

# Kontribusi Teknologi Irigasi Pompa dan Pemahaman Petani dalam Mendukung Produksi Tanaman Pangan di Lahan Sawah Tadah Hujan

## *Contribution of Pump Irrigation Technology and Farmers' Understanding in Supporting Food Crop Production in Rainfed Rice Fields*

Muchamad Wahyu Trinugroho<sup>1,2</sup>, Sigit Supadmo Arif<sup>1</sup>, Sahid Susanto<sup>1</sup>,  
Bayu Dwi Apri Nugroho<sup>1</sup>, dan Abi Prabowo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pasca Sarjana Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian,  
Universitas Gadjah Mada

Jln. Flora 1. Bulaksumur 55281 Yogyakarta Indonesia

<sup>2</sup>Badan Standarisasi Instrumen Pertanian, Kementerian Pertanian

Jl. Raya Ragunan No. 29 Kel. Jati Padang, Kec. Ps Minggu Jakarta Selatan - DKI Jakarta Indonesia 12540.

\*E-mail: sigitsupadmoarif@ugm.ac.id

Diterima: 3 Agustus 2022

Revisi: 4 Januari 2024

Disetujui: 8 Januari 2024

### ABSTRAK

Teknologi irigasi pompa di lahan sawah tadah hujan untuk mendukung produksi tanaman pangan sangat dibutuhkan. Penerapan teknologi irigasi pompa harus mempertimbangkan faktor komponen teknologi serta kesiapan sumber daya manusia secara individu maupun institusi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kontribusi faktor teknologi dan menjelaskan tingkat pemahaman petani terhadap penerapan teknologi irigasi pompa. Metodologi penelitian yang digunakan terdiri dari metode teknometri dan analisis deskriptif menggunakan 40 kuesioner yang diedarkan kepada petani, pengelola kelompok tani, dan pengelola irigasi di Desa Tambakromo di Kecamatan Cepu. Hasil penelitian menunjukkan tingkat pemahaman responden dari kuat sampai sangat kuat terhadap kandungan teknologi *technoware*, *humanware*, *orgaware* dan *infoware*. Hasil analisis tingkat pemahaman petani terhadap teknologi dan komponennya termasuk dalam kategori kuat dan sangat kuat, sedangkan hasil analisis teknometrik kandungan teknologi menunjukkan teknologi irigasi pompa air dalam kategori semi modern dan tingkatan yang baik. Hasil kajian ini sebagai masukan bagi pemerintah, petani dan pihak yang berkepentingan yang lain dalam menentukan strategi yang tepat dalam penerapan teknologi irigasi di lahan sawah tadah hujan.

kata kunci: irigasi pompa, kandungan teknologi, teknometrik, lahan sawah tadah hujan

### ABSTRACT

*The technology of pump irrigation in rainfed rice fields is crucial to support food crop production. The implementation of pump irrigation technology should consider few factors such as technological components and the readiness of human resources, both individually and institutionally. This research aimed to analyze the contribution of technological components and explain the level of farmers' understanding of the implementation of pump irrigation technology. The research method used was the technometric method and descriptive analysis using 40 questionnaires distributed to farmers, farmer group managers, and irrigation managers in Tambakromo Village, Cepu District. The research results showed that the respondents' level of understanding ranged from strong to very strong regarding the content of technoware humanware, orgaware, and infoware technologies. The analysis of farmers' understanding of the technology and its components fell into the firm and solid categories. In contrast, the technometric analysis of technological content indicated that pump irrigation technology was in the semi-modern category and at a reasonable level. The findings of this study serve as input for the government, farmers, and other stakeholders in determining the appropriate strategies for implementing irrigation technology in rainfed rice fields.*

keywords: pump irrigation, technological content, technometrics, rainfed rice fields

## I. PENDAHULUAN

Lahan sawah tadah hujan di Indonesia memiliki potensi untuk produksi tanaman pangan, di samping lahan sawah irigasi. Kontribusi lahan sawah tadah hujan pada produksi padi nasional, yaitu 27,5 persen (Wahyunto dan Widiastuti, 2014). Kontribusi tersebut masih dapat ditingkatkan salah satunya melalui penerapan teknologi irigasi. Teknologi irigasi pompa air di lahan sawah tadah hujan berperan sangat penting dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan air. Penerapan teknologi irigasi pompa dibangun dengan paradigma pengelolaan air secara komprehensif (Habib, dkk., 2019; Orpia dkk., 2021; Rost, dkk., 2009) untuk peningkatan produksi gabah. Paradigma pembangunan dan pengelolaan irigasi yang hanya memfokuskan pada pembangunan fisik tanpa diiringi dengan peningkatan kualitas para pengelolanya akan menimbulkan ketimpangan (Arif, dkk., 2014; Rusmayadi dan Ahmad, 2017; Suprpto, 2012). Permasalahan yang muncul di antaranya tidak optimalnya dalam pengelolaan air untuk mencukupi kebutuhan tanaman (Austin, dkk., 2023). Analisis kontribusi komponen teknologi melalui pendekatan teknometrik diperlukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh komponen-komponen teknologi irigasi terhadap suatu sistem produksi.

Penilaian teknometrik adalah sebuah metode evaluasi yang menggunakan teknik statistik dan matematika untuk mengukur kinerja suatu teknologi atau sistem. Penilaian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari sistem atau teknologi tertentu dan memberikan rekomendasi untuk perbaikan atau pengembangan lebih lanjut (UNESCAP, 1989). Dalam melakukan penerapan suatu teknologi pengelolaan air irigasi diperlukan suatu penilaian terhadap suatu kandungan dari teknologi itu sendiri. *Technoware*, *humanware*, *infoware*, dan *orgaware* adalah empat komponen yang membentuk kandungan teknis teknologi (Antesty, dkk., 2020). *Technoware* adalah peralatan fisik yang melekat pada objek seperti peralatan, perlengkapan, mesin, dan infrastruktur fisik. *Humanware* erat hubungannya terhadap suatu subjek pelaku atau kemampuan SDM untuk memaksimalkan manfaat dari sumber daya yang tersedia. *Infoware* adalah informasi

yang tersedia secara tertulis atau dipublikasikan dalam bentuk alternatif dalam publikasi, dokumen, dan cetak biru berupa proses, teknologi, metode, teori atau fakta yang lain. *Orgaware* adalah organisasi atau institusi yang berkaitan dengan peralatan fisik, kemampuan manusia, manajemen, dan perilaku organisasi. Keempat faktor teknologi ini digunakan untuk mengukur kemutakhiran teknologi pada suatu sistem (Casban, dkk., 2021).

