



Terbit online pada laman web jurnal :<http://jurnaldampak.ft.unand.ac.id/>

Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas

| ISSN (Print) 1829-6084 |ISSN (Online) 2597-5129|



Artikel Penelitian

Analisis Potensi Pemanfaatan Air Hujan dan Perancangan Sistem Pemanenan Air Hujan (SPA) pada Gedung Rektorat Universitas Andalas

Fadhil Ikhsan Anugrah.¹, Ansiha Nur^{2*}, Puti Sri Komala², Wildani S. Sihombing², Syawal Andika P.²

¹Program Studi Magister Teknik Lingkungan, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

²Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Koresponden: ansiha@eng.unand.ac.id

Diterima: 28 November 2023

Diperbaiki: 29 Desember 2023

Disetujui: 08 Januari 2024

ABSTRACT

This study aimed to analyze the potential utilization of rainwater at the Rectorate Building of Universitas Andalas by examining both the quantitative and qualitative aspects of rainwater, as well as to design an appropriate rainwater harvesting system (RWHS). The quantitative analysis was conducted using maximum daily rainfall data over a 20-year period (2003–2022) obtained from the Batu Busuak Station as the primary station and three other stations as comparison stations. Based on the planned roof catchment area of 53.25 m², the resulting runoff discharge was 0.00013 m³/s, indicating that rainwater had considerable potential to be utilized as an alternative water source. The rainwater quality analysis showed that pH, temperature, dissolved oxygen (DO), chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), turbidity, iron (Fe), and manganese (Mn) met the water quality standards stipulated in the Regulation of the Minister of Health No. 2 of 2023 and Government Regulation No. 22 of 2021. However, the rainwater contained total coliform and Escherichia coli (E. coli) concentrations of 464.333 ± 464.504 MPN/100 mL and 34.033 ± 41.861 MPN/100 mL, respectively, which did not meet the required quality standards and therefore required treatment prior to utilization. The selection of appropriate treatment technology was carried out using the Simple Additive Weighting (SAW) method. The analysis results indicated that a slow sand filtration system combined with chlorination was the most effective alternative. This system was recommended for non-potable use, particularly for toilet flushing, with a water demand of 4.93 m³ and a ground tank capacity of 5 m³. The estimated total construction cost of the proposed RWHS was approximately IDR 26,224,000.

Keyword: Log Pearson Type III, rainwater, Rainwater Harvesting System, rainwater quality, Simple Additive Weighting

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan air hujan di Gedung Rektorat Universitas Andalas dengan meninjau aspek kuantitas dan kualitas air hujan, serta merancang sistem pemanenan air hujan (SPA) yang sesuai. Analisis kuantitatif dilakukan menggunakan data curah hujan harian maksimum selama 20 tahun (2003–2022) yang diperoleh dari Stasiun Batu Busuak sebagai stasiun utama, dan tiga stasiun lainnya sebagai pembanding. Berdasarkan luas tangkapan atap yang direncanakan yaitu 53,25 m², debit limpasan yang dihasilkan adalah 0,00013 m³/detik, menunjukkan bahwa air hujan memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber air alternatif. Hasil analisis kualitas air hujan menunjukkan bahwa parameter pH suhu, *dissolved oxygen* (DO), *chemical oxygen demand* (COD), *biochemical oxygen demand* (BOD), kekeruhan, besi (Fe), dan mangan (Mn) telah memenuhi baku mutu kualitas air yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 dan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Namun demikian, air hujan memiliki kandungan total *coliform* dan *E. coli* sebesar 464,333 ± 464,504 MPN/100 mL dan 34,033 ± 41,861 MPN/100 mL), sehingga tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan dan memerlukan pengolahan sebelum dimanfaatkan. Pemilihan teknologi pengolahan yang sesuai dilakukan dengan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem filtrasi pasir lambat yang dikombinasikan dengan klorinasi merupakan alternatif paling efektif. Sistem ini direkomendasikan untuk penggunaan *non-potable*, khususnya untuk keperluan penyiraman toilet, dengan kebutuhan air sebesar 4,93 m³ dan kapasitas tangki bawah (*ground tank*) sebesar 5 m³. Perkiraan total biaya pembangunan RWHS yang diusulkan adalah sekitar Rp26.224.000.

Kata Kunci: air hujan, kualitas air hujan, Log Pearson Type III, Simple Additive Weighting, Sistem Pemanenan Air Hujan

1. PENDAHULUAN

Pemanenan Air Hujan (PAH) merupakan salah satu strategi konservasi air yang telah lama diakui sebagai komponen penting dalam pengembangan kota berkelanjutan. Sistem ini berperan dalam menyediakan sumber air alternatif, mengurangi ketergantungan terhadap air perpipaan, serta menekan limpasan permukaan yang berkontribusi terhadap genangan dan banjir perkotaan. Oleh karena itu, PAH secara langsung mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/ SDGs*), khususnya Tujuan ke-6 yang menekankan ketersediaan dan pengelolaan air bersih serta sanitasi yang berkelanjutan. Berbagai negara, seperti Tiongkok, Brasil, Australia, dan India, telah mengintegrasikan PAH dalam perencanaan bangunan dan tata kota sebagai salah satu prasyarat memperoleh persetujuan otoritas lokal (Aladenola dan Adeboye, 2010).

