

Analisis Taman Atap Menggunakan Rain Simulator dalam Mengendalikan Limpasan Air Hujan

Siti Umi Kalsum*, Marhadi, Zikri Febrian Surya

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Batanghari, Jambi

*Corresponding author: siti.uk0616@gmail.com

Abstrak. *Rainfall simulator* adalah alat yang berguna untuk infiltrasi dan *runoff* yang terkontrol dari kondisi penerapan ruang terbuka dalam menangkap air hujan pada saat musim penghujan. *Rainfall simulator* memberikan beberapa keuntungan pada wilayah perkotaan yang dapat meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan (*urban environment quality*), dapat mengurangi energi panas pada proses pendinginan ruangan melalui penutupan pada atap, evapotranspirasi dan sebagai insulator panas. Faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan yang pertama terdiri dari intensitas hujan dan Kedua adalah faktor karakteristik DAS. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi intensitas hujan terhadap debit limpasan yang dihasilkan, indeks erosivitas hujan, dan besar laju erosi dengan metode eksperimen pada pembuatan alat *rain simulator*. Studi ini dilakukan dengan variasi kemiringan 0°, 10°, 15°, 25°, dan 35° dengan waktu dan volume limpasan yang berbeda disetiap kemiringan taman atap. Atap yang menggunakan tanaman rata-rata hanya menghasilkan limpasan sebesar 1147,2 ml sedangkan atap tanpa tanaman menghasilkan limpasan rata-rata sebesar 1492 ml dengan selisih sebesar 345 ml dan persentase sebesar 26%.

Kata kunci : DAS; Hujan; Intensitas; Kemiringan Atap; Limpasan; *Rainfall Simulator*

Abstract. *Rainfall simulator* is a useful tool for controlled infiltration and runoff from open space application conditions in capturing rainwater during the rainy season. *Rainfall simulators* provide several benefits urban in area which can improve a quality the urban of environment, can reduce heat energy in the room, cooling process through roof closure, evapotranspiration and the heat insulator. The first factors that influence runoff consist of rain intensity and watershed characteristic factors. This research aims to determine the effect of variations in rain intensity on the resulting runoff discharge, rain erosivity index, and erosion rate using experimental methods in making a rain simulator. This study was carried out with varying slopes of 0°, 10°, 15°, 25°, and 35° with different runoff time and volume at each slope of the roof garden. Roofs that use plants on average only produce 1147.2 ml of runoff, while roofs without plants produce an average of 1492 ml of runoff with a difference of 345 ml and a percentage of 26%.

Keywords : *Rainfall Simulator; Rain Intensity; Roof Slope; Runoff watershed*

PENDAHULUAN

Proses Terjadi Hujan adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Di daerah tropis hujan memberikan sumbangan terbesar sehingga seringkali hujanlah yang dianggap presipitasi (Triatmojo, 2008). Sedangkan menurut (Sosrodarsono & Takeda, 1987), presipitasi adalah sebutan umum dari uap yang mengondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berbentuk padat disebut salju (*snow*). Infiltrasi adalah proses masuknya air ke permukaan tanah. Proses ini merupakan bagian yang sangat penting dalam daur hidrologi maupun dalam penganekaragaman hujan menjadi aliran di sungai.

Taman atap adalah teknik yang meniru sumber daya yang ditemukan di Ruang Terbuka Hijau (RTH) untuk mengelola volume limpasan air hujan secara efektif. Taman atap berfungsi sebagai sarana untuk menyeimbangkan ekologi kota dengan meningkatkan keberadaan ruang terbuka hijau dan menyediakan kemampuan mengumpulkan air di rumah tangga perkotaan. Taman atap berfungsi untuk menangkap air hujan dengan segera, sehingga mengurangi jumlah limpasan air hujan yang masuk ke sungai dan laut. Instalasi atap hijau memiliki beberapa keuntungan di lingkungan perkotaan. Atap hijau meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan dengan mengurangi energi panas selama proses pendinginan melalui tutupan atap, evapotranspirasi, dan bertindak sebagai isolator panas.

