



Analisis RWS dan RIS pada Budidaya Padi dengan Metode AWD dan Metode Genangan

Analysis of RWS and RIS in Rice Cultivation Using the AWD and Continuous Flooding Methods

Leonard Samuel Tua Tampubolon, I Wayan Tika*, I Gusti Ketut Arya Arthawan, Fritz Reynara Abimael Wahongan, Nanda Setya Pradita, Mentari Kinasih

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

ABSTRAK

Pengelolaan irigasi efisien sangat krusial bagi keberlanjutan sumber daya air untuk menekan pemborosan akibat penggenangan terus-menerus (*continuous flooding*). Penelitian di Subak Sigaran, Bali ini bertujuan membandingkan nilai *Relative Water Supply* (RWS) dan *Relative Irrigation Supply* (RIS) pada budidaya padi antara metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) dan Genangan. Eksperimen lapangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 18 petak percobaan. Karena data tidak memenuhi asumsi parametrik, analisis komparasi menggunakan Uji Wilcoxon. Hasil penelitian menunjukkan metode AWD terbukti jauh lebih efisien. Rata-rata musiman RWS AWD tercatat sebesar 5,916, yang berarti suplai air total hanya sekitar 6 kali lipat dari kebutuhan air normal tanaman, jauh lebih hemat dibandingkan Genangan yang mencapai 30,713 kali lipat. Efisiensi serupa terjadi pada nilai RIS, di mana AWD mencatat angka 2,395 yang menunjukkan pemberian air irigasi hanya 2,4 kali lipat dari kebutuhan irigasi bersihnya, sedangkan Genangan membengkak hingga 26,901 kali lipat dari yang diperlukan. Secara teknis, AWD menyediakan ruang (*free-board*) untuk menampung curah hujan secara maksimal sekaligus mereduksi tekanan hidrostatik yang memicu kebocoran air (perkolasi). Uji Wilcoxon mengonfirmasi perbedaan sangat nyata pada RWS ($p\text{-value}$ 0,003906 < 0,05) dan RIS ($p\text{-value}$ 0,009091 < 0,05). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa AWD mampu menekan pemborosan air secara drastis tanpa mengganggu kebutuhan fisiologis tanaman.

Kata Kunci: AWD, Efisiensi Air, Genangan, Padi, RIS, RWS

ABSTRACT

Efficient irrigation management is crucial for the sustainability of water resources to minimize water waste caused by continuous flooding. This research, conducted in Subak Sigaran, Bali, aims to compare the *Relative Water Supply* (RWS) and *Relative Irrigation Supply* (RIS) values in rice cultivation between the *Alternate Wetting and Drying* (AWD) and continuous flooding methods. The field experiment employed a *Randomized Complete Block Design* (RCBD) with 18 experimental plots. Since the data did not meet parametric assumptions, the comparative analysis was performed using the Wilcoxon Test. The results indicated that the AWD method was significantly more efficient. The seasonal average for AWD RWS was recorded at 5.916, meaning the total water supply was only about 6 times the normal crop water requirement, which is highly water-saving compared to the continuous flooding method that reached 30.713. Similar efficiency was observed in the RIS value, where AWD recorded 2.395, indicating the irrigation water applied was only 2.4 times the net irrigation requirement, whereas continuous flooding inflated to 26.901. Technically, AWD provides *freeboard* to maximize the capture of rainfall while reducing the hydrostatic pressure that drives water leakage (percolation). The Wilcoxon test confirmed a highly significant difference in both RWS ($p\text{-value}$ = 0.003906 < 0.05) and RIS ($p\text{-value}$ = 0.009091 < 0.05). In conclusion, AWD is proven to drastically reduce water waste without compromising the physiological needs of the plants.

Keywords: AWD, Continuous Flooding, Rice, RIS, RWS, Water Efficiency

*Corresponding author:

Dosen Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia.

Email: wayantika@unud.ac.id

Masuk: 29 Juni 2026

Direvisi: 13 Juli 2026

Diterima: 28 Agustus 2026

Terbit: 30 September 2026

PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas pangan utama di Indonesia yang keberlangsungannya sangat bergantung pada pengelolaan air yang tepat dan efisien. Di Bali, pengelolaan irigasi dilakukan melalui sistem tradisional Subak yang berlandaskan filosofi Tri Hita Karana, yang menjaga harmoni antara manusia, Tuhan, dan lingkungan (Nopitasari dan Putrawan, 2013). Sistem ini terbukti mampu menjaga keberlanjutan budidaya padi melalui mekanisme pengelolaan kolektif dan efisiensi distribusi air yang terjaga (Suryawan et al., 2023). Operasional dan pemeliharaan jaringan irigasi Subak secara teknis mampu menjamin kontinuitas pasokan air meskipun ketersediaan debit di sumbernya terbatas (Sumiyati et al., 2017). Selain itu, penerapan pola tanam yang berkelanjutan dan keseimbangan neraca air mendukung intensifikasi pertanian padi tanpa mengorbankan aspek kelestarian ekosistem (Triadi et al., 2023). Namun, fenomena nyata di lapangan menunjukkan bahwa metode budidaya konvensional dengan penggenangan terus-menerus (*continuous flooding*) yang umum diterapkan petani cenderung tidak efisien karena memicu penggunaan air yang berlebihan. Penggenangan secara terus-menerus ini tidak hanya boros air, tetapi juga berdampak pada peningkatan emisi gas metana yang merugikan lingkungan.