Dalam konteks institusi pendidikan tinggi, penerapan prinsip keberlanjutan semakin mendapat perhatian seiring meningkatnya tuntutan terhadap kampus ramah lingkungan (*green campus*). Salah satu instrumen evaluasi yang banyak digunakan secara global adalah UI GreenMetric (UIGM), yang menilai kinerja perguruan tinggi dalam pengelolaan lingkungan, termasuk aspek konservasi air. Universitas Indonesia (UI) menjadi pelopor dan rujukan dalam penerapan UIGM, baik di tingkat nasional maupun internasional (Dewi dan Rochyansyah, 2021). Namun, berdasarkan hasil evaluasi UIGM tahun 2022, Universitas Andalas (Unand) menempati ranking 653, dengan nilai 200 dari 1.000 pada kriteria air. Hal ini menunjukkan belum adanya program konservasi air yang terimplementasi secara signifikan. Penelitian Komala dkk. (2024) juga menunjukkan bahwa kualitas air Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Unand tidak memenuhi pada parameter TDS, Kekeruhan, dan *Coliform*.

PAH didefinisikan sebagai sistem pengumpulan dan penyimpanan air hujan untuk dimanfaatkan kembali, terutama untuk memenuhi kebutuhan air non-konsumsi seperti sanitasi dan kebersihan (Sylviana dan Hendriyana, 2018). Selain meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya air, sistem ini berkontribusi dalam menjaga keseimbangan siklus hidrologi, mengurangi beban sistem drainase, serta meminimalkan risiko limpasan permukaan. Implementasi PAH menjadi sangat relevan di wilayah dengan curah hujan tinggi, seperti Kota Padang, yang

secara periodik menghadapi permasalahan genangan dan banjir akibat tingginya intensitas hujan.

Dari aspek regulasi dan kualitas air, pemanfaatan air hujan telah diakomodasi dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, serta didukung oleh pedoman FAO *Guidelines for Interpretation of Water Quality for Irrigation*. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa dengan pengolahan sederhana dan pembatasan pemanfaatan sebagai air non-konsumsi, air hujan dapat dimanfaatkan secara aman dan berkelanjutan (Pasaribu dkk., 2020). Bahkan, studi Nurdin dkk. (2019) menunjukkan bahwa air hujan yang telah melalui proses penyaringan dan penyesuaian pH mampu memenuhi standar air minum. Penelitian lain juga melaporkan keberhasilan penerapan PAH pada skala bangunan dan kawasan, seperti di Kampus Universitas Diponegoro Tembalang dengan kapasitas tampungan 245 m³ (Nurrohman dkk., 2015) serta pada Asrama Putri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan kapasitas *ground reservoir* 324 m³ (Wigati dkk., 2021). Meskipun berbagai studi terkait PAH telah dilakukan, kajian yang secara komprehensif menganalisis potensi kuantitas dan kualitas air hujan sekaligus merancang sistem SPAH yang spesifik terhadap karakteristik bangunan institusional masih terbatas, khususnya pada lingkungan perguruan tinggi di wilayah dengan curah hujan tinggi. Hingga saat ini, belum tersedia penelitian yang mengkaji secara mendalam potensi pemanfaatan air hujan serta perancangan sistem SPAH yang sesuai untuk Gedung Rektorat Universitas Andalas sebagai pusat aktivitas administratif universitas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi kuantitas dan kualitas air hujan pada Gedung Rektorat Universitas Andalas serta merancang sistem SPAH yang efisien, berkelanjutan, dan sesuai dengan kebutuhan air non-konsumsi gedung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi model percontohan penerapan PAH di lingkungan Universitas Andalas sekaligus berkontribusi dalam peningkatan kinerja konservasi air kampus berdasarkan indikator UI GreenMetric.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada September–November 2023 di Gedung Rektorat Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Kota Padang, Sumatera Barat. Area penelitian difokuskan pada atap Gedung

Rektorat lantai 3 dan 4 sebagai daerah tangkapan air hujan. Pengambilan sampel dilakukan secara insidental selama kejadian hujan dengan variasi intensitas dan durasi.

2.2 Data Curah Hujan

Data curah hujan didapatkan dari situs resmi Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi Sumatera Barat (<https://sdabk.sumbarprov.go.id/details/hujan>). Data curah hujan diambil selama 20 tahun (2003–2022) untuk melihat konsistensi data. Stasiun Curah Hujan Batu Busuak dipilih sebagai stasiun utama karena merupakan stasiun pengamatan hujan terdekat dari Kampus Universitas Andalas (Unand) Limau Manis, Padang. Lokasi stasiun ini berada di daerah Batu Busuak, Kecamatan Pauh, Kota Padang, dengan koordinat $-0,904667^{\circ}$ LS dan $100,454056^{\circ}$ BT. Sementara itu, Kampus Unand Limau Manis terletak pada koordinat $-0,9276^{\circ}$ LS dan $100,4586^{\circ}$ BT, menunjukkan kedekatan jarak antara kedua lokasi tersebut. Untuk meningkatkan keandalan data, digunakan pula stasiun pembanding, yaitu Stasiun Gunung Nago, Stasiun Limau Manis, dan Stasiun Ladang Padi.

2.3 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan untuk memperoleh hujan rencana dan intensitas hujan sebagai dasar perancangan SPAH. Tahapan analisis meliputi pengisian data hujan yang hilang, uji konsistensi dengan metode kurva massa ganda, analisis frekuensi hujan, penentuan distribusi peluang yang sesuai (Log Normal, Log Pearson Tipe III, atau Gumbel), uji Chi-Kuadrat, serta perhitungan intensitas hujan berdasarkan persamaan Manobe.

2.4 Pengambilan Sampel dan Analisis Kualitas Air

Sampel air hujan diambil langsung dari cucuran atap gedung pada saat hujan untuk memperoleh karakteristik kualitas air hujan yang representatif. Selain itu, sampel air keran dari sistem air bersih eksisting Gedung Rektorat diambil sebagai pembanding. Analisis kualitas air meliputi parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi yang diuji secara *triplo*. Data hasil uji dianalisis secara statistik deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 dan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI Kelas I.