Keefektifan atap hijau terkait erat dengan ketebalan dan karakteristik substrat atap hijau. (Lestari, 2019)

Rainfall simulator merupakan salah satu alat yang dapat di gunakan untuk mempelajari hidrologi seperti infiltrasi dan runoff yang terkontrol. Desain *rainfall simulator* memiliki beberapa kriteria yaitu karakteristik hujan, kemudahan untuk dibawa parameter hujan adalah ukuran tetesan dan distribusi intensitas hujan. Peralatan utamanya yaitu pengatur besar kecilnya curahan air, pengukur volume air atau hujan, alat penampung, pencurah. (Effendi, 2008) *Rainfall simulator* adalah alat-alat pembuat hujan buatan yang air simulator hujan dikembangkan memperhitungkan nilai-nilai infiltrasi rata-rata, limpasan, dan pada berbagai Simulasi menerapkan hujan area yang diinginkan penelitian runoff kualitas air. Penelitian dilakukan menggunakan karena dapat mengontrol badai hujan yang diinginkan (Ross, 1991)

Media Tanam yang akan di buat pada penelitian ini adalah tanaman rumput gajah mini (*Pennisetum purperium schamach*) hal ini karena tanaman rumput gajah mini mempunyai kekuatan hidup tinggi, tidak peka terhadap *pathogen* tanah , walau ada perubahan cuaca keadaan rumput tidak akan cepat mengalami penurunan kondisi, dan lumayan dalam menyerap air. tanah yang ditambahkan dengan humus karena mengandung nutrisi yang baik untuk tumbuhan agar dapat tumbuh penambahan ini sangat dianjurkan agar tanaman dapat tumbuh dengan subur bila dibandingkan bila menggunakan tanah saja.

Limpasan air hujan yang tidak tertangani dengan baik akan menimbulkan berbagai masalah bagi masyarakat. Besarnya nilai aliran permukaan dipengaruhi oleh curah hujan, vegetasi (penutup lahan), adanya bangunan penyimpanan air dan faktor lainnya (Verrina et al., 2013). Faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan yang pertama terdiri dari intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi curah hujan. Kedua adalah faktor karakteristik DAS berupa, luas dan bentuk DAS, topografi, tata guna lahan (Suripin, 2004)

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi intensitas hujan terhadap debit limpasan yang dihasilkan, indeks erosivitas hujan, dan besar laju erosi dengan metode eksperimen pada pembuatan alat rain simulator. Studi ini dilakukan dengan variasi kemiringan 0°, 10°, 15°, 25°, dan 35° dengan waktu dan volume limpasan yang berbeda disetiap kemiringan taman atap.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen, dimana penelitian ini menggunakan permodelan skala kecil untuk mengetahui kemampuan media taman atap hijau dalam mengurangi limpasan dari air hujan.

1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang diperlukan merupakan alat dan bahan untuk mendukung pengambilan data primer maupun data sekunder di lapangan. Adapun kebutuhan data dan alat dan bahan seperti *Roof deck*, *Waterproofing membrane*, *Root Barrier*, *Drainage layer*, *Filter fabric*, *Vegetation*, *Activated Carbon*, Tanah, Kotak, Tali, Kamera, Kayu.

2. Prosedur Penelitian

Alat yang digunakan untuk pembuatan pemodelan taman atap adalah kotak dengan bahan kayu berukuran 50 cm x 30 cm , pipa dengan diameter 1,5 inch dan sebagai penyaluran dari drainage hole atau lubang drainase. Alat pendukung lainnya adalah martil, paku ,kabel, tang, obeng, penggaris, wadah penampung air drainase, alat perekat, alat tulis, dan laptop. Sedangkan bahan yang digunakan pada pembuatan model taman atap yaitu, papan triplet, fiber plastic ,tanah, pasir, sistem drainase (*drainage layer*), tanaman rumput gajah mini. Model taman atap dibuat dengan membuat suatu bak media tanam dengan komponen lapisan media tanam yang terdiri dari urutan lapisan material yang digunakan untuk penelitian dari lapisan paling bawah.

