2013); Yercan *et al.* (2009); Zhang, Heerink, Dries, & Shi (2013). Studi lain yang menunjukkan bahwa petani pengairan lebih tertarik untuk ikut berpartisipasi dalam pemeliharaan prasarana irigasi adalah Serunkuma *et al.* (2004) dalam Omid, Akbari, Zarafshani, Eskandari, & Fami (2012).

Beberapa studi telah membuktikan bahwa rendahnya kemampuan biaya OP dan biaya rehabilitasi, mengakibatkan hilangnya sejumlah besar air di semua tingkat sistem irigasi (Koc *et al.*, 2006). Oleh karena itu, diperlukan cara untuk meningkatkan efisiensi, pemulihan biaya yang dapat mempertahankan keseluruhan sistem. Pemeliharaan merupakan standar operasional, meliputi pemeliharaan rutin, berkala dan pemeliharaan darurat, semuanya membutuhkan pembiayaan. Di Pulau Timor, tidak semua DI mempunyai kecukupan keuangan, bahkan untuk DI skala kecil sering tidak tersedia biaya OP dan hanya dalam keadaan darurat atau bila terjadi sesuatu, baru dilakukan perbaikan. Berbeda dengan irigasi skala besar, biaya OP dan tenaga OP tersedia. Kondisi rasio tenaga OP yang tidak memadai untuk pencapaian manajemen yang tepat, juga dapat berdampak pada kinerja sistem irigasi. Keterbatasan pemerintah kabupaten/kota terhadap pembiayaan OP sudah sejak lama berlangsung, hal ini menyebabkan kinerja sistem irigasi kewenangan kabupaten/kota lebih rendah.

3.3.7. Kelembagaan Kewenangan DI Kabupaten/Kota, Provinsi

Faktor kelembagaan pembagian kewenangan DI, yaitu kewenangan kabupaten/ kota, menunjukkan pengaruh signifikan dan negatif terhadap kinerja sistem irigasi, sedangkan untuk kewenangan provinsi menunjukkan pengaruh positif (lebih baik dibanding dengan kewenangan kabupaten/kota). Hubungan negatif artinya DI kewenangan kabupaten/kota lebih rendah/jelek kinerja sistem irigasinya dibanding dengan DI kewenangan provinsi ataupun pusat, *ceteris paribus*. Hal ini sejalan dengan temuan Indriastuti & Mukhtali (2015) yang menyatakan bahwa aspek kelembagaan sangat penting, walaupun kondisi sumber daya yang memadai, tidak menjamin keseluruhan keberhasilan pengelolaan sumber daya, selama aspek kelembagaan masih lemah. Lansing (2007); Miller & Page (2007); Mitchell (2011) mengungkapkan bahwa sistem irigasi tidak hanya terdiri dari sumber daya (sumber air), infrastruktur fisik (bangunan utama dan jaringan), tetapi juga aktor yang mengelola sumber daya (petani dan pengelola irigasi) serta struktur pemerintahan yang mengatur tindakan dan interaksi para aktor (lembaga irigasi).

Kelembagaan sistem irigasi yang efisien dapat ditunjukkan oleh kinerja sistem irigasi yang baik dan sebaliknya. Semakin banyak DI yang menjadi kewenangan kabupaten/kota, berdampak pada kinerja sistem irigasi tersebut, apalagi kontribusi dari *dummy* variabel kewenangan kabupaten/kota pada model regresi komponen utama adalah

urutan pertama. Implikasi dari hasil penelitian ini adalah dimungkinkan pengurangan daerah-DI yang menjadi kewenangan kabupaten/kota melalui pendekatan pengaturan kembali standar luasan DI yang menjadi kewenangan kabupaten/kota agar meningkat kinerja sistem irigasinya.