2.5 Pemilihan Unit Pengolahan Air Hujan

Pemilihan unit pengolahan air hujan dilakukan berdasarkan karakteristik kualitas air hujan hasil pengujian laboratorium. Penilaian dilakukan

menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) untuk pemeringkatan alternatif. Tahapan SAW yakni identifikasi alternatif, penetapan kriteria dan bobot penilaian, normalisasi skor penilaian, perkalian bobot dengan nilai normalisasi, serta penetapan alternatif terpilih.

2.6 Perancangan Sistem Pemanenan Air Hujan

Perancangan SPAH dilakukan berdasarkan hasil analisis kuantitas dan kualitas air hujan serta kondisi eksisting sistem utilitas gedung. Sistem dirancang dengan memanfaatkan atap gedung sebagai daerah tangkapan (*catchment area*) dan talang eksisting. Perancangan teknis meliputi penentuan debit limpasan air hujan, kapasitas tampungan, dimensi talang dan pipa tegak, penempatan unit pengolahan air hujan terpilih, perhitungan daya pompa, pemanfaatan tangki atap eksisting, serta sistem distribusi air hujan menuju titik pemanfaatan. Seluruh desain teknis disajikan dalam bentuk gambar teknis yang disusun menggunakan perangkat lunak AutoCAD.

2.7 Analisis Biaya

Analisis biaya dilakukan untuk memperoleh estimasi anggaran implementasi SPAH. Perhitungan disusun berdasarkan hasil perancangan teknis, volume pekerjaan, dan harga satuan material serta tenaga kerja yang mengacu pada Harga Satuan Pokok (HSP) Kota Padang Tahun 2023 Triwulan III. Analisis biaya operasional dan pemeliharaan juga diperhitungkan. Hasil analisis biaya digunakan sebagai dasar evaluasi kelayakan ekonomi penerapan SPAH.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Potensi Kuantitas Air Hujan

Analisis kuantitas air hujan dilakukan menggunakan data curah hujan harian maksimum dari empat stasiun hujan, yaitu Batu Busuk, Gunung Nago, Limau Manih, dan Ladang Padi, selama periode 2003–2022. Data curah hujan maksimum tahunan dari keempat stasiun tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 1**, digunakan sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut. Sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk penentuan curah hujan rencana, terlebih dahulu dilakukan evaluasi awal terhadap parameter statistik. Tahapan ini penting untuk menentukan distribusi probabilitas yang paling sesuai dalam merepresentasikan data curah hujan.

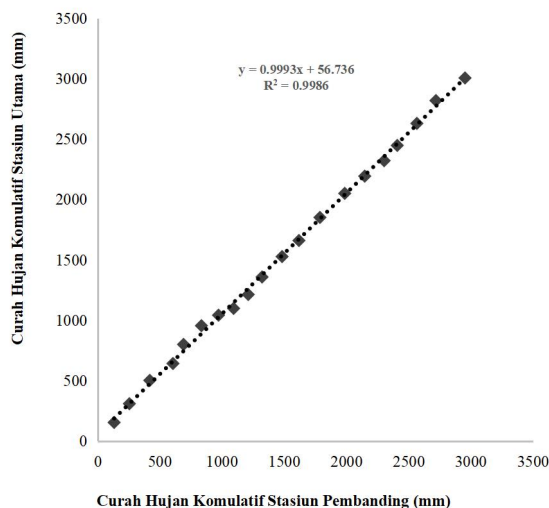
Analisis parameter statistik meliputi perhitungan nilai rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi (Cv), kemencengan (Cs), dan kurtosis (Ck). Hasil analisis ini menjadi dasar dalam pemilihan model distribusi yang sesuai, seperti distribusi Log-Normal, Gumbel,

atau Log Pearson Tipe III, yang selanjutnya akan digunakan dalam analisis frekuensi curah hujan rencana. Uji konsistensi dilakukan untuk memverifikasi apakah data curah hujan dari stasiun utama (Batu Busuk) selaras

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum Selama 20 Tahun Terakhir di Empat Stasiun

Tahun	Curah Hujan			
	St. Batu Busuk	St. Gunung Nago	St. Limau Manih	St. Ladang Padi
2003	155	186	103	105
2004	155	186	87	95
2005	193	270,2	125	96
2006	155	270,2	134	155
2007	175	98	82	75
2008	155	239	112	80
2009	87	196	71	145
2010	56	180	75	109
2011	115	170	65	118
2012	145	140	76	117
2013	169	191	167	125
2014	133	139	142	125
2015	191	231	126	149
2016	199	270	210	118
2017	158	241	119	122
2018	142	146	130	192
2019	140	126	91	99
2020	202	231	100	143
2021	189	261	91	107
2022	187	256	141	304

Dengan data dari stasiun pembanding (Gunung Nago, Limau Manih, dan Ladang Padi). Hasil Uji Konsistensi Data Curah Hujan Terkoreksi ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Uji Konsistensi Data Curah Hujan Terkoreksi

Dalam penelitian ini, estimasi limpasan hujan dilakukan menggunakan daerah tangkapan air. Universitas Andalas memiliki luas sebesar 500 Ha, rekapitulasi curah hujan Universitas Andalas dapat dilihat pada disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rekapitulasi Curah Hujan Universitas Andalas

Tahun	Stasiun				Rh. Rencana (mm)
	Batu Busuk	Gunung Nago	Limau Manih	Ladang Padi	
2003	155	186	103	105	137,3
2004	155	186	87	95	130,8
2005	193	270	125	96	171,1
2006	140	270	134	155	174,6
2007	158	98	82	75	103,3
2008	155	239	112	80	146,5
2009	87	196	71	145	124,8
2010	56	180	75	109	105,0
2011	115	170	65	118	117,0
2012	145	140	76	117	119,5
2013	169	191	167	125	163,0
2014	133	139	142	125	134,8
2015	191	231	126	149	174,4
2016	199	270	210	118	199,2
2017	143	241	119	122	156,1
2018	128	146	130	192	149,0
2019	126	126	91	99	110,6
2020	182	231	100	143	163,9
2021	189	261	91	107	162,0
2022	187	256	141	304	222,0
Jumlah					2964,8
Banyak data					20
Rata-rata					148,2