3. Analisis Hasil

Analisis data merupakan bagian yang sangat penting dalam metode ilmiah, karena dengan analisa data tersebut dapat diberi arti dan makna yang berguna dalam memecahkan masalah penelitian. Penelitian ini menggunakan metodologi eksperimental untuk menyelidiki pengaruh terhadap *treatmen* (perlakuan) dan menguji hipotesis peneliti. Untuk membuktikan hipotesis ini, peneliti harus memastikan variabel-variabel yang menjadi fokus utama penelitian ini..

Efektivitas atap menggunakan media tanam dalam meretensi air hujan dilihat dari seberapa besarnya volume air hujan yang mampu direduksi oleh atap yang menggunakan media tanam. Besarnya volume air hujan yang masuk ke dalam media atap menggunakan media tanam dibandingkan dengan volume air hujan yang keluar.

HASIL

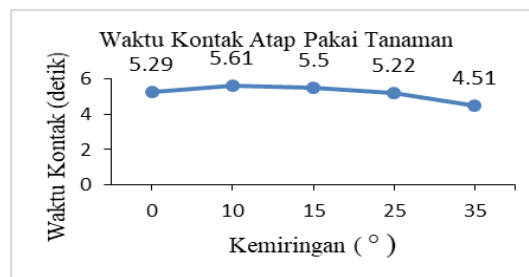
1. Simulasi Atap Menggunakan Tanaman

Data volume limpasan air hujan diperoleh melalui pengukuran langsung yang dilakukan selama simulasi curah hujan. Volume limpasan tersebut kemudian dihitung setiap jam selama curah hujan berlangsung. Tabel di bawah ini menampilkan statistik volume limpasan kumulatif. Tabel ini menunjukkan volume limpasan selama periode limpasan, yang diukur dalam satuan menit. Pengukuran dilakukan sampai air yang mengalir dari media berhenti keluar terkumpul pada wadah yang disediakan. Simulasi ini menggunakan kemiringan atap yang berbeda yaitu 0°, 10°, 15°, 25°, dan 35° dengan media tanam rumput gajah mini. mengalir dari media berhenti keluar terkumpul pada wadah yang disediakan. Simulasi ini menggunakan kemiringan atap yang berbeda yaitu 0°, 10°, 15°, 25°, dan 35° dengan media tanam rumput gajah mini.

Tabel 1. Simulasi atap menggunakan tanaman.

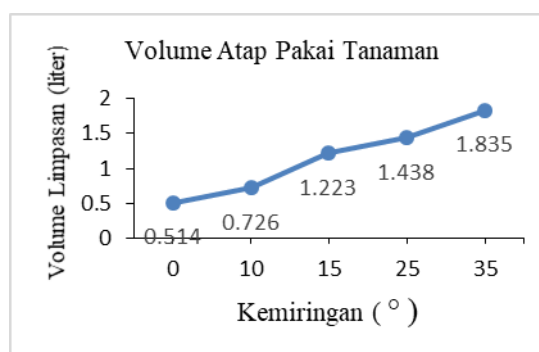
Kemiringan (°)	Waktu kontak (detik)	Volume limpasan (Mililiter)
0	5,28	514
10	5,61	726
15	5,50	1223
25	5,22	1438
35	4,53	1835

*) Hasil Penelitian Tahun 2023



Gambar 1. Grafik waktu kontak simulasi atap menggunakan tanaman.