Sebagai alternatif solusi progresif dalam ilmu keteknikan pertanian dan biosistem, dikembangkan metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) yang mampu menghemat penggunaan air hingga 30% tanpa menurunkan hasil panen secara signifikan. Teknologi ini juga berperan dalam konservasi lingkungan dengan mereduksi emisi metana hingga 50% (Setyanto et al., 2018). Untuk mengukur sejauh mana efektivitas pengelolaan air dari inovasi tersebut secara terukur, kajian literatur merekomendasikan penggunaan indikator *Relative Water Supply* (RWS) dan *Relative Irrigation Supply* (RIS) (Kirmikil, 2025). Nilai RWS yang seimbang menunjukkan distribusi air yang efektif, sementara nilai di atas 1 mengindikasikan adanya pasokan air yang berlebih dari kebutuhan riil tanaman (Carthy et al., 2024). Efisiensi irigasi dalam sistem Subak juga dapat dinilai melalui perbandingan volume air yang diterima di petak sawah terhadap volume air yang dialirkan dari saluran utama (Pratama et al., 2021). Selain faktor pasokan, kondisi fisik tanah seperti porositas juga sangat menentukan kemampuan lahan dalam menyimpan dan menyediakan air bagi tanaman padi (Bolly dan Mutiara, 2023).

Meskipun secara teoritis metode AWD sangat efisien, implementasi dan evaluasinya pada lahan dengan ketersediaan air yang melimpah dan stabil seperti di Subak Sigaran memunculkan pertanyaan penelitian mengenai seberapa besar efisiensi nyata yang dapat direduksi dibandingkan metode genangan. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sejauh mana tingkat signifikansi perbedaan efisiensi antara metode AWD dan metode Genangan jika diterapkan pada kondisi riil di lapangan. Berdasarkan kajian literatur terdahulu, hipotesis yang diajukan adalah metode AWD akan menghasilkan nilai RWS dan RIS yang secara signifikan lebih rendah (lebih efisien) dibandingkan metode Genangan konvensional. Melalui pembuktian hipotesis tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan serta membandingkan nilai RWS dan RIS pada budidaya padi dengan menggunakan metode AWD dan metode Genangan. Analisis mendalam ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis bagi petani dan pengelola irigasi dalam merencanakan manajemen air yang lebih hemat dan berkelanjutan di masa depan.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Percobaan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, yang berlokasi di Desa Jegu, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan, Bali, tepatnya berada di bawah naungan wilayah hidrologi irigasi Subak Sigaran. Pemilihan lokasi ini dilakukan secara sengaja (*purposive*) karena kawasan tersebut merepresentasikan karakteristik persawahan dataran tinggi dengan sistem irigasi tradisional Subak yang aktif sepanjang tahun dan memiliki

pasokan debit air yang melimpah dari sumber mata air alami. Kondisi kelimpahan air ini sangat ideal untuk menguji batas ekstrem efisiensi air antara metode budidaya konvensional dan modern. Penelitian lapangan ini berlangsung selama satu musim tanam penuh, yang meliputi tahap persiapan lahan, penyemaian, penanaman, hingga masa panen padi, terhitung mulai bulan Agustus 2025 hingga Desember 2025 dan dilanjutkan pada tahap analisis lab hingga bulan Februari 2026.

Alat dan Obyek Penelitian

Objek utama dalam penelitian ini adalah tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas Ciherang 32 serta sampel tanah utuh (*undisturbed soil sample*) yang diambil langsung dari petak percobaan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini diklasifikasikan ke dalam peralatan lapangan, peralatan laboratorium, dan perangkat lunak. Untuk pengumpulan data hidrologis di lapangan, digunakan instrumen pipa observasi berlubang (pipa AWD) guna memantau fluktuasi kedalaman muka air tanah, ombrometer manual untuk merekam intensitas curah hujan harian, serta *double-ring infiltrometer* (infiltrometer cincin ganda) untuk mengukur laju perkolasi secara aktual. Sementara itu, untuk pengujian karakteristik fisik tanah di laboratorium, khususnya penentuan nilai porositas dan kadar air, digunakan tabung cincin sampel (*ring sample*), timbangan analitik dengan tingkat presisi tinggi, dan oven pengering yang diset pada suhu konstan 105°C. Adapun untuk pemrosesan data iklim sekunder dalam menentukan nilai evapotranspirasi acuan (ET_o), analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak CROPWAT 8.0.