Tujuan penerapan suatu teknologi adalah untuk mengkreasikan sekaligus mengembangkan teknologi yang sudah ada sebagai suatu sistem dalam strategi peningkatan kinerja (Casban, dkk., 2021). Dengan demikian, suatu unit dapat memanfaatkan teknologi secara optimal untuk memperoleh manfaat yang lebih besar (Gudanowska, 2017). Beberapa penelitian terkait dengan penilaian kandungan teknologi telah diterapkan dalam suatu perusahaan (Cahyono dan Wahyuni, 2015; Casban, dkk., 2021; Safrudin, dkk., 2020). Penelitian tersebut mengkaji kandungan teknologi pada operasional industri manufaktur. Analisis kandungan teknologi dapat merujuk pada proses evaluasi teknologi yang melibatkan pemahaman tentang fitur, fungsi, manfaat, dan kelemahan teknologi tersebut. Dalam melakukan analisis kandungan teknologi, penting untuk mempertimbangkan konteks penggunaan teknologi tersebut dan kebutuhan pengguna. Teknik teknometri dapat digunakan untuk menilai daya saing industri pada skala industri yang berbeda, mulai dari industri kecil hingga menengah hingga industri besar (Warafakih dan Chumaidiyah, 2015). Metode teknometri digunakan untuk mengukur tingkat kandungan teknologi dalam layanan telekomunikasi dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa rangkaian teknologi yang dimiliki berada dalam klasifikasi yang tercanggih. Yanthi, dkk. (2018) menganalisis elemen teknis layanan pengiriman produk. Tingkat kematangan teknologi tergolong sedang yang ditunjukkan komponen teknologi yang memberikan kontribusi paling kecil adalah komponen *technoware*. Menurut Giyanti (2015), penggunaan teknometri dalam industri jasa lainnya menunjukkan bahwa tingkat teknologi saat ini termasuk dalam kategori semi modern, dan komponen teknologi terbesar berasal dari nilai elemen manusia. Adiantoro (2020)

menggunakan metode teknometri untuk mengukur kemampuan teknologi perusahaan pembuatan kapal dengan hasil kajian kontribusi teknologi diklasifikasikan semimodern. Penelitian ini menggunakan pendekatan teknometri yang fokus pada satu komponen saja, yaitu *humanware* (Lungari, 2017). Sementara itu, studi yang dilakukan oleh Pujiyanto, dkk. (2017), penggunaan metode teknometri dilakukan pada industri pengolahan kopi skala besar. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa tingkat teknologi industri dikategorikan modern.

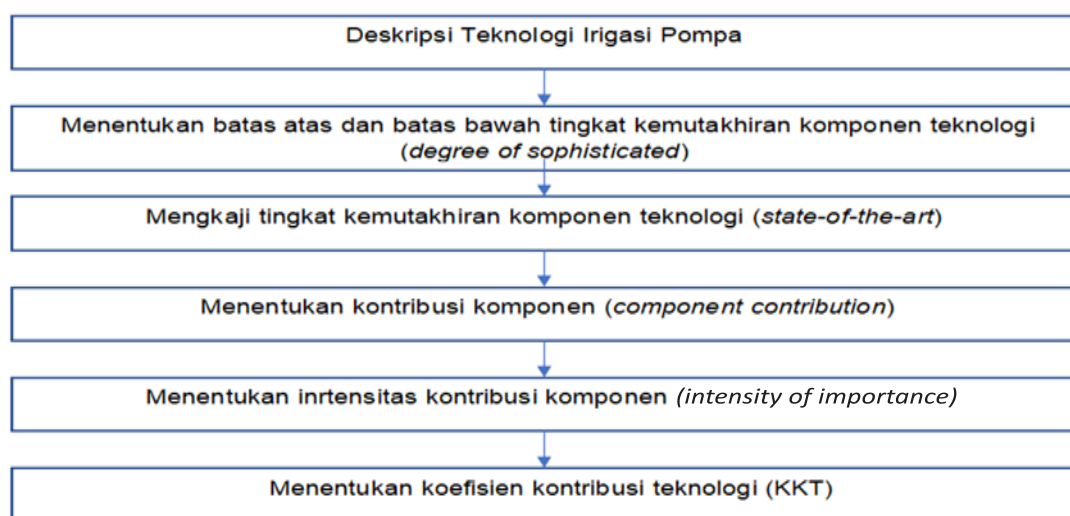
Dari berbagai penelitian yang telah disebutkan belum dikaji mengenai kandungan teknologi budidaya pertanian secara khusus dalam bidang irigasi. Maka dari itu, tujuan penelitian ini adalah menganalisis kontribusi faktor teknologi terhadap penerapan irigasi pompa dan mendeskripsikan tingkat pemahaman petani terhadap penerapan teknologi irigasi tersebut. Dengan menganalisis tingkat pemahaman petani terhadap teknologi dan mengidentifikasi unsur-unsurnya, diharapkan operasional penerapan teknologi irigasi pompa menjadi lebih efektif dan optimal. Hasil penilaian tersebut memberikan informasi penting bagi perencana, pelaku irigasi terkait dengan komponen teknologi dalam suatu sistem usaha tani. Informasi ini dapat digunakan untuk menentukan tingkat kontribusi komponen teknologi yang telah ada dan mengidentifikasi celah atau perbedaan antara tingkat kontribusi aktual dan potensial. Selain itu, informasi ini dapat membantu dalam pengambilan

keputusan dan memotivasi tindakan perbaikan.

## II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Desa Tambakromo, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari Juni 2022 sampai November 2022. Sumber air irigasi pompa berasal dari air Sungai Bengawan Solo yang dinaikkan dengan mesin pompa berenergi listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Air dialirkan melalui pipa paralon berdiameter 12 inci sepanjang 1400 meter. Instalasi pipa mulai dari tepi sungai Bengawan Solo sampai lokasi sawah tadah hujan.

Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif dan teknometri. Data diperoleh dari wawancara, observasi lapangan, dan dokumen resmi. Diagram alir untuk metode teknometrik disajikan pada Gambar 1 (UNESCAP, 1989). Dalam penelitian ini melibatkan 40 responden yang terdiri dari 23 petani pemilik, 12 petani penggarap, 1 penyuluh desa Tambakromo, 1 pegawai Dinas Pertanian Kabupaten Blora dan 3 pengurus kelompok tani dan irigasi. Pemilihan responden dilakukan secara acak terhadap penerima/terlibat terhadap penerapan teknologi. Penelitian ini menggunakan dua jenis kuesioner: yang pertama menentukan evaluasi elemen teknis, dan yang kedua menentukan tingkat kontribusi teknis. Komponen-komponen teknologi disusun secara hierarkis menurut kepentingannya. Kontribusi komponen teknis digunakan untuk menentukan prioritas peningkatan kemampuan teknis, dimulai dari komponen teknis yang kontribusinya paling



**Gambar 1.** Alur metode teknometrik

tinggi. Komponen teknologi irigasi pompa n = jumlah responden disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komponen Teknologi Irigasi Pompa di Desa Tambakromo

No	Kandungan Teknologi	Komponen Teknologi
1	<i>Technoware</i>	Keandalan air sungai
2		Pompa air
3		Pipa air, saluran
4		Kran air, stop kran
5		Bak kontrol
6		Listrik dan jaringan
7		Kemampuan sawah, lahan, tanah
8		Bangunan pompa
9	<i>Humanware</i>	Petani
10		Pengurus
11		Penyuluh
12		Pengalaman operasional
13		Pengetahuan/kemampuan <i>maintenance</i>
14	<i>Infoware</i>	Prediksi cuaca, iklim, debit sungai
15		Jadwal irigasi terskenario
16		Kondisi tanaman, jenis tanaman, tanah
17		Pola tanam
18		Pengarsipan terhadap informasi
19		Informasi teknik budidaya
20		Jaringan informasi pasar
21	<i>Orgaware</i>	SOP irigasi
22		Kerangka kerja
23		Aturan, sanksi, upah
24		Mengembangkan <i>network</i> , evaluasi
25		Visi unit usaha mengorientasi masa depan
26		Kemampuan unit usaha untuk menciptakan lingkungan yang memungkinkan kolaborasi dan peningkatan produktivitas.
27		Kemampuan unit usaha dalam kepemimpinan yang efektif
28		Kemampuan unit usaha untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan bisnis
29		Kemampuan unit usaha untuk berkolaborasi dengan pihak lain
30		Kemampuan unit usaha untuk memperoleh dukungan dari sumber daya eksternal

## 2.1. Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas dan reliabilitas merupakan tes untuk menunjukkan sejauh mana suatu instrumen kuesioner tersebut mampu mengukur parameter yang telah ditentukan dengan rumus:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

r = koefisien validitas

x = skor jawaban

y = skor total variabel untuk responden n

Rangkaian pertanyaan dikatakan valid apabila r hitung lebih besar dengan r tabel (Wahyuni, dkk., 2018).

Uji reliabilitas digunakan untuk menguji sejauh mana hasil pengukuran tetap konsisten, dihitung dengan rumus:

$$r_{11} = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right] \dots\dots\dots (2)$$

$r_{11}$  = koefisien reliabilitas instrumen  
 $k$  = jumlah pertanyaan  
 $\Sigma \sigma_b^2$  = varian dari butir pertanyaan  
 $\sigma_t^2$  = varian total

Instrumen kuesioner dinyatakan reliabel jika  $r_{11}$  lebih besar dari 0,6 (Kaliky, dkk., 2020).

Persamaan yang digunakan dalam prosedur teknometrik dengan pemberian *rating* untuk masing komponen teknologi dengan menggunakan rumus berikut:

$$Si = \frac{1}{10} \left[ \frac{\sum_{k=1}^{kt} tik}{kt} \right] \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan

$Si$  = nilai *rating* masing-masing komponen  
 $Kt$  = jumlah kriteria masing-masing komponen  
 $tik$  = nilai kriteria dari masing-masing kategori

Sedangkan persamaan yang digunakan untuk penentuan kemutakhiran sebagai berikut:

$$SKt = \frac{1}{9} (Li + Si(Ui - Li)) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

$SKt$  = nilai kemutakhiran  
 $Li$  = batas bawah masing-masing komponen  
 $Si$  = nilai kriteria dari masing-masing kategori  
 $Ui$  = batas atas masing-masing komponen

Untuk Koefisien Kontribusi Teknologi (KKT) dihitung sebagai berikut:

$$KKT = SKtT^{\beta t} \times SKtH^{\beta h} \times SKtI^{\beta i} \times SKtO^{\beta o} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

$KKT$  = koefisien kontribusi teknologi  
 $SKt$  = nilai kemutakhiran masing-masing komponen  
 $\beta$  = intensitas kontribusi masing-masing komponen

**Tabel 2.** Karakteristik Responden

No.	Usia (tahun)	Jumlah (jiwa)	Persentase
1	0 –40	1	3
2	41–55	32	80
3	> 56	7	17
Jumlah		40	100
No	Pendidikan		
1	Tidak Tamat SD	1	2
2	SD	10	26
3	SMP	12	29
4	SMA/ sederajat	15	38
5	Perguruan Tinggi (Diploma/S1/pasca)	2	6
Jumlah		40	100
No	Jenis Kelamin		
1	Laki-Laki	33	82
2	Perempuan	7	18
Jumlah		40	100
No	Pekerjaan Utama		
1	Petani	22	54
2	Non Petani(buruh, dagang, guru, dan lain lain)	18	46
Jumlah		40	100
No	Luas Lahan Garapan (Ha)		
1	< 0,25	4	11
2	0,25 – 0,5	18	44
3	0,6 – 2	16	41
4	> 2	1	2
5	Tidak mengisi	1	3
Jumlah		40	100



**Tabel 3.** Kategori Pemahaman Responden

No	Kelas Interval	Kategori	Responden	Persentase
1	0 – 50	Sangat Tidak Paham	0	0
2	51 – 100	Tidak Paham	0	0
3	101 – 150	Netral	0	0
4	151 – 200	Paham	23	64
5	201 – 250	Sangat paham	13	36
		Total	36	100

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Karakter Responden

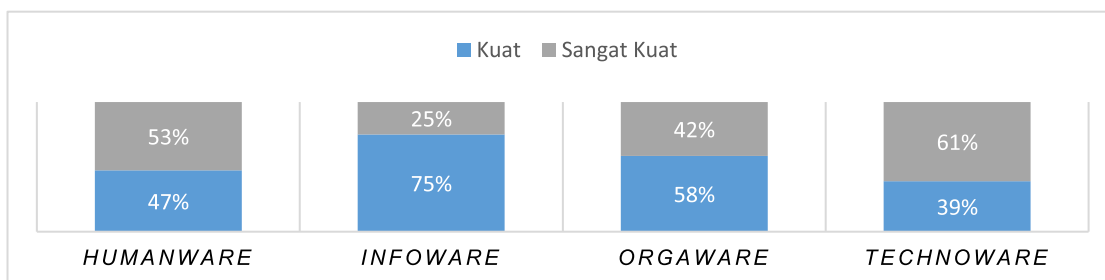
Dalam penelitian ini kepribadian responden mengacu pada karakter dan sifat orang yang menjadi sumber informasi. Karakter responden penelitian ini terkait faktor usia, jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, luas areal yang dikelola, dan sebagainya disajikan pada Tabel 2.