Pada gambar 1 dapat di lihat waktu kontak yang terjadi pada atap menggunakan tanaman rumput gajah mini memiliki variasi kemiringan serta waktu kontak yang berbeda. Dimana kemiringan 0° mendapatkan waktu kontak sebesar 5,29 detik sedangkan 10° mendapatkan waktu kontak sebesar 5,61 detik , 15° mendapatkan waktu kontak sebesar 5,5 detik, kemudian pada kemiringan 25° mendapatkan waktu kontak sebesar 5,22 detik, lalu pada kemiringan 35° mendapatkan waktu kontak sebesar 4,53 detik.



Gambar 2. Grafik volume simulasi atap menggunakan tanaman

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat volume limpasan dan waktu kontak pada media atap menggunakan tanaman 0,514 L kemiringan 0°, 0,726 L dengan kemiringan 10°, 1,223 L pada kemiringan 15°, 1,438 L dengan kemiringan 25° dan 1,835 L dengan kemiringan atap 35°. Semakin tinggi kemiringan atap yang terjadi maka semakin cepat waktu kontak dengan volume yang berbeda setiap kemiringan.

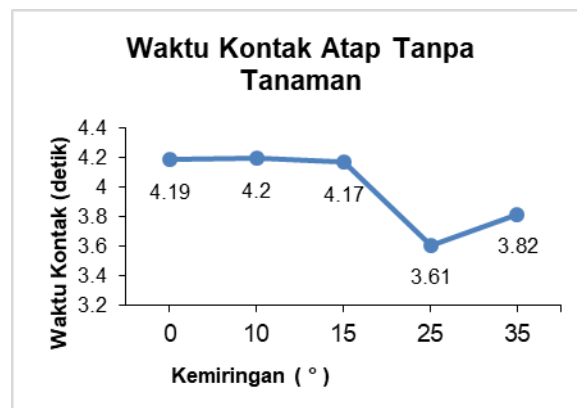
2. Simulasi Atap Tanpa Tanaman

Simulasi ini menggunakan kemiringan atap yang berbeda yaitu 0°, 10°, 15°, 25°, dan 35° tanpa media tanaman.

Tabel 2. Simulasi atap tanpa tanaman

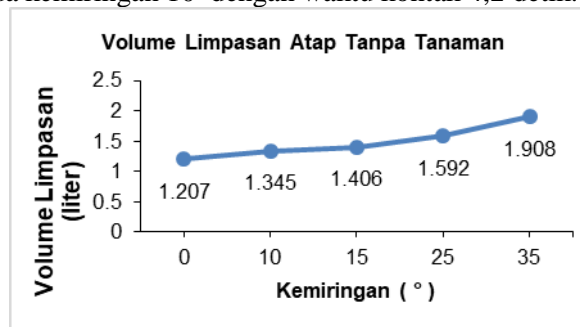
kemiringan (o)	waktu kontak (detik)	Volume limpasan (Mililiter)
0	4,19	1207
10	4,20	1345
15	4,17	1406
25	3,61	1592
35	3,82	1908

*) Hasil Penelitian Tahun 2023



Gambar 3. Grafik waktu kontak atap tanpa menggunakan tanaman

Pada gambar 3 dapat dilihat waktu kontak yang terjadi pada atap tanpa menggunakan tanaman memiliki variasi kemiringan serta waktu kontak yang berbeda. Dimana kemiringan 0° mendapatkan waktu kontak sebesar 4,19 detik sedangkan 10° mendapatkan waktu kontak sebesar 4,2 detik , 15° mendapatkan waktu kontak sebesar 4,17 detik, kemudian pada kemiringan 25° mendapatkan waktu kontak sebesar 3,61 detik, lalu pada kemiringan 35° mendapatkan waktu kontak sebesar 3,82 detik. Artinya puncak waktu kontak yang tertinggi di berbagai macam kemiringan terjadi pada kemiringan 10° dengan waktu kontak 4,2 detik.