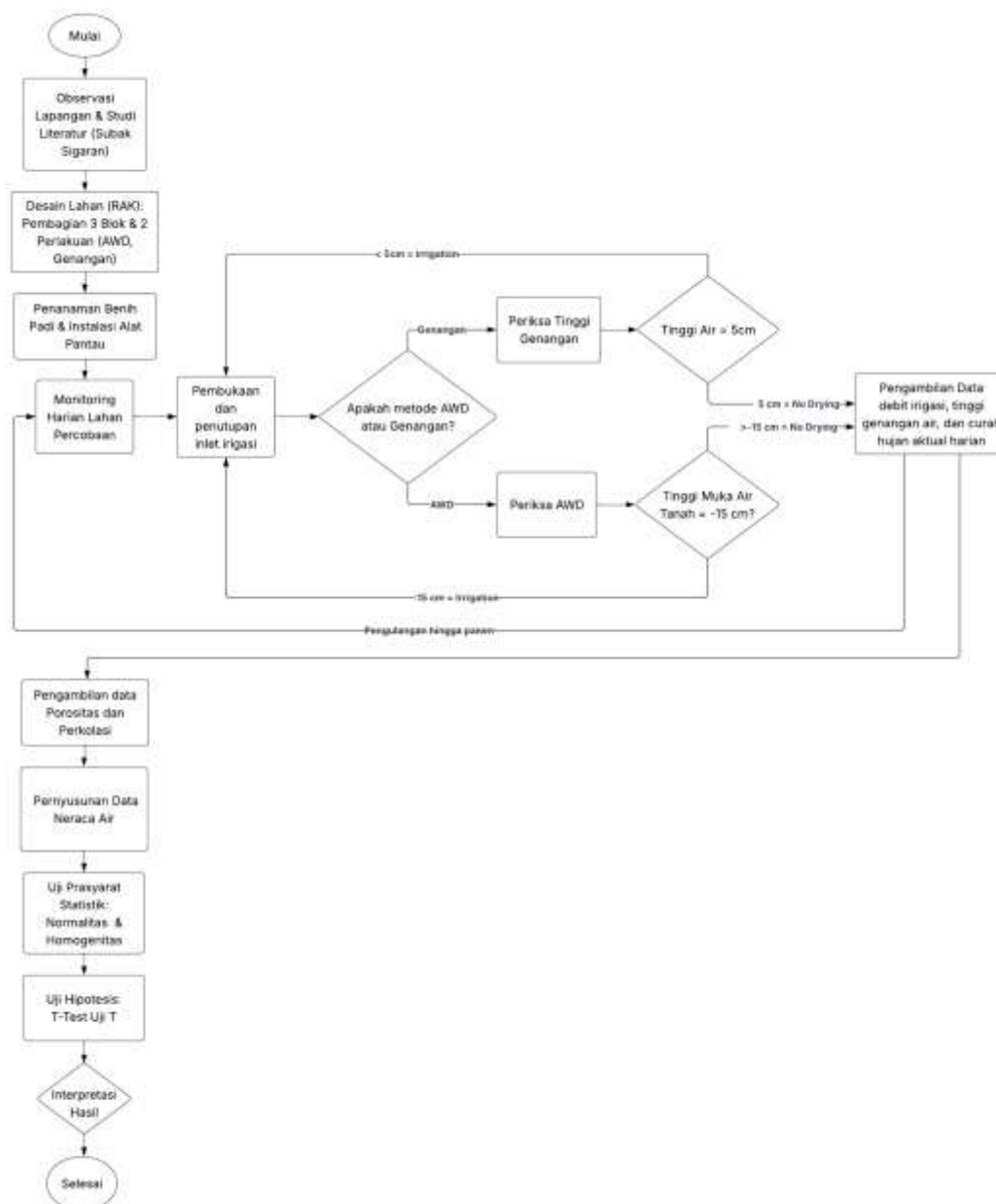
Desain Penelitian

Penelitian lapangan ini dirancang menggunakan eksperimen berbasis Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diatur secara sistematis untuk membandingkan dua metode pengelolaan air sebagai perlakuan utama. Perlakuan pertama adalah metode pengairan basah-kering bergantian atau *Alternate Wetting and Drying* (AWD), sedangkan perlakuan kedua adalah metode irigasi konvensional melalui penggenangan terus-menerus (*continuous flooding*). Untuk menjaga keandalan data dan meminimalkan galat percobaan di lapangan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak sembilan kali sebagai kelompok (blok), sehingga secara keseluruhan terdapat 18 petak percobaan yang diamati secara intensif. Pembuatan blok atau kelompok ini didasarkan pada plot spasial lahan sawah serta arah aliran air irigasi guna mengontrol keragaman kondisi lingkungan dan topografi lapangan. Setiap petak percobaan dibatasi oleh pematang tanah untuk memisahkan pengaturan air antar perlakuan yang diuji, sehingga pengambilan data dan hasil pengukuran nilai RWS serta RIS dapat merepresentasikan karakteristik dari masing-masing metode pengairan secara objektif.

Prosedur Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk mengevaluasi efisiensi penggunaan air secara kuantitatif dan membuktikan hipotesis yang diajukan. Tahap pertama dimulai dengan menghitung nilai indikator kinerja irigasi, yaitu *Relative Water Supply* (RWS) dan *Relative Irrigation Supply* (RIS), pada masing-masing petak percobaan berdasarkan data komponen neraca air yang telah dikumpulkan selama musim tanam. Setelah nilai RWS dan RIS diperoleh, tahapan dilanjutkan dengan melakukan uji prasyarat statistik untuk menentukan jenis analisis komparatif yang tepat. Uji prasyarat ini meliputi Uji Normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* guna memeriksa distribusi data, serta Uji Homogenitas menggunakan *Levene's Test* untuk memastikan kesamaan varians antar kelompok perlakuan. Berdasarkan hasil pengujian prasyarat tersebut, ditemukan bahwa data tidak memenuhi asumsi dasar statistik parametrik karena berdistribusi tidak normal dan memiliki varians yang tidak homogen. Oleh karena itu, analisis komparatif untuk menentukan tingkat signifikansi perbedaan efisiensi air antara metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) dan metode Genangan dialihkan menggunakan uji statistik non-parametrik, yaitu Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon (*Wilcoxon Signed-Rank Test*). Seluruh tahapan komparasi statistik non-parametrik ini dieksekusi menggunakan bantuan perangkat lunak analisis data dengan menetapkan taraf signifikansi sebesar 5% ($p = 0,05$).

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan neraca air selama satu musim tanam penuh difokuskan pada evaluasi parameter pasokan dan kebutuhan air di lahan. Perbandingan efisiensi pengelolaan air antara metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) dan metode Genangan konvensional pada 9 (sembilan) pasang petakan percobaan dianalisis menggunakan indikator *Relative Water Supply* (RWS) dan *Relative Irrigation Supply* (RIS).