IV. KESIMPULAN

Beberapa faktor secara signifikan mempengaruhi, baik positif maupun negatif terhadap kinerja sistem irigasi. Urutan kontribusi pengaruh adalah aspek kelembagaan, kewenangan DI kabupaten/kota, produktivitas padi, ketersediaan sarana penunjang operasi dan pemeliharaan, tingkat kerusakan saluran pembuang, tingkat kerusakan saluran sekunder dan tingkat kerusakan saluran primer. Intensitas pertanian total menunjukkan hubungan negatif terhadap kinerja sistem irigasi di wilayah *semi-arid* dengan keterbatasan air. Sementara itu, luas DI, produktivitas padi, tingkat partisipasi P3A, ketersediaan sarana penunjang OP, rasio tenaga OP terhadap luas DI, frekuensi pemeliharaan bangunan dan saluran, biaya OP, biaya rehabilitasi, *dummy* kewenangan DI provinsi menunjukkan hubungan positif terhadap kinerja sistem irigasi.

Kinerja sistem irigasi kewenangan kabupaten/kota (untuk DI di bawah 1.000 ha) lebih jelek dibanding dengan kewenangan lainnya. Implikasinya, semakin banyak DI yang menjadi kewenangan kabupaten/kota maka akan berperan menyumbang lebih banyak terhadap "kondisi" kinerja sistem irigasi kurang/jelek.

Oleh karena itu, perlu dilakukan pengaturan kembali terkait standar luasan DI yang menjadi kewenangan kabupaten/kota dengan pendekatan skala ekonomi luasan tertentu. Hal ini perlu dilakukan mengingat kemampuan sumber daya manusia dan pembiayaan OP yang terbatas untuk menuju kemandirian sistem irigasi. Upaya ini diharapkan mampu meningkatkan kinerja sistem irigasi secara signifikan yang disesuaikan dengan kondisi wilayah (wilayah kering/wilayah kekurangan air, wilayah basah/wilayah kelebihan air).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Dinas PU Provinsi NTT, Kota Kupang, Kabupaten Kupang, Kabupaten TTS, Kabupaten TTU, Kabupaten Belu, Kabupaten Malaka dan Kementerian PUPR, Direktorat Bina Operasi dan Pemeliharaan yang telah memberikan akses data RTI, biaya OP serta biaya rehabilitasi dan