Berdasarkan data curah hujan harian maksimum tahunan, curah hujan rata-rata yang digunakan dalam analisis distribusi statistik ditetapkan sebesar 148,2 mm. Nilai ini menjadi dasar dalam estimasi frekuensi curah hujan menggunakan distribusi Gumbel, Log-Normal, dan Log Pearson Tipe III. Untuk menentukan distribusi yang paling sesuai dengan data curah hujan, parameter statistik lainnya seperti koefisien kemencengan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck) juga dianalisis. Nilai Cs dan Ck hasil perhitungan dirangkum dalam **Tabel 3**.

Berdasarkan **Tabel 3**, ditentukan bahwa distribusi Log Pearson Tipe III memenuhi persyaratan sebagai distribusi yang paling sesuai berdasarkan nilai kemencengan dan kurtosis yang diperoleh.

Table 3. Nilai Cs dan Ck

N o	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Log Normal	$Cs \approx 0$	$Cs = 0,092$	Tidak memenuhi
		$Ck = 3$	$Ck = 2,039$	Tidak memenuhi
2	Gumbel	$Cs = 1,1396$	$Cs = 0,514$	Tidak memenuhi
		$Ck < 4,002$	$Ck = 2,487$	Memenuhi

N o	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
3	Log Pearson Tipe III	Cs ≠ 0	Cs = 0,092 Ck = 2,039	Memenuhi

Untuk lebih memvalidasi kesesuaian distribusi ini dalam merepresentasikan data curah hujan yang diamati, digunakan Uji Chi-Square (χ^2). Hasil pengujian disajikan pada **Tabel 4**.

Table 4. Perhitungan Chi-Kuadrat (χ^2)

Kelas	Probabilitas	Jumlah Data		Oi - Ei	(Oi - Ei) ²	(Oi-Ei) ² / Ei
		Oi *	Ei* *			
1	<125,5	5	3	1,67	2,78	0,83
2	125,5<x<146,1	4	3	0,67	0,44	0,13
3	146,1<x<166,8	4	3	0,67	0,44	0,13
4	166,8<x<187,4	5	3	1,67	2,78	0,83
5	187,4<x<208,1	1	3	-2,33	5,44	1,63
6	187,4<x<228,7	1	3	-2,33	5,44	1,63
Jumlah		20	20	0	17,33	5,20

*Frekuensi Pengamatan

**Frekuensi Perkiraan

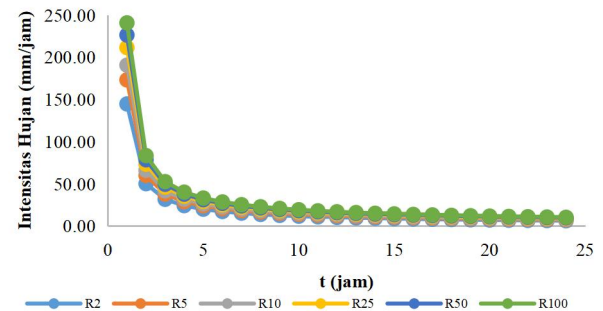
Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh nilai Chi-Kuadrat (X^2) sebesar 5,2, yang lebih kecil daripada nilai Chi-Kuadrat kritis (X^2 -kritis) sebesar 7,815 berdasarkan tabel distribusi Chi-Kuadrat. Dengan demikian, hasil uji Chi-Kuadrat (X^2) menunjukkan bahwa distribusi tersebut dapat diterima. Selanjutnya, intensitas curah hujan dihitung menggunakan metode Mononobe untuk berbagai kala ulang. Hasil analisis intensitas curah hujan untuk berbagai kala ulang dan durasi hujan disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Intensitas Curah Periode Ulang

t (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	144,62	173,09	190,54	211,40	226,24	240,64
1	50,14	60,01	66,06	73,29	78,43	83,43
2	31,58	37,80	41,61	46,17	49,41	52,56
3	24,10	28,85	31,76	35,23	37,71	40,11
4	19,90	23,81	26,22	29,08	31,13	33,11
5	17,15	20,52	22,59	25,06	26,82	28,53
6	15,18	18,17	20,01	22,20	23,75	25,27
7	13,70	16,40	18,05	20,03	21,43	22,80
8	12,53	15,00	16,51	18,32	19,61	20,86
9	11,59	13,87	15,27	16,94	18,13	19,28
10	10,80	12,93	14,23	15,79	16,90	17,97
11	10,14	12,13	13,36	14,82	15,86	16,87
12	9,57	11,45	12,60	13,98	14,96	15,92
13	9,07	10,85	11,95	13,26	14,19	15,09

t (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	144,62	173,09	190,54	211,40	226,24	240,64
14	8,63	10,33	11,37	12,62	13,50	14,36
15	8,24	9,87	10,86	12,05	12,90	13,72
16	7,90	9,45	10,40	11,54	12,35	13,14
17	7,58	9,08	9,99	11,08	11,86	12,62
18	7,30	8,74	9,62	10,67	11,42	12,15
19	7,04	8,43	9,28	10,29	11,02	11,72
20	6,80	8,14	8,97	9,95	10,64	11,32
21	6,59	7,88	8,68	9,63	10,30	10,96
22	6,39	7,64	8,41	9,33	9,99	10,63
23	6,20	7,42	8,17	9,06	9,70	10,32
24	6,03	7,21	7,94	8,81	9,43	10,03

Nilai-nilai ini dapat divisualisasikan dalam kurva intensitas-curah hujan-durasi-frekuensi (IDF), yang menggambarkan hubungan antara intensitas hujan, durasi, dan periode ulang seperti pada **Gambar 2**. Pola ini terlihat jelas pada kurva intensitas-durasi-frekuensi (IDF) yang dihasilkan menggunakan metode Mononobe, di mana intensitas hujan cenderung meningkat seiring berkurangnya durasi, terutama untuk periode ulang yang lebih tinggi.