Analisis *Relative Water Supply* (RWS)

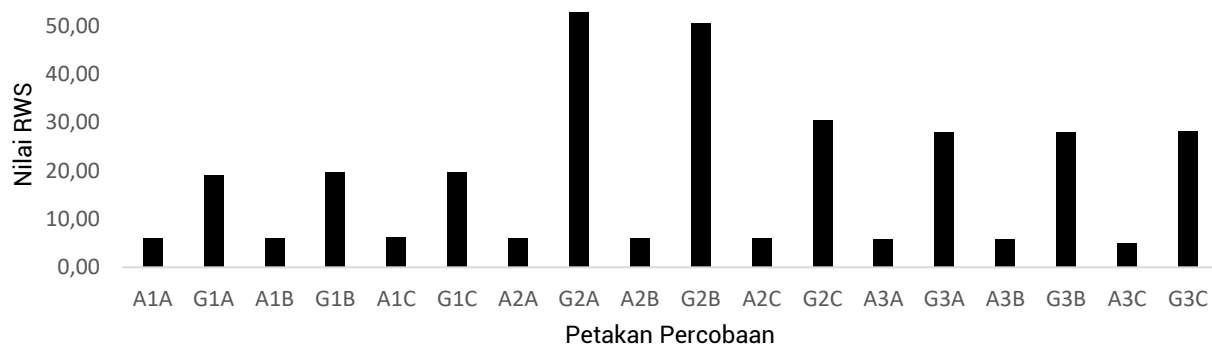
Data hasil penelitian terhadap nilai RWS pada metode AWD dan Genangan selama satu musim dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai RWS Pada Metode AWD dan Genangan Selama Satu Musim

Tanggal	Petakan	Qharian (mm/hari)	Curah Hujan Efektif (mm/hari)	Perkolasi	ETc (mm/hari)	RWS
08/09/2025 - 5/12/2025	A1A	56,43	10,15	4,82	6,03	6,14
	G1A	212,41	10,15	5,62	6,03	19,11
	A1B	55,98	10,15	4,82	6,03	6,10
	G1B	220,27	10,15	5,62	6,03	19,79
	A1C	58,09	10,15	4,82	6,03	6,29
	G1C	218,48	10,15	5,62	6,03	19,63
	A2A	55,78	10,15	4,82	6,03	6,08
	G2A	604,61	10,15	5,62	6,03	52,79
	A2B	54,94	10,15	4,82	6,03	6,00
	G2B	577,65	10,15	5,62	6,03	50,47
	A2C	54,87	10,15	4,82	6,03	6,00
	G2C	345,53	10,15	5,62	6,03	30,54
	A3A	53,19	10,15	4,82	6,03	5,84
	G3A	315,59	10,15	5,62	6,03	27,97
	A3B	52,45	10,15	4,82	6,03	5,77
	G3B	316,05	10,15	5,62	6,03	28,01
	A3C	44,43	10,15	4,82	6,03	5,03
	G3C	317,14	10,15	5,62	6,03	28,10

Berdasarkan Tabel 1, terlihat jelas bahwa disparitas (perbedaan) nilai akhir RWS antara kedua metode sangat dipengaruhi oleh dinamika variabel-variabel pembentuknya. Nilai RWS pada dasarnya merupakan representasi rasio antara total pasokan air yang masuk ke lahan (Total Qin) berbanding dengan total kebutuhan air operasional di lahan (Total Qout). Pada variabel keluaran air (Total Qout), nilai evapotranspirasi (ETc) untuk kedua perlakuan menunjukkan angka yang identik karena tanaman berada pada fase pertumbuhan dan kondisi iklim mikro yang sama. Namun, metode Genangan menghasilkan laju perkolasi yang secara konsisten jauh lebih tinggi dibandingkan metode AWD. Praktik penggenangan terus-menerus (*continuous flooding*) terbukti memberikan tekanan hidrostatik yang lebih besar pada permukaan lahan, sehingga memicu tingginya laju kehilangan air ke bawah profil tanah, terutama pada lahan dengan tingkat porositas yang memadai (Carrijo et al., 2017).

Lebih lanjut, dari sisi pasokan air (Total Qin), metode Genangan menuntut serapan debit irigasi yang sangat masif guna mengimbangi dan menutupi tingginya laju perkolasi tersebut. Sebaliknya, metode AWD secara teknis memberikan jeda pasokan melalui siklus pengeringan berkala. Fase pengeringan ini sangat menguntungkan karena menciptakan ruang kosong (*freeboard*) di petak sawah yang terbukti efektif untuk menampung curah hujan secara maksimal. Kapasitas tampungan alami inilah yang pada akhirnya berhasil menekan kebutuhan suplai air irigasi tambahan secara drastis pada petak perlakuan AWD (Budianto et al., 2020).



Gambar 2. Perbandingan Nilai RWS pada Setiap Petak Percobaan

Interaksi antarvariabel neraca air tersebut merefleksikan disparitas efisiensi yang kontras antarperlakuan, sebagaimana tersaji pada Gambar 2. Grafik tersebut menunjukkan bahwa tren nilai RWS pada seluruh petakan uji memiliki pola yang sangat konsisten di lapangan. Metode AWD (diwakili oleh kode A) mencatat rata-rata RWS musiman yang jauh lebih rendah dan efisien, yaitu sebesar 5,92. Secara hidrologis, nilai ini bermakna bahwa total pasokan air yang masuk ke lahan dapat ditekan hingga hanya berkisar 5,9 kali lipat dari total kebutuhan air nyata tanaman. Sebaliknya, akibat akumulasi pemberian pasokan air irigasi yang masif dan terus-menerus pada metode Genangan (diwakili oleh kode G), grafik perlakuan konvensional tersebut meningkat secara signifikan di seluruh petak uji dengan nilai rata-rata mencapai 30,71. Tingginya indeks RWS pada metode Genangan ini mengonfirmasi adanya pasokan air yang sangat berlebih (*oversupply*) yang jauh melampaui kapasitas kebutuhan fisiologis tanaman padi, sehingga memicu tingginya angka pemborosan air di tingkat petak sawah.