Gambar 4. Grafik volume simulasi atap tanpa menggunakan tanaman

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat volume limpasan dan waktu kontak pada media atap tanpa menggunakan tanaman 1,207 L dengan kemiringan 0°, 1345 L dengan kemiringan 10°, 1406 L dengan kemiringan 15°, 1592 L dengan kemiringan 25° dan 1908 L dengan kemiringan atap 35°. Semakin tinggi kemiringan atap yang terjadi maka semakin cepat waktu kontak dengan volume yang berbeda setiap kemiringan.

Tabel 3. Hasil intensitas hujan alat tanpa menggunakan tanaman berdasarkan kemiringan.

Kemiringan Atap (o)	Intesitas Hujan (mm/jam)
0	1.098
10	1.222
15	1.278
25	1.593
35	1.908

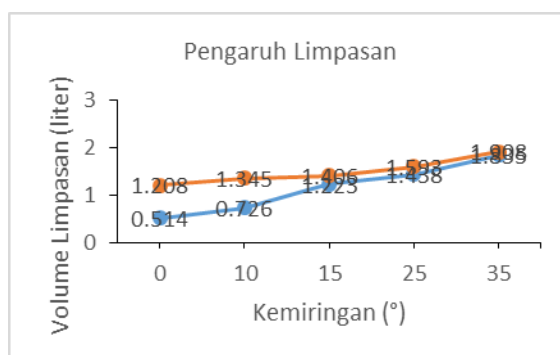
*) Hasil Penelitian Tahun 2023

3. Perbandingan Media Atap Yang Tertampung

Data limpasan yang disajikan pada Tabel 5 menunjukkan perbedaan volume limpasan yang mengalir antara media atap menggunakan tanaman dan atap tanpa tanaman. Pada media atap menggunakan tanaman menunjukkan volume yang lebih kecil, hal ini menandakan media atap menggunakan tanaman mampu mengurangi air hujan sebelum dapat melimpas ke saluran drainase. Data pengaruh media atap menggunakan tanaman dan atap tanpa tanaman dalam mengurangi air hujan disajikan pada Tabel 5 berikut.

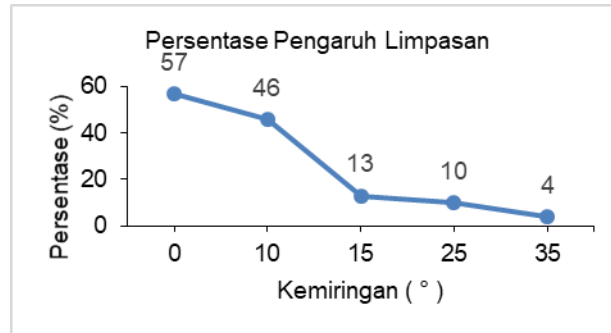
Tabel 4. Persentase pengaruh media atap menggunakan tanaman dan tanpa tanaman.

kemiringan (o)	Volume Limpasan		Selisih	pengaruh limpasan (%)
	atap pakai tanaman (mililiter)	atap tanpa tanaman (mililiter)		
1	2	3	4	5
0	514	1208	694	57
10	726	1345	619	46
15	1223	1406	183	13
25	1438	1593	155	10
35	1835	1908	73	4
Rata-rata	1147,2	1492	345	26



Gambar 5. Grafik pengaruh limpasan

Berdasarkan data pada tabel 5, kemampuan media atap menggunakan tanaman dalam mengurangi limpasan air hujan lumayan tinggi bila dibandingkan dengan kemampuan atap tanpa menggunakan tanaman. Persen perbandingan limpasan atap menggunakan tanaman dan tanpa menggunakan tanaman dapat dilihat pada tabel gambar 6 berikut ini.



Gambar 5. Grafik persentase pengaruh limpasan

Pada keterangan gambar di atas menunjukkan adanya penurunan persentase limpasan seiring meningkatnya variasi kemiringan yang telah di teliti. Kemiringan 0^0 menunjukkan 57% dari perbandingan antara media atap menggunakan tanaman dan tanpa tanaman, untuk kemiringan 10^0 menunjukkan hasil sebesar 46%, kemudian untuk kemiringan 15^0 menunjukkan hasil sebesar 13% lalu untuk kemiringan 25^0 menunjukkan hasil sebesar 10% dan untuk kemiringan 35^0 menunjukkan hasil sebesar 4%. Hasil tersebut menunjukkan semakin tinggi kemiringan yang di uji maka semakin kecil pengaruh antara kedua varian media atap tersebut karena pengaruh limpasan semakin kecil yang di uji seiring meningkatnya variasi kemiringan.