Gambar 2. Kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) Curah Hujan

Perhitungan debit limpasan air hujan dilakukan berdasarkan intensitas hujan, luas bidang tangkapan atap Gedung Rektorat Universitas Andalas sebesar 53,25 m², serta koefisien limpasan yang sesuai dengan karakteristik atap bangunan. Hasil perhitungan pada **Tabel 6** menunjukkan bahwa debit limpasan yang dihasilkan sebesar 0,00013 m³/detik. Nilai ini menunjukkan bahwa air hujan yang tertampung memiliki potensi yang cukup signifikan untuk dimanfaatkan sebagai sumber air alternatif, khususnya untuk keperluan non-konsumsi.

Tabel 6. Debit Limpasan Gedung Rektorat Universitas Andalas

No	Periode ulang	A Ha	I mm	Qp m ³ /det
	Tahun			
1	2	0,000533	19,90	0,000024
2	5	0,000533	23,81	0,000028
3	10	0,000533	26,22	0,000031
4	25	0,000533	29,08	0,000034
5	50	0,000533	31,13	0,000037

No	Periode ulang	A	I	Qp
	Tahun	Ha	mm	m ³ /det
6	100	0,000533	33,11	0,000039

3.2 Kualitas Air Hujan

pH air hujan dan air keran tercatat sebesar $6,633 \pm 0,047$ dan $6,533 \pm 0,170$ yang masih berada dalam rentang baku mutu. Parameter suhu air hujan dan air keran masing-masing sebesar $24,100 \pm 0,000$ °C dan $25,733 \pm 0,000$ °C masih memenuhi baku mutu (± 3 °C dari suhu lingkungan), demikian pula kadar oksigen terlarut (DO) sebesar $6,700 \pm 0,450$ mg/L dan $7,233 \pm 0,047$ mg/L yang memenuhi batas minimal ≥ 6 mg/L.

Nilai COD air hujan dan air keran masing-masing sebesar $2,260 \pm 0,118$ mg/L dan $2,900 \pm 0,082$ mg/L, serta nilai BOD sebesar $1,300 \pm 0,000$ mg/L dan $1,400 \pm 0,082$ mg/L, seluruhnya berada di bawah baku mutu. Kekeruhan air hujan tercatat $2,693 \pm 0,350$ NTU, masih memenuhi baku mutu ≤ 3 NTU namun lebih tinggi dibandingkan air keran sebesar $0,497 \pm 0,019$ NTU, sedangkan kandungan Fe dan Mn pada air hujan ($0,009 \pm 0,006$ mg/L dan $0,003 \pm 0,002$ mg/L) serta air keran ($0,041 \pm 0,004$ mg/L dan $0,019 \pm 0,002$ mg/L) juga memenuhi baku mutu. Secara mikrobiologis, air hujan mengandung total *coliform* dan *E. coli* sebesar $464,333 \pm 464,504$ MPN/100 mL dan $34,033 \pm 41,861$ MPN/100 mL, yang tidak memenuhi baku mutu, begitu juga dengan total *coliform* pada air keran sebesar $2,433 \pm 4,215$ MPN/100 mL. Sebaliknya, air keran tidak terdeteksi mengandung *E. coli* ($0,000 \pm 0,000$ MPN/100 mL), yang menunjukkan bahwa air keran aman secara mikrobiologis dan telah melalui proses desinfeksi yang efektif, dengan rekapitulasi hasil uji disajikan pada **Tabel 7** berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023 dan PP No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI.

Tabel 7. Perbandingan Kualitas Air Hujan dan Air Keran Universitas Andalas dengan Baku Mutu

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Air Hujan	Ket	Air Keran	Ket
1	pH	-	6,5-8,5*	$6,633 \pm 0,047$	M	$6,533 \pm 0,170$	M
2	Suhu	°C	± 3 dari suhu lingkungan*	$24,100 \pm 0,000$	M	$25,733 \pm 0,189$	M
3	DO	mg/L	$\geq 6^{**}$	$6,700 \pm 0,450$	M	$7,233 \pm 0,047$	M
4	COD	mg/L	10**	$2,260 \pm 0,118$	M	$2,900 \pm 0,082$	M
5	BOD	mg/L	2**	$1,300 \pm 0,000$	M	$1,400 \pm 0,082$	M
6	Kekeruhan	NTU	$\leq 3^*$	$2,693 \pm 0,350$	M	$0,497 \pm 0,019$	M
7	Fe	mg/L	0,2*	$0,009 \pm 0,006$	M	$0,041 \pm 0,004$	M
8	Mn	mg/L	0,1*	$0,003 \pm 0,002$	M	$0,019 \pm 0,002$	M
9	Total	MPN/	0*	$464,333 \pm$	TM	$2,433 \pm$	TM

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Air Hujan	Ket	Air Keran	Ket
	<i>Coliform</i>	100mL		464,504		3,441	
10	<i>E. coli</i>	MPN/100mL	0*	$34,033 \pm 41,861$	TM	$0,000 \pm 0,000$	M

*Permenkes No. 2 Tahun 2023

**PP No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI

Catatan: M = Memenuhi, TM = Tidak Memenuhi

Secara umum, kualitas air keran di Gedung Rektorat Universitas Andalas masih belum memenuhi baku mutu pada parameter total *coliform*. Hasil pengujian juga menunjukkan air hujan memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber air alternatif, tetapi memerlukan pengolahan tambahan untuk pengendalian kontaminasi mikrobiologi sebelum digunakan untuk kebutuhan yakni *flushing* toilet karena sebagian besar parameter fisika dan kimia telah memenuhi baku mutu air hygiene sanitasi sesuai Permenkes No. 2 Tahun 2023, memiliki kekeruhan serta kandungan besi dan mangan yang rendah, serta mendukung konservasi dan efisiensi penggunaan air bersih pada skala gedung.