Tabel 2. Hasil Uji Prasyarat Normalitas (Shapiro-Wilk) untuk Data RWS pada Metode AWD dan Genangan

Parameter	Value AWD	Value Genangan
P-value	0.01919	0.02592
W	0.7874	0.801
Sample size (n)	9	9
Average ($\bar{x}$)	59.167	307.122
Median	6	28.01
Sample Standard Deviation (S)	0.3669	126.303
Sum of Squares	1.077	12.761.954
b	0.9209	319.718
Skewness	-20.362	11.319

Berdasarkan hasil kalkulasi statistik komputerisasi yang tersaji pada Tabel 2, diperoleh nilai signifikansi (*p-value*) untuk sebaran data nilai RWS pada metode AWD sebesar 0,01919, sedangkan nilai *p-value* untuk metode Genangan adalah sebesar 0,02592. Karena kedua nilai probabilitas tersebut secara konsisten berada di bawah taraf nyata 5% ($0,01919 < 0,05$ dan $0,02592 < 0,05$), maka terdapat bukti statistik yang kuat untuk menolak Hipotesis Nol (H_0). Hasil ini mengonfirmasi secara mutlak bahwa data RWS pada kedua perlakuan irigasi tersebut berdistribusi tidak normal. Karakteristik sebaran data yang tidak normal ini secara hidrologis dipicu oleh fluktuasi alami variabel neraca air di lapangan harian, terutama akibat interaksi dinamis antara distribusi pasokan air irigasi berkala dan kontribusi curah hujan efektif yang bervariasi pada setiap blok petak ulangan selama satu musim tanam. Pelanggaran terhadap asumsi normalitas ini berimplikasi pada

ketidaklayakan penggunaan statistik parametrik seperti Uji-T Berpasangan, sehingga analisis komparasi untuk menentukan tingkat signifikansi perbedaan efisiensi air antarperlakuan wajib dialihkan menggunakan metode statistik non-parametrik.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas (Levene's Test) untuk Data RWS pada Metode AWD dan Genangan

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Statistic	P-value
Groups (between groups)	1	2.995.536	2.995.536	67.416	0.01948
Error (within groups)	16	7.109.373	444.336		

Setelah uji normalitas, tahapan prasyarat analisis data dilanjutkan dengan melakukan Uji Homogenitas menggunakan metode *Levene's Test*. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah varians atau keragaman data antar kelompok perlakuan—dalam hal ini metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) dan metode Genangan—bersifat seragam (homogen) atau sebaliknya. Syarat utama terpenuhinya asumsi homogenitas pada analisis parametrik adalah jika nilai probabilitas signifikansi (*p-value*) yang dihasilkan lebih besar dari batas kritis 0,05. Namun, berdasarkan hasil analisis statistik yang tersaji pada Tabel 3, diperoleh nilai signifikansi (*p-value*) dari Uji *Levene* untuk parameter RWS hanya sebesar 0,01948. Karena nilai probabilitas tersebut lebih kecil dari batas taraf nyata 5% ($0,01948 < 0,05$), maka Hipotesis Nol (H_0) ditolak. Secara empiris, hasil ini mengonfirmasi bahwa sebaran varians data RWS antar-kelompok perlakuan bersifat tidak seragam atau tidak homogen. Ketidakhomogenan varians ini mempertegas hasil dari uji normalitas sebelumnya, di mana secara keseluruhan data pengamatan tidak mampu memenuhi syarat mutlak penggunaan kaidah statistika parametrik. Oleh karena itu, pengujian hipotesis komparatif untuk mengevaluasi signifikansi perbedaan tingkat efisiensi tata air kedua metode tersebut sangat valid dan wajib dilanjutkan menggunakan pendekatan uji statistik non-parametrik.

Tabel 4. Hasil Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon (Wilcoxon Signed-Rank Test) pada Perbandingan Nilai RWS

Parameter	Value
P-value	0.003906
Surprisal (S-value)	8
Effect Size (r)	0.9619
Z	28.856
W, (W-, W+)	0, (0, 45)
Number of pairs (N)	9
Non-zero difference pairs (n)	9
Ties Correction	The data doesn't contain ties
S.E	8.441
Average of differences ($\bar{x}_d$)	247.956
SD of differences (Sd)	126.413
Normality p-value	0.03241
Skewness	10.798

Berdasarkan hasil kalkulasi statistik yang tersaji pada Tabel 4, pengujian Wilcoxon untuk parameter RWS menghasilkan nilai probabilitas (*p-value*) sebesar 0,003906. Mengingat nilai signifikansi tersebut berada jauh di bawah ambang batas kritis 5% ($0,003906 < 0,05$), maka terdapat bukti statistik yang sangat meyakinkan untuk menolak (H_0). Hal ini mengonfirmasi secara mutlak bahwa

terdapat perbedaan yang sangat nyata pada tingkat efisiensi suplai air total (kombinasi curah hujan dan irigasi) selama satu musim tanam antara kedua metode tersebut. Secara kuantitatif, metode AWD terbukti jauh lebih efisien dalam menekan angka pemborosan air, di mana rata-rata indeks RWS musiman pada metode ini hanya berada di angka 5,916. Kinerja tersebut berbanding terbalik secara kontras dengan metode Genangan yang secara konsisten mengalami kelebihan pasokan air ekstrem (*oversupply*) dengan nilai rata-rata RWS melonjak hingga 30,713. Disparitas angka yang masif ini menegaskan bahwa intervensi manajemen air melalui siklus pengeringan terkontrol pada metode AWD mampu mengoptimalkan serapan curah hujan dan meminimalkan pasokan debit irigasi berlebih tanpa mengganggu kebutuhan fisiologis tanaman padi

Analisis *Relative Irrigation Supply* (RIS)