4. Hubungan Intensitas Berdasarkan Kemiringan yang Berbeda

Intensitas hujan merupakan jumlah rata-rata curah hujan yang jatuh di wilayah tertentu, yang diukur dalam satuan tertentu berdasarkan waktu konsentrasi selama periode ulang tertentu. Intensitas curah hujan diukur dengan volume hujan yang jatuh dalam periode waktu tertentu. Curah hujan yang dimaksud adalah curah hujan yang turun ke permukaan bumi dan diukur dalam satuan milimeter (R) sebagai ketebalan hujan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan intensitas hujan sebesar 0,15 mm, intensitas hujan tersebut juga menjadi acuan dalam penelitian kali ini dapat dilihat pada tabel 6. Hasil penelitian atap menggunakan tanaman dan tanpa tanaman menggunakan intensitas hujan sebesar 15 mm dapat dilihat pada tabel 7 dan tabel 8.

Tabel 5. Penggolongan hujan

Tingkat Hujan	I mm/jam	Dm (mm)	M (kg)	V (m/dt)
Gerimis	< 1	0,15	$2,4 \cdot 10^{-12}$	0,5
Halus	1 - 5	0,50	$6,5 \cdot 10^{-11}$	2,1
Normal	5 - 20	1,00	$5,2 \cdot 10^{-10}$	4,0
Deras	10 - 20	2,00	$4,2 \cdot 10^{-8}$	6,5
Sangat Deras	> 20	3,00	$1,4 \cdot 10^{-8}$	8,1

Tabel 6. Intensitas hujan atap menggunakan media tanam

Kemiringan (°)	Pengukuran	*Curah Hujan	Volume Hujan Efektif	Waktu Jatuhnya Air Ke Lahan (detik)	Waktu Air Dari Lahan Ke Penampung (detik)	Volume Air Yang Tertampung (MiliLiter)	Selisih Volume Hujan Efektif
0	1	0,15	7296	2,37	5,5	500	6796
	2			2,57	5,1	515	6781
	3			2,15	5,25	519	6777
	4			2,23	5,29	522	6774
	Rata-rata			2,33	5,29	514	6782
10	1	0,15	7296	2,39	5,6	720	6576
	2			2,35	5,55	710	6586
	3			2,33	5,6	750	6546
	4			2,42	5,68	725	6571
	Rata-rata			2,37	5,61	726	6569.75
15	1	0,15	7296	2,42	5,58	720	6096
	2			2,38	5,52	710	6061
	3			2,4	5,47	750	6051
	4			2,37	5,41	725	6086
	Rata-rata			2,39	5,5	1223	6073.5

	1			2,45	5,2	1440	5856
25	2	0,15	7296	2,39	5,18	1420	5876
	3			2,4	5,23	1448	5848
	4			2,42	5,27	1445	5851
	Rata-rata			2,42	5,22	1438	5857.75
	1			2,58	4,8	1860	5436
35	2	0,15	7296	2,49	4,5	1820	5476
	3			2,45	4,2	1825	5471
	4			2,47	4,55	1835	5461
	Rata-rata			2,5	4,51	1835	5461