3.3 Perancangan Sistem Pemanenan Air Hujan (SPA) Gedung Rektorat Universitas Andalas

Perancangan sistem ini didasarkan pada hasil evaluasi kualitas air hujan dengan unit pengolahan terpilih dari metode SAW berupa filtrasi pasir lambat dan klorinasi yang dinilai paling sesuai secara teknis, ekonomis, dan operasional untuk pemanfaatan air hujan non-konsumsi. SPAH dirancang dengan memanfaatkan sistem penyaluran air hujan eksisting, mulai dari talang atap, pipa PVC vertikal menuju unit filtrasi pasir lambat, kemudian dialirkan ke *ground tank* untuk penambahan klorin. Selanjutnya, air dipompakan ke tangki atas eksisting dan didistribusikan secara gravitasi ke toilet, dengan skema sistem ditunjukkan pada **Gambar 3**.

Berikut perhitungan perencanaan SPAH Gedung Rektorat Universitas Andalas:

- Penentuan Luas Atap dan Diameter Talang Hujan
Pembagian segmen dan luas atap Gedung Rektorat Unand dapat dilihat pada **Gambar 3**. Rekapitulasi luas segmen atap, ukuran talang horizontal dan vertikal yang mengacu pada SNI 8153-2015 dapat dilihat pada **Tabel 8** dengan intensitas curah hujan sebesar 26,22 mm/jam.

Tabel 8. Penentuan Diameter Talang Horizontal dan Vertikal

Segmen Atap	Luas (m ²)	Diameter Talang Horizontal (inchi)	Diameter Talang Vertikal (inchi)
1	8,75	2	2
2	10,9375	2	2
3	6,9375	2	2
4	6,9375		
5	10,9375	2	2
6	8,75	2	2

Segmen Atap	Luas (m ²)	Diameter Horizontal (inchi)	Talang	Diameter Talang Vertikal (inchi)
Total	53,25			
Luas				

- Debit Limpasan

Luas atap yang direncanakan sebagai *cachment area* adalah 53,25 m² (0,005325 Ha), dengan intensitas curah hujan 26,22 mm/jam, dan C = 0,8, sehingga debit limpasan yakni:

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,00278 \times 0,8 \times 26,22 \text{ mm} \times 0,005325 \text{ Ha}$$

$$= 0,00031 \text{ m}^3/\text{detik} = 26,784 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Analisis kebutuhan air non-konsumsi (toilet)

Berdasarkan penelitian Komala, dkk. (2025) jumlah penghuni Gedung Rektorat Unand adalah 197 orang, dengan kebutuhan air untuk keperluan toilet sebesar 25 liter/orang/hari (SNI 8153:2015). Maka kebutuhan air toilet harian adalah:

$$197 \text{ orang} \times 25 \text{ liter/orang/hari} = 4.925 \text{ liter/hari} = 4,93 \text{ m}^3/\text{hari} (< \text{ketersediaan})$$

- Perancangan unit filtrasi

Unit filtrasi yang digunakan berupa filtrasi pasir lambat, dengan urutan komponen filtrasi dari atas ke bawah yakni lapisan pasir dilanjutkan kerikil. Debit filtrasi ditentukan berdasarkan kebutuhan air harian, sehingga:

$$Q_f = 4,94 \text{ m}^3/\text{hari} : 24 \text{ jam} = 0,205 \text{ m}^3/\text{jam} \text{ (memenuhi SNI 3981:2008)}$$

Dengan kecepatan filtrasi pasir lambat sebesar 0,2 m/jam, luas bak filtrasi yang dibutuhkan adalah:

$$A = 0,205 \text{ m}^3/\text{jam} : 0,2 \text{ m/jam} = 1,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Panjang} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,86 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi pasir} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kerikil} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Freeboard} = 0,1 \text{ m}$$

Unit filtrasi direncanakan berada di permukaan tanah, untuk memudahkan pemeliharaan dan menghindari beban struktur atap.

- Perencanaan *ground tank*

Kapasitas *ground tank* dirancang berdasarkan kebutuhan air toilet harian yaitu 4,93 m³ dibulatkan menjadi 5 m³ atau 5.000 liter, menyesuaikan ukuran tangki yang tersedia di pasaran.