Mayoritas responden berada pada rentang usia produktif yang merupakan tanda positif bagi perkembangan penerapan teknologi pada tingkat petani karena mereka masih dalam angkatan kerja yang mempunyai potensi untuk secara aktif dalam berkontribusi pada setiap praktik irigasi. Mayoritas responden yang tamat SMA atau sederajat merupakan pertanda positif bagi capaian pendidikan petani, sedangkan persentase responden yang tidak mampu

untuk menilai variabel yang ditentukan (Siregar, 2010). Sedangkan dari hasil uji validitas, hanya 2 pertanyaan tidak valid dengan tingkat kepercayaan 5 persen. Hal tersebut menandakan bahwa mayoritas pertanyaan yang digunakan sudah valid untuk mengukur variabel kepada responden.

#### 3.3. Pemahaman Responden

Kuesioner yang telah dibagikan kepada responden sejumlah 40 buah, namun yang berkenan untuk menjawab secara tuntas mengenai tingkat pemahaman sejumlah 36 kuesioner. Berdasarkan Tabel 3 tingkat pemahaman para responden didominasi dengan kategori paham 64 persen sedangkan tingkat pemahaman kategori sangat paham 36 persen.

**Gambar 2.** Tingkat Pemahaman Petani Berdasarkan Komponen Teknologi

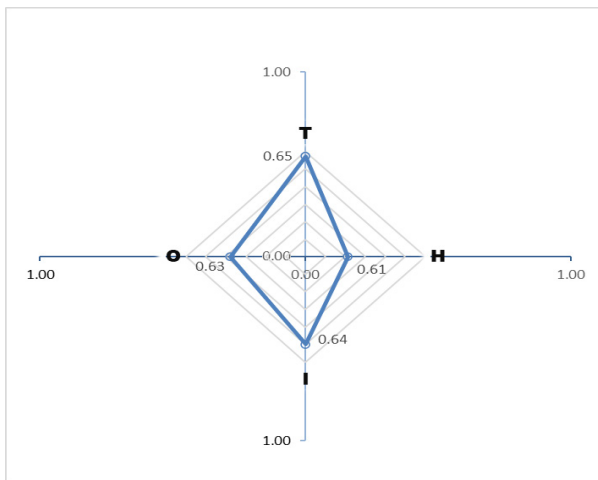
menyelesaikan pendidikan formal menunjukkan perlunya akses pendidikan yang lebih besar untuk semua segmen petani.

#### 3.2. Reliabilitas dan Validitas

Hasil uji reliabilitas pernyataan kuesioner diperoleh nilai *Alfa Cronbach* 0,932 yang berarti kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsisten, reliabel dalam mengukur konstruksi atau variabel yang diminati. Dengan kata lain, kuesioner tersebut dapat digunakan

Gambar 2 menunjukkan tingkat pemahaman petani terhadap komponen teknologi *technoware* dan *humanware* sangat kuat yaitu dengan persentase masing-masing, 61 persen dan 53 persen. Petani sangat paham bahwa komponen *technoware* seperti pompa, sarana distribusi pipa sangat bernilai bagi mereka, ditambah peran media komunikasi melalui media sosial sangat memungkinkan bagi petani untuk cepat memahami komponen teknologi tersebut. Komponen *humanware*

juga mendominasi pemahaman petani seperti kemampuan petani dalam operasional dan perawatan pompa. Mereka sudah mempunyai kemampuan perawatan pipa isap, mengurangi sedimentasi, membersihkan sampah pada filter isap. Selain itu, pengurus sudah mempunyai kemampuan dalam hal pembagian air terkait volume air yang diberikan pada tanaman serta teknis distribusi dari petak satu ke petak sawah yang lain. Sedangkan untuk komponen teknologi yang lain, yaitu *orgaware* dan *infoware* didominasi dengan tingkat pemahaman kuat dengan persentase 75 persen dan 58 persen.



**Gambar 3.** Kontribusi Komponen Teknologi

### 3.4. Kontribusi Komponen Teknologi

Untuk menentukan tingkat kemutakhiran suatu teknologi, digunakan sistem skor skala sembilan (1–9) sesuai standar yang ditetapkan oleh UNESCAP pada tahun 1989. Masing-masing komponen terdapat tujuh tingkat kecanggihan yang terdiri dari skor 1–3: memahami fakta dengan baik (*familiarizing facts*); skor 2–4: menjelaskan fakta (*describing facts*); skor 3–5: mengidentifikasi fakta (*specifying facts*); skor 4–6: menggunakan fakta (*utilizing facts*); skor 5–7: memahami fakta (*comprehending facts*). Menggeneralisasi fakta (*generalizing facts*) dengan skor 6–8 dan

evaluasi fakta (*assessing facts*) dengan skor 7–9. Perkiraan ini memberikan batas atas dan bawah untuk setiap komponen teknologi.

Gambar 3 menunjukkan nilai kontribusi komponen teknologi, dengan perbedaan kecil antara 0,01 dan 0,04. Komponen *technoware* memiliki nilai kontribusi tertinggi, diikuti oleh komponen *infoware*, *organware*, dan *humanware*. Sarana dan prasarana yang mendukung dalam irigasi pompa yang sudah terpasang cenderung memengaruhi besarnya kontribusi teknologi ini, sehingga nilai dari sub-komponen ini cenderung tinggi dibanding dengan komponen yang lain. Komponen *orgaware* menjadi komponen kedua yang berkontribusi. Komponen ini didukung dengan adanya suatu organisasi pengelola (unit pelayanan jasa irigasi) yang sudah mempunyai struktur dan visi dalam melayani pengguna irigasi. Faktor-faktor tersebut berpengaruh dalam peningkatan hasil panen.

Kontribusi terbesar masing-masing komponen dijelaskan sebagai berikut, komponen teknologi *technoware* memiliki kontribusi 0,65 yang merupakan kontribusi tertinggi dalam pengelolaan irigasi. Salah satu komponen *technoware* adalah air sungai, yang menunjukkan bahwa unsur teknologi ini memiliki kontribusi yang besar dalam pengelolaan irigasi dan memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Unsur lain seperti pompa air, pipa air, saluran, kran air, stop kran, dan bak kontrol, memiliki nilai kontribusi yang penting dalam sistem irigasi, terutama dalam memastikan pasokan air yang tepat waktu dan efektif. Energi listrik, jaringan air, dan bangunan pompa merupakan komponen teknologi yang mendukung pengoperasian pompa air dan sistem irigasi secara keseluruhan. Lahan sawah dan tanah menunjukkan bahwa teknologi tidak hanya berkaitan dengan aspek mekanis atau elektronis, tetapi juga mencakup aspek lingkungan.