*) Hasil Penelitian Tahun 2023

Tabel 7. Intensitas hujan atap tanpa tanaman

Kemiringan (°)	Pengukuran	*Curah Hujan	Volume Hujan Efektif (MiliLiter)	Waktu Jatuhnya	Waktu Air Dari	Volume Air Yang Tertampung (MiliLiter)	Selisih Volume
				Air Ke Lahan (detik)	Lahan Ke Penampung (detik)	Hujan Efektif (MiliLiter)	
0	1	0,15	7296	1,97	4,22	1200	6096
	2			1,95	4,2	1205	6091
	3			1,93	4,18	1210	6086
	4			1,94	4,15	1215	6081
	Rata-rata			1,948	4,19	1208	6088.5
10	1	0,15	7296	2,12	4,2	1345	5951
	2			2,15	4,25	1343	5953
	3			2,08	4,15	1346	5950
	4			2,1	4,19	1347	5949
	Rata-rata			2,11	4,20	1345	5950.75
15	1	0,15	7296	2,29	4,15	1400	5896
	2			2,27	4,19	1405	5891
	3			2,3	4,21	1415	5881
	4			2,23	4,14	1405	5891
	Rata-rata			2,27	4,17	1406	5889.75
25	1	0,15	7296	2,35	3,62	1600	5696
	2			2,31	3,6	1605	5691
	3			2,29	3,64	1580	5716
	4			2,33	3,58	1585	5711
	Rata-rata			2,32	3,61	1593	5703.5
35	1	0,15	7296	2,38	3,87	1905	5391
	2			2,36	3,89	1915	5381
	3			2,34	3,75	1910	5386
	4			2,37	3,78	1900	5396
	Rata-rata			2,36	3,82	1908	5388.5

*) Hasil Penelitian Tahun 2023

Untuk kemiringan waktu air dari lahan ke penampung kemiringan 0° diketahui besarnya rata-rata dari pengukuran ke satu sampai ke empat sebesar 5,29 detik, untuk kemiringan 15° diketahui besarnya rata-rata kemiringan waktu jatuhnya air ke lahan dari pengukuran ke satu sampai ke empat sebesar 5,61 detik, sedangkan kemiringan 15° diketahui besarnya rata-rata kemiringan waktu jatuhnya air ke lahan dari pengukuran ke satu sampai ke empat sebesar 5,5 detik, kemudian kemiringan 25° diketahui besarnya rata-rata kemiringan waktu jatuhnya air ke lahan dari pengukuran ke satu sampai ke empat sebesar 5,22 detik dan pada kemiringan 35° diketahui besarnya rata-rata kemiringan waktu jatuhnya air ke lahan dari pengukuran ke satu sampai ke empat sebesar 4,51 detik persentasi pada masing-masing kemiringan

SIMPULAN

Atap yang menggunakan tanaman rata-rata hanya menghasilkan limpasan sebesar 1147,2 ml sedangkan atap tanpa tanaman menghasilkan limpasan rata-rata sebesar 1492 ml dengan selisih sebesar 345 ml dan persentase sebesar 26%. Atap yang menggunakan tanaman selain menghasilkan volume air limpasan yang lebih sedikit, juga memerlukan waktu yang lebih lama untuk jatuh ke bak penampung yang telah disediakan bila dibandingkan dengan atap tanpa menggunakan tanaman.

Semakin besar kemiringan atap semakin besar pula volume air limpasan yang dihasilkan, hal ini berlaku pada atap yang menggunakan tanaman maupun atap tanpa menggunakan tanaman.

Ucapan Terima Kasih

Saya ucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Ibu Dosen yang telah membimbing penelitian ini dan saya ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, E. (2008). *Kajian Model Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu*. Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Lestari, E. A. P. (2019). *Efektivitas Ruang Terbuka Hijau Dalam Mereduksi Emisi Gas Karbon Di Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan*. Seminar Nasional Geomatika, 3, 397–404.
- Ross, A. (1991). *Strange Weather: Culture, Science And Technology In The Age Of Limits*. Verso.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1987). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramitha.
- Suripin. (2004). *Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Andi.
- Triatmojo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offest.
- Verrina, G. P., Anugerah, D. D., & Haki, H. (2013). *Analisa Runoff pada Sub DAS Lematang Hulu*. Sriwijaya University.