- Pemberian klorin

Pemberian klorin dilakukan langsung pada *ground tank*. Berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023 target klorin bebas residual yakni 0,3 mg/L, dengan kebutuhan klorin 0,7 mg/L maka dosis klorin yang dibutuhkan yakni 1 mg/L, sehingga:

kebutuhan klorin harian

$$= \text{volume } \textit{ground tank} \times \text{dosis klorin}$$

$$= 5.000 \text{ L} \times 1 \text{ mg/L} = 5 \text{ gram klorin}$$

Jika memakai kaporit dengan konsentrasi 65%, maka kebutuhan kaporit:

Kebutuhan kaporit

$$= 5 \text{ g}/0,65$$

$$= 7,7 \text{ gram kaporit (dibulatkan menjadi 8 gram)}$$

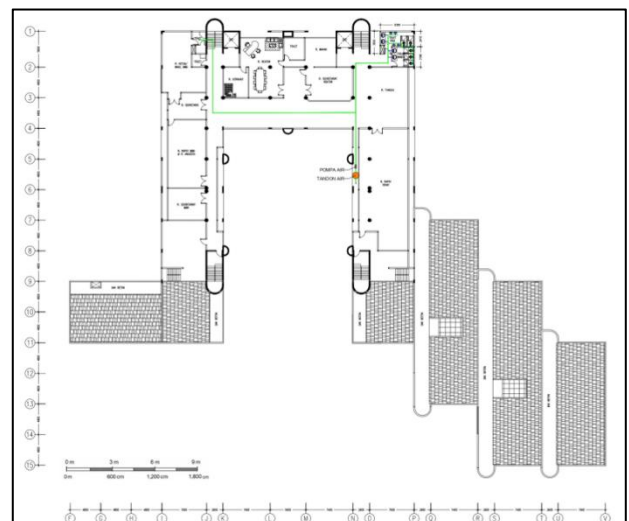
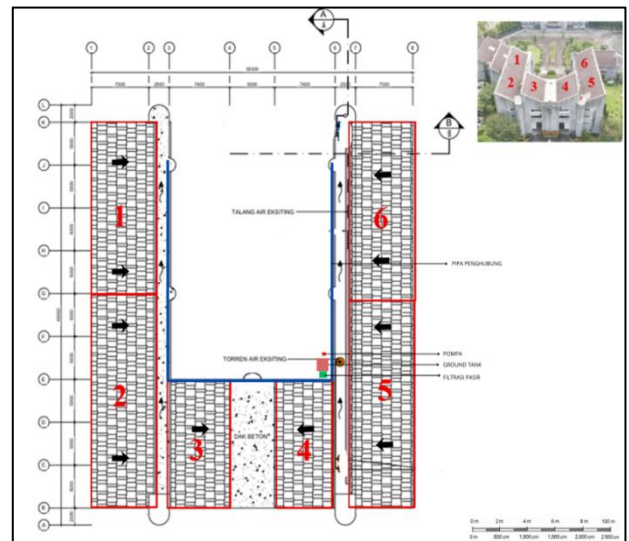
Sebelum kaporit ditambahkan ke dalam *ground tank*, kaporit dilarutkan dengan air 10 L dan setelah penambahan air didiamkan selama 30 menit sebelum dipompa ke tangki atas.

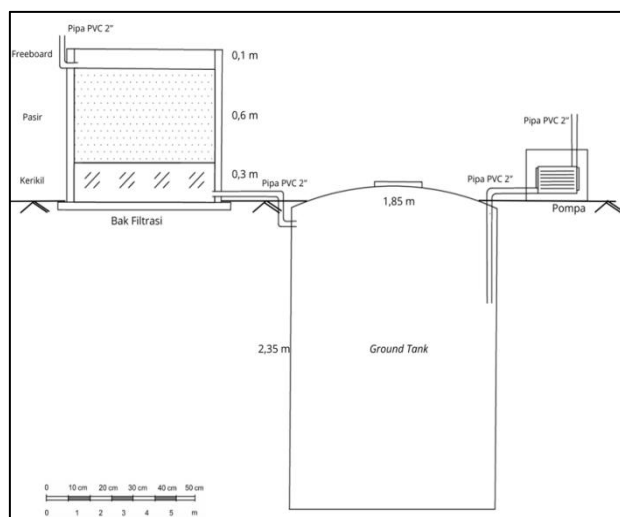
- Pemanfaatan tangki atas

Tangki atas eksisting dimanfaatkan sebagai tangki distribusi yang berfungsi untuk menjaga kontinuitas pasokan air dan memungkinkan distribusi air ke toilet secara gravitasi.

- Perencanaan pompa

Pompa digunakan untuk mengalirkan air dari *ground tank* ke tangki atas. Pompa direncanakan beroperasi selama 4 jam per hari, sehingga debit pompa adalah





Gambar 3. Skema SPAH Gedung Rektorat Universitas Andalas

$$Q_p = 4,93 \text{ m}^3 : 4 \text{ jam} = 1,23 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,00034 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tinggi Gedung Rektorat Universitas Andalas sampai tangki atas yakni 9,6 m, serta mempertimbangkan *headloss* mayor dan minor, maka *headloss* total diperkirakan sebesar 15 m, serta efisiensi pompa adalah 60%, sehingga daya pompa yang dibutuhkan yakni:

$$P = \frac{\rho g Q h}{\eta} = \frac{1.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,00034 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \cdot 15 \text{ m}}{0,6}$$

$$= 83,385 \text{ Watt}$$

Digunakan pompa dengan daya 100 Watt.

- Jaringan pipa distribusi air

Jaringan pipa distribusi air dari tangki atas ke toilet menggunakan perpipaan eksisting yang ada secara gravitasi.

3.4 Rencana Anggaran Biaya SPAH Gedung Rektorat Universitas Andalas

Rencana Anggaran Biaya (RAB) konstruksi Sistem Pemanenan Air Hujan (SPAH) pada Gedung Rektorat Universitas Andalas adalah sebesar Rp26.223.093,14 termasuk PPN 11%, dan dibulatkan menjadi Rp26.224.000,00. Rekapitulasi RAB konstruksi SPAH Gedung Rektorat Unand dapat dilihat pada **Tabel 9**. Untuk memastikan keberlanjutan dan efisiensi SPAH, biaya operasional serta pemeliharaan rutin juga dibutuhkan sebesar Rp883.000,00 per bulannya dengan rincian pada **Tabel 10**. RAB ini disusun berdasarkan analisis harga satuan pekerjaan yang berlaku dan disesuaikan dengan kebutuhan teknis sistem SPAH, sehingga dapat menjadi acuan dalam perencanaan biaya implementasi SPAH secara efisien dan realistis.