peningkatan jaringan irigasi berupa data *e-monitoring online*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abernethy, C. L. (1986). Performance Measurement in Canal Water Management: A Discussion. Dalam *ODI-IIIMI Irrigation Management Network Paper 86/2d*. London, UK: Overseas Development Institute.
- Ahlawat, V., & Renu. (2016). Regional disparity in cropping intensity and relative impact of irrigation in Haryana. *IOSR Journal of Business and Management*, 18(9), 41–45. <https://doi.org/10.9790/487X-1809034145>.
- Balderama, O. F., Bareng, J. L. R., & Alejo, L. A. (2014). Benchmarking for performance assessment of irrigation schemes: The case of national irrigation systems and small water impounding projects in Cagayan River Basin. Dipresentasikan pada International Conference of Agricultural Engineering, Zurich.
- Bolaños, G., Borgia, M., Poblador, C., Dia, N., Seyid, O. M. V., & Mateos, L. (2011). Performance assessment of small irrigation schemes along the Mauritanian banks of the Senegal River. *Agricultural Water Management*, 98(7), 1141–1152. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.02.00>.
- Boluwade, A., & Madramootoo, C. A. (2016). Independent principal component analysis for simulation of soil water content and bulk density in a Canadian Watershed. *International Soil and Water Conservation Research*, 4(3), 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2016.09.001>
- Borgia, C., García-Bolaños, M., Li, T., Gómez-Macpherson, H., Comas, J., Connor, D., & Mateos, L. (2013). Benchmarking for performance assessment of small and large irrigation schemes along the Senegal Valley in Mauritania. *Agricultural Water Management*, 121, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.01.002>
- Bos, M. G., Murray-Rust, H. D., Merrey, D. J., Johnson, H. G., & Snellen, W. B. (1994). Methodologies for assessing performance of irrigation and drainage management. *Irrigation and Drainage Systems*, 7, 231–261.
- Bunganaen, W. (2011). Analisis efisiensi dan kehilangan air pada jaringan utama daerah irigasi air sagu. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 80–93.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1(2), 245–276.
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2011). *Pedoman Umum Modernisasi Irigasi (Kajian Akademik)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PUPR.
- Feltz, N., & Vanclooster, M. (2013). -Factors explaining on-site irrigation performance variability in Triffa's irrigated perimeter (East Morocco). *Procedia Environmental Sciences*, 19, 757–766. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.06.084>
- Gabriel, K. R. (1971). The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*, 58(3), 453–467.
- Gorantiwar, S. D., & Smout, I. K. (2005). Performance assessment of irrigation water management of heterogeneous irrigation schemes: A framework for evaluation. *Irrigation and Drainage Systems*, 19(1).
- Greenacre, M. (2010). *Biplots in Practice*. Madrid, Spain: BBVA Foundation.
- Gyasi, K. O., Engel, S., & Frohberg, K. (2006). *What Determines the Success of Community-Based Institutions for Irrigation Management? Result from Ghana*. Bonn, Germany: ZEF.
- Indriastuti, W., & Muktiali, M. (2015). Commons dilemma pada pengelolaan Daerah Irigasi Kapilaler, Kabupaten Klaten. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 3(2), 105–120. <https://doi.org/10.14710/jwl.3.2.105-120>
- Ismail, R. (2016). Partisipasi masyarakat dalam program pengembangan dan pengelolaan jaringan irigasi di Daerah Irigasi Way Umpu Kabupaten Way Kanan. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 12(1), 86–97.
- Ismail, Ronaldi. (2016). Partisipasi masyarakat dalam program pengembangan dan pengelolaan jaringan irigasi di Daerah Irigasi Way Umpu Kabupaten Way Kanan. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 12(1), 86–97. <https://doi.org/10.14710/pwk.v12i1.11459>
- Jia, R., Fang, S., Tu, W., & Sun, Z. (2016). Driven factors analysis of China's irrigation water use efficiency by stepwise regression and principal component analysis. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2016, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2016/8957530>
- Juanda, B. (2009). *Ekonometrika Pemodelan dan Pendugaan*. Bogor, Indonesia: IPB Press.
- Kisnanto, S., Hadiani, R. R. R., & Ikhsan, C. (2018). Infrastructure performance of irrigation canal to irrigation efficiency of irrigation area of Candi Limo in Mojokerto District. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 333(1), 012096. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/333/1/012096>
- Kloezen, W. H., & Garces-Resrepo, C. (1998). *Assessing Irrigation Performance with Comparative Indicators: The Case of the Alto Rio Lerma Irrigation District, Mexico*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute/IWMI.