**Tabel 4.** Nilai Koefisien Kontribusi Teknologi (KKT)

No	Kandungan Teknologi	Koefisien Kontribusi	Intensitas Kontribusi	KKT	Kategori	Kemutakhiran
1	Technoware	0,65	0,54	0,64	Baik	Semi Modern
2	Humanware	0,61	0,25			
3	Infoware	0,64	0,14			
4	Orgaware	0,63	0,08			

**Tabel 5.** Nilai Koefisien Kontribusi Teknologi (KKT) Berdasarkan Komponen Teknologi Terendah

No	Kandungan Teknologi	Komponen Teknologi	Nilai Terendah Kontribusi
1	<i>Technoware</i>	Pipa Air, Saluran	0,58
2	<i>Technoware</i>	Bak Kontrol	0,60
3	<i>Humanware</i>	Pengurus	0,50
4	<i>Infoware</i>	Pengarsipan Terhadap Informasi	0,56
5	<i>Orgaware</i>	Aturan, Sangsi, Upah	0,58

Komponen *humanware* memiliki kontribusi dalam keberhasilan sistem irigasi dengan nilai kontribusi sebesar 0,61. Peran petani sangat penting dalam menjalankan sistem irigasi. Peran pengurus dan penyuluh juga dapat memberikan kontribusi yang signifikan. Pengalaman operasional dan pengetahuan/kemampuan perawatan penting untuk memastikan sistem irigasi berjalan dengan baik.

Komponen *infoware* menjadi kunci untuk memaksimalkan produktivitas dan mengurangi risiko kegagalan dengan nilai kontribusi 0,64. Prakiraan cuaca, iklim, dan debit sungai ini berperan dalam menentukan jadwal irigasi, pola tanam, dan memilih jenis tanaman sesuai untuk memastikan keberhasilan pertumbuhan tanaman dan peningkatan produktivitas.

Komponen pengarsipan informasi memberikan kemudahan dalam mengelola informasi sehingga mudah dan cepat diakses sehingga kebutuhan informasi dalam menghadapi suatu masalah dapat teratasi secara cepat.

Komponen-komponen yang termasuk dalam kategori *orgaware* ini sebagian besar berkaitan dengan manajemen dan organisasi dalam pengelolaan irigasi dan pertanian dengan kontribusi 0,63. Komponen-komponen *orgaware* menunjukkan peran penting dalam mengatur, mengelola operasi dan sumber daya manusia yang terlibat dalam sistem irigasi. Kelengkapan dalam suatu organisasi, seperti visi kepengurusan, aturan, sanksi, kemampuan suatu kepengurusan harus ada dalam suatu

pengelolaan irigasi.

Secara keseluruhan semua komponen berperan dalam pengelolaan irigasi, dan perlu dikembangkan secara terus-menerus untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaannya dalam mendukung produksi pertanian yang berkelanjutan. Hasil perhitungan teknometrik terhadap keseluruhan komponen teknologi pengelolaan air irigasi Tambakromo Cepu, mempunyai nilai total koefisien kontribusi teknologi (KKT) sebesar 0,64 (Tabel 4). Nilai terendah untuk masing-masing komponen disajikan pada Tabel 5, yang menunjukkan komponen tersebut mempunyai kontribusi teknologi rendah pula.

Dengan melihat perhitungan nilai KKT, rentang levelnya adalah  $0,5 < KKT \leq 0,7$  yang berarti keterampilan teknis tergolong keterampilan “baik” dan mempunyai tingkat kecanggihan “semi modern”.

### 3.5. Faktor-Faktor Pengaruh Pemahaman Petani Terhadap Komponen Teknologi

Faktor yang memengaruhi pemahaman petani terhadap pemahaman teknologi irigasi pompa perlu dilakukan suatu pengujian. Pengujian dilakukan dengan analisis regresi linear berganda. Maksud dari uji tersebut adalah mengetahui kebenaran faktor-faktor yang berpengaruh sebagai variabel bebas terhadap pemahaman petani sebagai variabel terikat, serta untuk mengetahui seberapa kuat faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap pemahaman

**Tabel 6.** Hasil Determinasi 4 Model

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error Estimasi	Statistik Perubahan R Square	F Perubahan	df1	df2	Sig. F Perubahan
1	0,672	0,452	0,308	17,389	0,452	3,133	5	19	0,031
2	0,670	0,448	0,338	17,004	-0,004	0,125	1	19	0,728
3	0,667	0,444	0,365	16,654	-0,004	0,146	1	20	0,707
4	0,664	0,442	0,391	16,312	-0,003	0,104	1	21	0,751



petani secara simultan. Determinasi 4 model disajikan pada Tabel 6 dan hasil uji-t pada Tabel 7.

Tabel 7 memberikan gambaran beberapa model yang merepresentasikan faktor-faktor yang berpengaruh. Model nomor 4 merupakan model terbaik di antara model yang lain dengan nilai standar *error* paling kecil (16,312). Model 4 menunjukkan faktor yang berpengaruh secara simultan memengaruhi pemahaman petani adalah faktor pendidikan petani dan luas garapan. Indikasinya adalah nilai signifikansi kurang dari 5 persen (0,048 dan 0,008) Faktor pendidikan petani memengaruhi pemahaman petani terhadap suatu teknologi, makin tinggi pendidikan yang dicapai maka cakrawala keilmuan serta metodologi pemikiran akan terasah secara baik. Faktor luas garapan petani juga memengaruhi pemahaman petani. Hal ini sesuai fakta lapangan yang ditemui bahwa makin luas garapan petani, permasalahan yang dihadapi akan makin besar, sehingga mereka berusaha untuk berpikir dan bekerja secara efisien supaya permasalahan yang dihadapi dapat terpecahkan. Mereka antusias secara aktif dan terbuka untuk menerima informasi baru yang dapat mempermudah pekerjaan mereka.