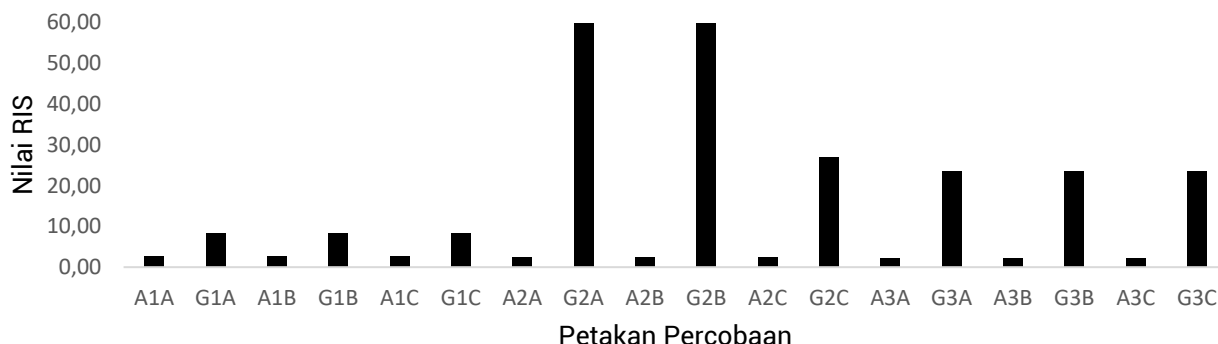
Data hasil penelitian terhadap nilai RIS pada metode AWD dan Genangan selama satu musim dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai RIS Pada Metode AWD dan Genangan Selama Satu Musim

Tanggal	Petakan	Qharian (mm/hari)	KAI (mm/hari)	RIS
08/09/2025 - 5/12/2025	A1A	18,17	6,93	2,62
	G1A	62,64	7,50	8,36
	A1B	17,94	6,93	2,59
	G1B	62,64	7,50	8,36
	A1C	17,92	6,93	2,59
	G1C	62,64	7,50	8,36
	A2A	17,02	6,93	2,46
	G2A	447,47	7,50	59,69
	A2B	16,90	6,93	2,44
	G2B	447,47	7,50	59,69
	A2C	17,10	6,93	2,47
	G2C	201,91	7,50	26,93
	A3A	14,92	6,93	2,15
	G3A	176,74	7,50	23,58
	A3B	14,59	6,93	2,11
	G3B	176,74	7,50	23,58
	A3C	14,82	6,93	2,14
	G3C	176,74	7,50	23,58

Berbeda dengan indikator RWS yang memperhitungkan kontribusi curah hujan secara total, parameter *Relative Irrigation Supply* (RIS) berfokus secara spesifik pada rasio antara volume pasokan air irigasi aktual yang diaplikasikan ke lahan terhadap murni kebutuhan air irigasi tanaman (KAI). Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 5, terlihat bahwa nilai KAI untuk seluruh petakan uji relatif seragam, mengingat fase pertumbuhan, iklim mikro, dan varietas tanaman yang dibudidayakan sangat identik. Akan tetapi, disparitas yang mencolok terlihat pada volume pemberian air, di mana metode Genangan menuntut suplai air yang jauh lebih masif dibandingkan dengan metode AWD. Tingginya akumulasi suplai irigasi pada metode Genangan pada dasarnya merupakan bentuk kompensasi atas besarnya tingkat kehilangan air di petak sawah. Praktik pemberian air irigasi pada sistem penggenangan konvensional sering kali tidak terkontrol dengan baik. Hal ini dilatarbelakangi oleh asumsi bahwa genangan air yang terus-menerus akan memberikan kondisi optimal bagi tanaman padi, padahal secara hidrologis, tekanan hidrostatik dari genangan tersebut justru memicu tingginya kehilangan air yang tidak produktif melalui mekanisme rembesan lateral dan laju perkolasi (Mawardi dan Asykari, 2017). Sebaliknya, intervensi manajemen tata air pada metode AWD sangat membatasi suplai irigasi yang masuk ke petak lahan. Pemberian air irigasi tambahan hanya diaplikasikan ketika elevasi muka air tanah telah turun dan

mencapai kedalaman ambang batas aman pada instrumen pipa pantau (*observation well*). Mekanisme kontrol air berbasis elevasi muka air tanah bawah permukaan inilah yang memungkinkan volume pada lahan perlakuan AWD dapat ditekan secara signifikan tanpa memicu cekaman air (*water stress*) yang dapat merugikan pertumbuhan fisiologis tanaman padi.



Gambar 3. Perbandingan Nilai RWS pada Setiap Petak Percobaan

Secara visual, Gambar 3 merefleksikan disparitas efisiensi yang sangat kontras antarperlakuan pada kesembilan petak uji. Metode AWD memperlihatkan tren efisiensi yang sangat konsisten dengan nilai rata-rata RIS musiman sebesar 2,40. Secara hidrologis, nilai tersebut mengindikasikan bahwa volume suplai air irigasi yang diaplikasikan ke lahan hanya sebesar 2,4 kali lipat dari kebutuhan air murni tanaman. Sebaliknya, grafik pada metode Genangan menunjukkan peningkatan nilai RIS yang drastis dan sangat berfluktuasi antarpetakan, dengan nilai rata-rata melonjak hingga 26,90. Tingginya variasi nilai pada perlakuan Genangan khususnya yang teridentifikasi pada petak G2A dan G2B mengonfirmasi bahwa dalam sistem penggenangan statis, pengendalian laju debit irigasi sangat sulit dioptimalkan. Kondisi ini sangat dipengaruhi oleh heterogenitas kondisi fisik mikro lahan yang memicu tingginya tingkat kehilangan air secara spasial.