- Kobayashi, H. (2005). Japanese water management systems from an economic perspective: The agricultural sector. Dipresentasikan pada OECD Workshop on Agriculture and Water: Sustainability, Markets and Policies, Adelaide, Australia. Diperoleh dari <https://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/8017/Japanese%20Water%20Management%20Systems%20from%20an%20Economic%20Perspective.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Koc, C., Ozdemir, K., & Erdem, A. K. (2006). Performance of water user associations in the management operation and maintenance of Great Menders Basin Irrigation Schemes. *Journal of Applied Sciences*, 6(1), 90–93. <https://doi.org/10.3923/jas.2006.90.93>
- Kusuma, O. P. U., Rispiningtati, R., & Sayekti, R. W. (2012). Studi penentuan skala prioritas peningkatan kinerja jaringan irigasi pada daerah irigasi Bodor Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(1), 61–70.
- Lansing, J. S. (2007). *Priests and Programmers: Technologies of Power in the Engineered Landscape of Bali*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Manaze, A. S. (2015). Performance assessment irrigation schemes according to comparative indicators: A case study of Shina-Hamusit and Selamko, Ethiopia. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(12), 451–460.
- Mangrio, M. A., Mirjat, M. S., Li, J. H., & Chandio, A. S. (2014). Performance evaluation of irrigation system at secondary canal level. *Pakistan Journal of Agriculture Agricultural Engineering Veterinary Sciences*, 30(2), 216–228.
- Miller, J. H., & Page, S. E. (2007). *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton, USA: Princeton University Press.
- Mitchell, M. (2011). *Complexity: A Guided Tour* (1 edition). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Molden, D. J., & Gates, T. K. (1990). Performance Measures for Evaluation of Irrigation-Water-Delivery Systems. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 116(6), 804–823. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1990\)116:6\(804\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1990)116:6(804))
- Molden, D. J., Sakthivadivel, R., Perry, C. J., Fraiture, C. de, & Kloezen, W. H. (1998). *Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems* (Research Report No. 20). Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. Diperoleh dari <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/39803>
- Muema, F. M., Home, P. G., & Raude, J. M. (2018). Application of Benchmarking and Principal Component Analysis in Measuring Performance of Public Irrigation Schemes in Kenya. *Agriculture*, 8(10), 1–20.
- Mulyadi, -, Soekarno, I., & Natasaputra, S. (2014). Penilaian kinerja irigasi berdasarkan pendekatan Permen PU No. 32/2007 dan metode MASSCOTE dengan evaluasi Rapid Appraisal Procedure (RAP) di daerah irigasi Barugbug, Jawa Barat. *Jurnal Irigasi*, 9(2), 126–135. <https://doi.org/10.31028/ji.v9.i2.126-135>
- Nasr, M., & Zahran, H. F. (2016). -Performance evaluation of agricultural drainage water using modeling and statistical approaches. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 42(2), 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2016.04.006>
- Nhundu, K., Mushunje, A., Zhou, L., & Aghdasi, F. (2015). Institutional determinants of farmer participation in irrigation development post fast-track land reform program in Zimbabwe. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*, 7(2), 9–18. <https://doi.org/10.5897/JABSD09.038>
- Omid, M. H., Akbari, M., Zarafshani, K., Eskandari, Gh. H., & Fami, H. Sh. (2012). Factors influencing the success of water user associations in Iran: A case of Moqan, Tajan, and Varamin. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14(1), 27–36.
- Pearson, F. R. S. K. (1901). LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 2(11), 559–572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Petersen, W., Bertino, L., Callies, U., & Zorita, E. (2001). Process identification by principal component analysis of river water-quality data. *Ecological Modelling*, 138(1), 193–213. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00402-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00402-6)
- Razmkhah, H., Abrishamchi, A., & Torkian, A. (2010). Evaluation of spatial and temporal variation in water quality by pattern recognition techniques: A case study on Jajrood River (Tehran, Iran). *Journal of Environmental Management*, 91(4), 852–860. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.11.001>
- Sayin, B., Karaman, S., Yilmaz, I., & Celikyurt, M. A. (2013). Assessment of the performance of participatory irrigation management in Antalya, Turkey. *Water Policy*, 15(2), 269–280. <https://doi.org/10.2166/wp.2012.133>
- Tilahun, H., Teklu, E., Michael, M., Fitsum, H., & Awulachew, S. (2011). Comparative performance of irrigated and rainfed agriculture in Ethiopia. *World Applied Sciences Journal*, 14(2), 235–244.

- Xu, Y., & Yao, Y. (2015). Informal institutions, collective action, and public investment in rural China. *American Political Science Review*, 109(2), 371–391. <https://doi.org/10.1017/S0003055415000155>
- Yami, M. (2013). Sustaining participation in irrigation systems of Ethiopia: What have we learned about water user associations? *Water Policy*, 15(6), 961–984. <https://doi.org/10.2166/wp.2013.031>
- Yercan, M., Atis, E., & Salali, H. E. (2009). Assessing irrigation performance in the Gediz River Basin of Turkey: Water user associations versus cooperatives. *Irrigation Science*, 27(4), 263–270. <https://doi.org/10.1007/s00271-008-0142-z>
- Zhang, L., Heerink, N., Dries, L., & Shi, X. (2013). Water users associations and irrigation water productivity in northern China. *Ecological Economics*, 95, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.08.014>