### 3.6. Diskusi

Fakta bahwa mayoritas responden memiliki pekerjaan utama bertani menunjukkan bahwa pertanian merupakan sektor ekonomi yang penting di Desa Tambakromo Kecamatan Cepu. Namun, persentase kecil responden dengan pendidikan tinggi menunjukkan diversifikasi ekonomi lokal. Dalam suatu penelitian menunjukkan faktor pendidikan sangat memengaruhi aktivitas ekonomi dalam suatu sistem usahatani (Sitohang, 2018). Secara keseluruhan, informasi tersebut menunjukkan bahwa petani memiliki kekuatan di bidang tertentu seperti populasi produktif dari sektor pertanian yang dominan, tetapi ada juga kebutuhan untuk perbaikan di bidang lain seperti kesetaraan gender dan akses pendidikan. Yila dan Resurreccion (2013) menyatakan bahwa pendidikan dan gender memengaruhi sikap petani dalam mengelola informasi dan teknologi. Karena kurangnya interaksi dan komunikasi, petani perempuan lebih sulit untuk menerima informasi dari pihak luar komunitas dibandingkan dengan petani laki-laki. Pemahaman petani terhadap komponen teknologi sangat penting dalam

**Tabel 7.** Koefisien Variable dari Uji t dengan 4 Model

<i>Model</i>	<i>Unstandardized Coefficients</i>		<i>Standardized Coefficients</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
	<i>B</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Beta</i>		
1 ( <i>Constant</i> )	180,257	29,842		6,040	,000
Umur	-,288	,584	-,158	-,493	,628
Pendidikan	7,086	4,111	,343	1,724	,101
Pekerjaan	-1,194	3,379	-,062	-,353	,728
lama_bertani	,182	,470	,122	,386	,703
Luas_garapan	14,032	5,160	,489	2,719	,014
2 ( <i>Constant</i> )	179,091	29,003		6,175	,000
Umur	-,282	,571	-,154	-,494	,627
Pendidikan	6,767	3,922	,328	1,725	,100
lama_bertani	,175	,459	,118	,382	,707
Luas_garapan	14,230	5,016	,496	2,837	,010
3 ( <i>Constant</i> )	174,070	25,319		6,875	,000
Umur	-,105	,326	-,057	-,322	,751
Pendidikan	6,650	3,830	,322	1,736	,097
Luas_garapan	14,045	4,890	,489	2,872	,009
4 ( <i>Constant</i> )	166,797	11,174		14,928	,000
Pendidikan	7,159	3,416	,347	2,096	,048
Luas_garapan	13,836	4,747	,482	2,915	,008

meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan mereka. Kemampuan dan pengetahuan petani dalam mengelola komponen teknologi dapat memperkuat peran mereka dalam menjaga dan meningkatkan produktivitas pertanian. Faktor seperti pendidikan dan luas garapan dapat memengaruhi pemahaman petani terhadap teknologi irigasi pompa. Oleh karena itu, pendekatan yang tepat perlu dilakukan untuk meningkatkan pemahaman petani terhadap teknologi dalam irigasi pemompaan untuk mewujudkan keberlanjutan sistem usaha tani, seperti melalui pendidikan dan pelatihan yang disesuaikan dengan tingkat pendidikan petani (Cui, dkk., 2022; Devkota, dkk., 2022).

Perhitungan nilai Koefisien Kontribusi Teknologi (KKT) menunjukkan kemampuan teknologi pengelolaan air irigasi Tambakromo Cepu dikategorikan sebagai kemampuan yang “baik” dengan tingkat kemutakhiran “semi modern”. Beberapa *gap* komponen teknologi masih ditemukan dalam penilaian kontribusi komponen teknologi ini, baik pada komponen *technoware*, *infoware*, *orgaware* dan *humanware*. Dalam pelaksanaan penerapan teknologi, terdapat faktor yang memengaruhi dalam penerapan seluruh komponen, seperti daya dukung, biaya, sumber daya dan lain-lain. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Safrudin dkk. (2020) menemukan bahwa *technoware* memiliki nilai *gap* tertinggi untuk *gap* komponen teknologi pilihan. Hasil penelitian lain oleh Antesty, dkk. (2020) menyatakan bahwa ada upaya untuk meningkatkan nilai KKT dengan meningkatkan elemen teknologi yang diprioritaskan, yaitu *humanware* dan *technoware*. Dalam penelitian Lasalewo (2012), pengukuran menunjukkan bahwa tingkat kontribusi teknologi masih rendah karena sistem manual masih digunakan. Teknologi yang digunakan dalam proses produksi digunakan untuk meningkatkan kualitas produk, dan menjamin validitas hasil proses produksi dapat berjalan secara efektif. Selain itu, hasil pengujian dapat memenuhi standar produk yang telah ditetapkan. Dengan mengetahui hasil kajian kontribusi teknologi, pemanfaatan teknologi dapat meningkatkan proses produksi menjadi lebih efektif (Sinrang, dkk., 2018). Penentuan skala prioritas dilakukan untuk mengurangi terjadinya *gap* antar komponen teknologi tersebut melalui hasil kajian

pada komponen yang memiliki nilai rendah. Nilai kontribusi terendah pada komponen *technoware* adalah bak kontrol dan saluran air adalah 0,58 dan 0,6. Dengan luas potensi sawah tadah hujan di Desa Tambakromo yang luas yaitu 100 ha bak tampung/kontrol yang tersedia sekarang hanya 1 bak dengan volume 0,94 m<sup>3</sup>, sedangkan panjang saluran utama yang telah ada belum dapat menjangkau lahan yang paling ujung. Peningkatan nilai kontribusi dapat dilakukan dengan menambah jumlah bak kontrol dan menambah pipa utama dan cabang, sehingga sawah yang paling hulu dapat terlayani irigasi secara proporsional.

Nilai kontribusi terendah pada komponen *humanware* adalah komponen teknologi pengurus adalah 0,5. Teknologi irigasi pompa air irigasi dari Bengawan Solo yang dikelola secara korporasi oleh Unit Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) merupakan hal yang pertama. Selama ini teknologi irigasi pompa dikelola masing-masing petani atau pihak swasta yang berorientasi profit, sehingga faktor pengalaman dan pengetahuan manajemen pengelolaan air irigasi masih tergolong minimal. Peningkatan nilai kontribusi dapat dilakukan dengan peningkatan kualitas dan kapasitas pengurus melalui pendampingan dan pelatihan serta penambahan tenaga *ulu-ulu* yang bertugas melaksanakan dan mengawasi pembagian air pada petak sawah.