Tabel 6. Hasil Uji Prasyarat Normalitas (Shapiro-Wilk) untuk Data RIS pada Metode AWD dan Genangan

Parameter	Value AWD	Value Genangan
P-value	0.05427	0.02256
W	0.8334	0.7947
Sample size (n)	9	9
Average ($\bar{x}$)	23.967	269.033
Median	2.46	23.58
Sample Standard Deviation (S)	0.2076	200.457
Sum of Squares	0.3448	3.214.631
b	0.5361	50.544
Skewness	-0.5236	10.226

Berdasarkan hasil analisis statistik komputerisasi yang tercantum pada Tabel 6, diperoleh nilai signifikansi (*p-value*) untuk sebaran data RIS pada metode AWD sebesar 0,05427. Karena nilai tersebut lebih besar dari taraf nyata 5% ($0,05427 > 0,05$), maka Hipotesis Nol (H_0) diterima, yang mengindikasikan bahwa data RIS pada perlakuan AWD berdistribusi normal. Namun sebaliknya, nilai probabilitas untuk sebaran data RIS pada metode Genangan hanya sebesar 0,02256 ($0,02256 < 0,05$). Hal ini secara statistik menolak (H_0) sehingga mengonfirmasi bahwa data RIS pada kelompok perlakuan penggenangan statis berdistribusi tidak normal. Meskipun sebaran data pada metode AWD terbukti normal, syarat mutlak penggunaan statistika parametrik (seperti Uji-T Berpasangan) menuntut seluruh kelompok data komparasi harus memenuhi asumsi normalitas.

Karena salah satu perlakuan (metode Genangan) melanggar asumsi normalitas ini akibat fluktuasi volume pemberian air irigasi yang sangat ekstrem dan variasi kehilangan air di petak sawah, maka pengujian hipotesis komparatif tidak dapat diselesaikan dengan uji parametrik. Analisis data selanjutnya wajib dialihkan sepenuhnya menggunakan pendekatan uji statistik non-parametrik.

Tabel 7. Hasil Uji Homogenitas (Levene's Test) untuk Data RIS pada Metode AWD dan Genangan

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Statistic	P-value
Groups (between groups)	1	7.973.355	7.973.355	75.882	0.0141
Error (within groups)	16	16.812.175	1.050.761		

Setelah tahapan uji normalitas diselesaikan, pengujian prasyarat analisis data dilanjutkan dengan melakukan Uji Homogenitas menggunakan metode *Levene's Test* pada data parameter *Relative Irrigation Supply* (RIS). Pengujian prasyarat kedua ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah sebaran varians atau keragaman data komparatif antar kelompok perlakuan yakni metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) dan metode Genangan memiliki sifat yang seragam (homogen) atau sebaliknya. Berdasarkan kaidah pengambilan keputusan dalam statistika, asumsi homogenitas varians dinyatakan terpenuhi apabila nilai probabilitas signifikansi (*p-value*) yang dihasilkan lebih besar dari batas kritis taraf nyata yaitu 0,05. Namun, hasil kalkulasi statistik komputerisasi yang disajikan pada Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai signifikansi (*p-value*) dari Uji *Levene* untuk parameter RIS hanya mencapai angka 0,0141. Mengingat nilai probabilitas signifikansi tersebut berada di bawah ambang batas kritis taraf nyata 5% ($0,0141 < 0,05$), maka keputusan statistik yang diambil adalah menolak Hipotesis Nol (H_0). Secara empiris, hasil ini membuktikan secara nyata bahwa sebaran varians data RIS antar-kelompok metode perlakuan manajemen air bersifat tidak seragam atau tidak homogen. Munculnya varians data yang tidak homogen ini mempertegas ketidakterpenuhannya prasyarat statistik parametrik yang sebelumnya telah terindikasi pada uji normalitas metode Genangan. Ketidakhomogenan ini merefleksikan adanya perbedaan pola fluktuasi suplai irigasi harian yang sangat kontras di lapangan, di mana kontrol volume air irigasi pada petak AWD sangat teratur berbasis pipa pantau sedangkan pada petak Genangan sangat bervariasi bergantung pada dinamika kehilangan air masing-masing petakan. Konsekuensi dari pelanggaran asumsi homogenitas varians ini semakin memperkuat keputusan logis bahwa pengujian hipotesis komparatif untuk menilai signifikansi perbedaan efisiensi air irigasi tidak valid jika menggunakan Uji-T Berpasangan, sehingga analisis komparasi mutlak harus beralih menggunakan pendekatan statistik non-parametrik.

Tabel 8. Hasil Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon (*Wilcoxon Signed-Rank Test*) pada Perbandingan Nilai RIS

Parameter	Value
P-value	0.009091
<u>Surprisal (S-value)</u>	67.814
Effect Size (r)	0.8695
Z	26.086
W, (W-, W+)	0, (0, 45)
Number of pairs (N)	9
Non-zero difference pairs (n)	9
Ties Correction	0.125
S.E	84.336
Average of differences ($\bar{x}_d$)	245.067
SD of differences (Sd)	200.791
Normality p-value	0.02404