Tabel 9. Rekapitulasi RAB Kontruksi SPAH Gedung Rektorat Unand

No	Uraian Pekerjaan	Harga (Rp)
A	Pengecatan Talang Hujan Eksisting	315.013,22
B	Pemasangan Pipa Vertikal dan Penghubung ke Bak Filtrasi	8.563.803,17
C	Pembuatan Bak Filtrasi Pasir	
C1	Pekerjaan Konstruksi Filtrasi Pasir	2.767.066,52
C2	Media Filtrasi Pasir	219.720,00
C3	Pipa Internal dan Pekerjaan Pendukung	624.519,13
C4	Pemasangan Pipa dari Bak Filtrasi ke Ground Tank	395.056,63
D	Ground Tank dan Pemberian Klorin	
D1	Ground Tank	7.850.000,00
D2	Pemberian Klorin	70.000,00
E	Pemasangan Pipa ke Pompa dan Pompa	1.449.519,13
F	Pemasangan Pipa ke Tangki Atas	1.369.710,43
Jumlah		23.624.408,23
PPN 11%		2.598.684,91
Jumlah Total		26.223.093,14
Dibulatkan		26.224.000,00
Terbilang: Dua Puluh Enam Juta Dua Ratus Dua Puluh Empat Ribu Rupiah		

Tabel 10. RAB Operasional dan Pemeliharaan Bulanan SPAH Gedung Rektorat Unand

No	Komponen	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Kaporit	Kg	0,12	60.000,00	7.200,00
2	Listrik pompa	kWh	15	1.500,00	22.500,00
3	Tenaga kerja operasional dan pemeliharaan	kegiatan	4	150.000,00	600.000,00
4	Pemeliharaan filter pasir	kegiatan	1	150.000,00	150.000,00
5	Penggantian media filter	-	1	15.000,00	15.000,00
Jumlah					794.700,00
PPN 11%					87.417,00
Jumlah Total					882.117,00
Dibulatkan					883.000,00
Terbilang: Delapan Ratus Delapan Puluh Tiga Ribu Rupiah					

4. KESIMPULAN

Gedung Rektorat Universitas Andalas memiliki potensi pemanenan air hujan. SPAH memanfaatkan atap dengan luas 53,25 m², dengan debit limpasan sekitar 0,00031 m³/detik. Kualitas air hujan umumnya memenuhi baku mutu, kecuali total *coliform* dan *E. coli*, sehingga diperlukan pengolahan sederhana. Sistem filtrasi pasir lambat dengan klorinasi terpilih sebagai alternatif terbaik karena efektif, ekonomis, dan mudah dioperasikan. Perancangan SPAH membutuhkan biaya sekitar Rp26,224 juta dan berpotensi memberikan manfaat ekonomi serta lingkungan melalui pengurangan penggunaan air bersih dan limpasan permukaan di kawasan kampus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Andalas melalui dukungan pendanaan Riset Penugasan *Green Campus* (RPGC) Batch 1 Tahun Anggaran 2023, dengan Nomor Kontrak T/1/UN16.19/PT.01.03/IS-RPGC/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Aladenola, O. O., & Adeboye, O. B. (2010). Assessing the potential for rainwater harvesting. *Water Resources Management*, 24(10), 2129–2137. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9542-y>
- Dewi, N. R., & Rochyansyah, S. (2021). Implementasi model green campus dalam program pemberdayaan masyarakat Inspiring Bulaksumur Urban Community (IBUC). *Sosio E-Kons*, 13(3), 208. <https://doi.org/10.30998/sosioekons.v13i3.10604>
- APHA. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.). American Public Health Association.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 3981:2008 Tata cara perencanaan unit saringan pasir lambat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). SNI 8153-2015: Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang peraturan pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Komala, P. S., Nur, A., & Fitria, I. R. (2024). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Universitas Andalas. *Dampak*, 21(2), 7-17.
- Komala, P. S., Nur, A., Ridwan, R., & Rinanda, B. L. (2025). Analisis Alat Plambing Hemat Air Di Gedung Perkantoran (Studi Kasus: Gedung Rektorat Universitas Andalas). *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 11(1).
- Masterplan Universitas Andalas 2020–2030. (2020).
- Nurdin, A., Lembang, D., & Kasmawati, K. (2019). Model pemanenan dan pengolahan air hujan menjadi air minum. *Teknik Hidro*, 12(2), 11–19. <https://doi.org/10.26618/th.v12i2.2806>
- Nurrohman, F., Paksi, S. W. E., Sangkawati, S., & Sugiyanto. (2015). Perencanaan panen air hujan sebagai sumber air alternatif pada Kampus Universitas Diponegoro. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(4).
- Pasaribu, L. S., Bafdal, N., & Suryadi, E. (2020). Kajian kualitas air dan volume pemanenan air hujan sistem atap pada Greenhouse Academic Leadership Grant. *Agrista: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agribisnis UNS*, 4(1).
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup: Lampiran VII. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Sylviana, R., & Hendriyana, D. (2018). Perencanaan teknis pemanenan air hujan terintegrasi dengan sumur resapan. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 6(1), 93–107. <https://doi.org/10.33558/bentang.v6i1.539>.
- WHO. (2017). Guidelines for drinking-water quality (4th ed.). World Health Organization.
- Wigati, R., Kusuma, R. I., & Sabri, F. (2021). Rainwater harvesting system planning and design (Case study: Female dormitory building, Campus E Untirta Sindangsari). *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 17(2), 262. <https://doi.org/10.36055/tjst.v17i2.12406>.