Nilai kontribusi terendah pada komponen *infoware* adalah pendokumentasian terhadap segala macam informasi terkait budidaya pertanian adalah 0,56. Selama ini petani dan pengurus masih mengarsipkan dan mendokumentasikan segala informasi secara konvensional. Pendokumentasian informasi secara konvensional biasanya dilakukan dengan cara mencatat informasi dalam buku atau kertas secara manual. Cara ini memiliki kelemahan dalam hal efisiensi dan keamanan data, Kertas dapat rusak atau hilang, informasi tidak dapat diakses secara cepat dan mudah, serta informasi tidak dapat dibuat cadangannya (*backup*) dengan mudah. Peningkatan nilai kontribusi komponen ini dapat dilakukan dengan beralih ke metode pendokumentasian secara digital.

Nilai kontribusi terendah pada komponen *orgaware* adalah aturan, sanksi, dan

penghargaan dalam berorganisasi yang melekat pada pengurus dan anggota dengan nilai 0,58. Dalam keseluruhan, aturan, sanksi, dan penghargaan merupakan komponen teknologi yang penting untuk peningkatan pengelolaan irigasi yang efektif. Aturan harus diatur dengan cara yang efektif untuk menjaga keberlangsungan pengelolaan irigasi, sanksi harus diberikan untuk memberikan konsekuensi jika aturan tidak dipatuhi, dan penghargaan dapat diberikan sebagai motivasi bagi para pengguna irigasi untuk memperbaiki pengelolaan irigasi mereka. Dengan menerapkan aturan, sanksi, dan penghargaan dengan tepat, pengelolaan irigasi yang semula tidak efektif dapat diperbaiki dan dijalankan dengan efektif.

Potensi peningkatan kemampuan teknologi menjadi kategori “modern” dengan tingkatan “sangat baik” dapat dicapai dengan melakukan peningkatan pada semua komponen teknologi pada kondisi ideal. Jika kondisi ideal belum tercapai, dapat dilakukan skala prioritas pada salah satu di antara komponen teknologi. Beberapa contoh *input* yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan konsep *smart irrigation*, yang menggunakan teknologi *monitoring* lahan, tanaman, dan pompa air secara terukur, serta pemanfaatan informasi iklim, budidaya serta peningkatan *capacity building* terhadap para pengurus dan petani.

#### IV. KESIMPULAN

Analisis teknometri dan tingkat pemahaman petani terhadap penerapan teknologi irigasi pompa telah dilakukan. Tingkat pemahaman petani terhadap teknologi irigasi pompa di lahan sawah tadah hujan pada tingkatan “kuat” sampai “sangat kuat” terhadap komponen teknologi *technoware*, *infoware*, *orgaware*, dan *humanware*. Analisis ini memegang peran penting dalam pengelolaan irigasi modern yang dapat digunakan untuk mempelajari dan menganalisis kontribusi teknologi, manusia, dan organisasi dalam sistem. Hasil KKT irigasi pompa di lahan sawah tadah hujan dalam kategori “semi modern” dan tingkatan “baik”. Dengan memahami kontribusi masing-masing elemen, KKT dapat membantu pengambil keputusan dalam memilih komponen teknologi yang tepat, mengoptimalkan penggunaan sumber daya manusia, dan meningkatkan

efektivitas organisasi. Hasil kajian ini bermanfaat untuk pihak perencana dan pengelola irigasi. Para pihak yang berkepentingan tersebut dapat menggunakan temuan dari penelitian ini untuk menyusun strategi sekaligus pengembangan teknologi ke depan sehingga pengelolaan air irigasi pompa menjadi lebih efektif dan optimal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Standardisasi Instrumen Pertanian sebagai institusi penyedia data dan dana penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adiantoro, B. 2020. Analisis Kemampuan Teknologi PT X dengan Pendekatan Teknometrik dan Analytical Network Process (Anp). *Bina Teknika*, 15(2): 85–90. <https://doi.org/10.54378/bt.v15i2.1024>
- Antesty, S. dan A. E. Tontowi. 2020. Analisis Kontribusi Komponen Teknologi Umkm Kota Bontang Menggunakan Metode Teknometrik. *Jurnal Riset Teknologi Industri (JRTI)*. 14(2) Desember: 230–240.
- Arif, S. S., A. Prabowo, S. Sastrohardjono, I. Sukarno, dan T.S. Sidharti. 2014. *Pokok – Pokok Modernisasi Irigasi Indonesia*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Casban, U. M. dan L.S. Rosyadi. 2021. Penerapan Metode Teknometrik untuk Mengukur Kontribusi Komponen Teknologi dalam Proses Produksi Industri Kecil dan Menengah. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*. 8(2) Agustus : 1–12. DOI: <https://dx.doi.org/10.24853/jisi.8.2.1-12>.
- Chunga, B.A., W. Marx, X. Cai, W. de Clercq, A. Watson, and M. Malota. 2023. Water Allocation using System Dynamic Modelling in the Aquaculture Integrated with Small-Scale Irrigation Systems in Malawi. *Physics and Chemistry of the Earth*, 129 (December 2022): 103355. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2022.103355>
- Cahyono, D. E. dan H. C. Wahyuni. 2015. Penilaian Teknologi Menggunakan Analytical Hierarchy Process dan Teknometrik di Departemen Produksi. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 14: 122–129.
- Cui, S., M. Wu, X. Huang, X. Wang, and X. Cao. 2022. Sustainability and Assessment of Factors Driving the Water-Energy-Food Nexus in Pumped Irrigation Systems. *Agricultural Water Management*. 272: 107846. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107846>