Parameter	Value
Skewness	0.9985

Merujuk pada hasil kalkulasi komputerisasi yang disajikan pada Tabel 8, indikator pengujian Wilcoxon untuk data RIS menghasilkan nilai probabilitas signifikansi (*p-value*) yang sangat presisi yaitu sebesar 0,009091. Karena nilai signifikansi tersebut berada jauh di bawah batas taraf nyata 5% ($0,009091 < 0,05$). Hasil ini membuktikan secara mutlak bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada tingkat efisiensi alokasi air irigasi yang diberikan antara metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) dan metode Genangan konvensional selama satu musim tanam penuh. Secara kuantitatif, keunggulan efisiensi metode AWD ditunjukkan secara kontras oleh nilai rata-rata indeks RIS musiman yang sangat rendah dan efisien yaitu hanya sebesar 2,40. Sebaliknya, metode Genangan memperlihatkan pemborosan suplai air irigasi yang luar biasa tinggi dengan nilai rata-rata RIS melonjak drastis hingga mencapai 26,90. Disparitas angka indeks yang sangat masif ini mengonfirmasi secara empiris bahwa penerapan teknik pengeringan berkala yang dikontrol menggunakan pipa pantau pada metode AWD berhasil memangkas pasokan debit irigasi berlebih yang tidak produktif. Pembatasan ini secara nyata mampu menekan potensi kehilangan air akibat perkolasi dan rembesan lateral tanpa mengorbankan kebutuhan konsumtif fisiologis tanaman padi, berbeda dengan sistem genangan statis yang terus-menerus mengalami kondisi kelebihan air (*oversupply*) secara berlebihan di lapangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis komparatif terhadap indikator ketersediaan air total (*Relative Water Supply/RWS*) dan ketersediaan air irigasi murni (*Relative Irrigation Supply/RIS*), dapat disimpulkan bahwa penerapan teknik *Alternate Wetting and Drying* (AWD) secara signifikan memberikan tingkat efisiensi pemanfaatan tata air yang jauh lebih tinggi dan konsisten dibandingkan dengan metode Genangan konvensional. Intervensi pengeringan berkala terkontrol berbasis elevasi muka air tanah pada metode AWD terbukti secara mutlak mampu menekan risiko kelebihan pasokan air (*oversupply*) serta mengoptimalkan serapan curah hujan efektif di lapangan. Keunggulan efisiensi tata air ini ditunjukkan secara kuantitatif oleh nilai rata-rata RWS musiman metode AWD yang jauh lebih rendah dan efisien yaitu sebesar 5,916 dibandingkan metode Genangan yang mencapai 30,713. Efisiensi alokasi debit irigasi murni juga terbukti sangat masif pada metode AWD dengan nilai rata-rata RIS musiman yang hanya sebesar 2,40, berbanding kontras dengan metode Genangan yang melonjak ekstrem hingga mencapai 26,90. Dengan demikian, metode AWD sukses menjawab tujuan optimasi tata air melalui pemangkasan pemborosan volume irigasi yang tidak produktif tanpa mengganggu kebutuhan konsumtif fisiologis tanaman padi.

SARAN

Mengingat tingginya tingkat efisiensi penggunaan air pada metode AWD dan adanya kompleksitas teknis dalam pengelolaannya di lapangan, disarankan bagi instansi terkait maupun pengurus Subak Sigaran untuk tidak sekadar melakukan sosialisasi, melainkan juga memberikan pelatihan dan pendampingan teknis yang intensif kepada petani. Pendampingan ini sangat krusial agar petani dapat beradaptasi dan secara mandiri mengontrol jadwal pengairan berbasis pipa pantau, sebagai solusi berkelanjutan dalam menyikapi fluktuasi ketersediaan air irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolly, Y. Y., & Mutiara, C. (2023). Analisis Kualitas Fisik Tanah Pada Lahan Sawah Di Desa Bangkoor Kabupaten Sikka. *Agrica*, 16(1), 76–83. <https://doi.org/10.37478/agr.v16i1.2671>
- Budianto, M. B., Supriadi, A., Hidayat, S., & Salehudin. (2020). Model Irigasi Hemat Air Perpaduan System of Rice Intensification (SRI) dengan Alternate Wetting and Drying (AWD) pada Padi Sawah. *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(2), 128–136. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.02.06>
- Carrijo, D. R., Lundy, M. E., & Linquist, B. A. (2017). Field Crops Research Rice Yields and Water Use Under Alternate Wetting And Drying Irrigation : A meta-analysis. *Field Crops Research*,

- 203, 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.12.002>
- Carthy, B., Somers, B., & Wyseure, G. (2024). Irrigation Performance Assessment, Opportunities with Wireless Sensors and Satellites. *Water (Switzerland)*, 16(13), 1–26. <https://doi.org/10.3390/w16131762>
- Kirmikil, M. (2025). Irrigation Performance Evaluation for Sustainable Water Management: A Study of Karacabey Water Users Association, Türkiye (2006–2023). *Sustainability (Switzerland)*, 17(9). <https://doi.org/10.3390/su17094059>
- Mawardi, M., & Asykari, S. (2017). Perkolasi dan Rembesan pada Saluran Irigasi Tanah. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem (JRPB)*, 5(1), 366–373. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v5i1.47>
- Nopitasari, N. P. I., & Putrawan, S. (2013). Konsep Tri Hita Karana Dalam Subak. *E-Jurnal Ilmu Hukum Kerta Desa*, 1–5. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/kerthadesa/article/view/5983>
- Pratama, P., Tika, I. W., & Budisanjaya, I. P. G. (2021). Kajian Sistem Pembagian Air Irigasi Proporsional pada Subak (Studi Kasus: Subak Pulagan, Tampaksiring, Gianyar). *Jurnal B*, 9(1), 105–114.
- Setyanto, P., Pramono, A., Adriany, T. A., Susilawati, H. L., Tokida, T., Padre, A., & Minamikawa, K. (2018). Alternate Wetting and Drying Reduces Methane Emission From a Rice Paddy in Central Java, Indonesia Without Yield Loss. *Soil Science and Plant Nutrition*, 64(1), 23–30. <https://doi.org/10.1080/00380768.2017.1409600>
- Sumiyati, Windia, I. W., & Tika, I. W. (2017). Operasional dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Subak di Kabupaten Tabanan. *Jurnal Kajian Bali (Journal of Bali Studies)*, 7(1), 121. <https://doi.org/10.24843/jkb.2017.v07.i01.p08>
- Suryawan, N., Wiryawan, I. W., Gata, I. W., & Kandia, I. W. (2023). Subak Bentuk Kearifan Lokal Bali Berbasis Tri Hita Karana dan Tantangannya pada Era Globalisasi. *Jurnal Teologi*, 14(1), 61–73. <https://doi.org/10.25078/sphatika.v14i1.2566>
- Triadi, I. N. S., Yasa, I. M. T., Mudhina, M., Andayani, K. W., & Parwita, I. G. L. M. (2023). Management of the Jatiluwih Irrigation Area with Sustainable Planting Patterns and Water Balance in Tabanan Regency. *International Research Journal of Engineering, IT & Scientific Research*, 9(5), 212–222. <https://doi.org/10.21744/irjeis.v9n5.2368>