- Devkota, K. P., S. E. J. Beebout, Sudhir-Yadav, and M.A. Bunquin. 2022. Setting Sustainability Targets for Irrigated Rice Production and Application of the Sustainable Rice Platform Performance Indicators. *Environmental Impact Assessment Review*. 92 (October 2021): 106697. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106697>
- Giyanti, I. 2015. Penilaian Tingkat Kontribusi Teknologi pada Perusahaan Jasa Menggunakan Model Teknometrik. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi*. 3(2): 93–106.
- Gudanowska, A. 2017. A Map of Current Research Trends within Technology Management in the Light of Selected Literature. *Manag. Prod. Eng* 8: 78–88.
- Habib, F., Hamri, Iskandar, dan Z. Altin. 2019. Sistem Irigasi Pompanisasi Persawahan. *Jurnal Teknik Mesin*. 1(2): 1–8. <https://engjournalumi.com/index.php/J-Move/article/view/20>
- Kaliky, R., Subejo, A. Sabila, dan W. Handayani, 2020. Hubungan Persepsi dan Sikap Penyuluh Pertanian terhadap Minat Penggunaan Aplikasi Si Katam Terpadu Berbasis Website Di Yogyakarta. *Jurnal Kawistara*. 10(3): 368–377.
- Lasalewo, T. 2012. Kajian Kandungan Teknologi pada Industri Kerajinan Kerawang sebagai Produk Andalan Provinsi Gorontalo. *Prosiding Seminar Nasional Industrialisasi Madura*.
- Lungari, F. F. 2017. Analisis Kesiapan Komponen Teknologi (*Humanware*) di Galangan Kapal Menengah (Studi Kasus PT Adiluhung Sarana Segara Indonesia). *Jurnal Ilmiah Tindalong*. 3(1): 31–35.
- Orpia, C., J. Orpia, and M. Liberato. 2021. Technical and Economic Analysis of Solar Photovoltaic Water Pumps against Conventional Systems in Common Crops in Ilocos Sur, Philippines. *Psychology and Education: An Interdisciplinary Journal* 58:1030–1039.
- Pujianto, T., R. A. S. Hasbullah, dan I. Ardiansah. 2017. Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi dalam Aktivitas Produksi di PT Z Menggunakan Metode Teknometrik. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*. 6(3): 133–144.
- Rost, S., D. Gerten, H. Hoff, W. Lucht, M. Falkenmark, and J. Rockström. 2009. Global Potential to Increase Crop Production through Water Management in Rainfed Agriculture. *Environmental Research Letters*. 4(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/4/4/044002>
- Rusmayadi, G. dan Z. Ahmad. 2017. Manajemen Air Pertanian pada Lahan Basah dan Lahan Kering. In *International Research and Development for Human Beings Malang (Issue June)*. CV. IRDH (Research & Publishing). [https://www.researchgate.net/profile/Gusti\\_Rusmayadi/publication/318913651\\_Manajemen\\_Air\\_Pertanian\\_pada\\_Lahan\\_Basah\\_dan\\_Lahan\\_Kering/links/59850e7f0f7e9b6c852f51f5/Manajemen-Air-Pertanian-pada-Lahan-Basah-dan-Lahan-Kering.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gusti_Rusmayadi/publication/318913651_Manajemen_Air_Pertanian_pada_Lahan_Basah_dan_Lahan_Kering/links/59850e7f0f7e9b6c852f51f5/Manajemen-Air-Pertanian-pada-Lahan-Basah-dan-Lahan-Kering.pdf)
- Safrudin, M. N., U. Ciptomulyono, dan F. H. Susilo. 2020. Pengukuran Kontribusi Komponen Teknologi pada Kapal MM menggunakan Metode Kombinasi Teknometrik dan Analytical Hierarchy Process (AHP). *Rekayasa*. 13(1): 31–37. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i1.5881>
- Sinrang, A. D. B., A. R. Mus, M. N. Hamzah, dan A. Gani. 2018. Influence of Competence, And Technology on Productivity and Fishermen Fisheries Income in South Sulawesi Province. *International Journal of Scientific and Technology Research*. 7(9).
- Siregar, S. 2010. *Statistika Deskriptif untuk Penelitian* (1st ed.). Depok: Rajagrafindo Persada.
- Sitohang, P. 2018. Evaluasi Tingkat Partisipasi Masyarakat Dalam Pengelolaan Irigasi Daerah Rawa Anjir Serapat Kabupaten Kapuas. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*. 7(2): 104–111.
- Suprpto, M. 2012. Konsep Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan. *Jurnal Teknik Sipil*. 12(1): 61–67.
- UNESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific). 1989. *A Framework for Technology-Based Development. Institutional Repository - ESCAP*. Technology Content Assessment (Vol. 2). <https://hdl.handle.net/20.500.12870/3622> [diakses 13 Des 2023]
- Wahyuni, R. P., R. P. Sudibyo, dan N.O. Amir, 2018. Faktor-Faktor yang Berperan terhadap Tingkat Partisipasi Petani dalam Budidaya Tanaman Organik di Kecamatan Junrejo Kota Batu. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)*: 5(2): 544–560.
- Wahyunto. dan F. Widiastuti. 2014. Lahan Sawah sebagai Pendukung Ketahanan Pangan serta Strategi Pencapaian Kemandirian Pangan. *Jurnal Sumberdaya Lahan, edisi khusus*, 17–30.
- Warafakih, A. S. dan E. A. Chumaidiyah. 2015. Analisis Kandungan Teknologi 3G pada Layanan Telkomsel Flash dengan Metode Teknometrik di PT. Telkomsel Jakarta Selatan. *Proceeding of Engineering*. 4124–4131.
- Yanthi, E. R., A. Basith, dan J.M. Munandar. 2018. Analisis Kontribusi Komponen Teknologi pada Perusahaan Jasa Kereta Api Barang dengan Pendekatan Model Teknometrik. *Jurnal Manajemen Teknologi*. 17(3): 197–215. <https://doi.org/https://doi.org/10.12695/jmt.2018.17.3.3>
- Yila, J. O. and B.P. Resurreccion. 2013. Determinants



---

of Smallholder Farmers' Adaptation Strategies to Climate Change in the Semi Arid Nguru Local Government Area, Northeastern Nigeria. *Management of Environmental Quality*. 24(3): 341–364.

#### BIODATA PENULIS

**Muchamad Wahyu Trinugroho** dilahirkan di Boyolali, 30 bulan Mei 1983. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada tahun 2005, pendidikan S2 di Program Studi *Water Engineering and Management Asian Institute of Technology, Thailand* tahun 2017. Saat ini penulis sedang menempuh Pendidikan S3 di Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem Universitas Gadjah Mada.

**Sigit Supadmo Arif** dilahirkan di Semarang, 16 Mei 1952. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Mekanisasi Pertanian Universitas Gadjah Mada, pendidikan S2 di Program Studi *Water Engineering and Management Asian Institute of Technology, Thailand*, dan pendidikan S3 Program Studi *Irrigation Engineering, Central Luzon State University, Philippines*.

**Sahid Susanto** dilahirkan di Yogyakarta, 21 Desember 1953. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 di Program Studi Mekanisasi Pertanian Universitas Gadjah Mada, dan pendidikan S3 Program Studi *Watershed Management, Kyoto University, Japan*.

**Bayu Dwi Apri Nugroho** dilahirkan di Yogyakarta, 12 April 1979. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Mekanisasi Pertanian Universitas Gadjah Mada, pendidikan S2 dan S3 di Program Studi *Environmental Sciences, Iwate University, Japan*.

**Abi Prabowo** dilahirkan di Yogyakarta, 23 Januari 1957. Penulis menyelesaikan pendidikan S1, S2 dan S3 di Program Studi Mekanisasi Pertanian Universitas Gadjah Mada



---

Halaman ini sengaja dikosongkan