

**PENGARUH VARIASI TEKANAN POMPA TERHADAP DEBIT PANCAR  
DAN KESERAGAMAN DEBIT PANCAR SIMULATOR HUJAN  
(*RAINFALL SIMULATOR*)**

(Skripsi)

Oleh

**GALUH PUTRI LESTARI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## ABSTRAK

### PENGARUH VARIASI TEKANAN POMPA TERHADAP DEBIT PANCAR DAN KESERAGAMAN DEBIT PANCAR SIMULATOR HUJAN (*RAINFALL SIMULATOR*)

Oleh

**GALUH PUTRI LESTARI**

Siklus Hidrologi atau hujan adalah sirkulasi air yang berasal dari air laut menguap ke atmosfer kemudian turun ke bumi dan kembali lagi ke laut secara berulang dan terus menerus. Curah hujan dapat diartikan banyaknya air yang jatuh ke permukaan bumi. Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Menurut Meyer dan Cune (1958) Rainfall simulator dapat digunakan untuk penelitian yang berkaitan dengan gejala alam secara *repeatability* seperti penelitian gejala alam yang berkaitan dengan hujan antara lain erosi, infiltrasi dan aliran permukaan.

Penelitian Rainfall Simulator ini dilakukan untuk mendapatkan debit hujan buatan, keseragaman pancar air yang dihasilkan, koefisien nozzle. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan variasi tekanan pompa yaitu 2 bar ; 2,2 bar dan 2,4 bar yang dilakukan selama 7,5 menit untuk masing-masing tekanan pompa. Pengaturan tekanan pompa menggunakan Stopkran (valve). Masing-masing pengujian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah Hubungan antara tekanan dan debit air serta hubungan tekanan dan koefisien keseragaman pancar adalah linear. Tekanan yang berbeda sangat berpengaruh pada debit air dan koefisien keseragaman. Sedangkan hasil konstanta nozzle pada 25 unit nozzle diperoleh nilai sebesar 98,67. Dengan nilai cv sebesar 0,01 dan masuk kedalam kategori yang baik. Variasi nilai yang ditunjukkan oleh koefisien keseragaman (CU) terbaik di peroleh sebesar 89,55% pada tekanan 2,4 bar. Dengan hasil nilai koefisien keseragaman di atas 70% menunjukkan bahwa kinerja dari rainfall simulator adalah baik.

**Kata Kunci :** *rainfall simulator*, tekanan, koefisien keseragaman (CU) ;  
Konstanta *nozzle*.

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF VARIATIONS IN PUMP PRESSURE ON THE DISCHARGE OF THE BEAM AND UNIFORMITY OF THE RAIN SIMULATOR (RAINFALL SIMULATOR)**

**BY**

**GALUH PUTRI LESTARI**

Hydrological cycle is the circulation of water that comes from seawater evaporating into the atmosphere then down to the earth and back again to the sea repeatedly and continuously. Water from sea level evaporates into the air, moving and rising into the atmosphere. Rainfall can be interpreted as the amount of water that falls to the earth's surface. Rainfall is the height of rainwater that collects in a flat place, does not evaporate, does not sink, and does not flow. According to Meyer and Cune (1958) Rainfall simulator can be used for research related to natural symptoms in repeatability such as research on natural symptoms related to rain including erosion, infiltration and surface flow.

This research want to get artificial rain discharge, uniformity of the resulting water beam, coefficient of nozzle of rainfall simulator. This research using a variation in pump pressure that is 2 bars; 2.2 bars and 2.4 bars are performed for 7.5 minutes for each pump pressure. The pump pressure setting uses a stopkran (valve). Each test was repeated three times. The results obtained from this study are the relationship between pressure and water flow and the relationship between pressure and uniformity coefficient is linear. Different pressures greatly affect the water discharge and uniformity coefficient. The results of the nozzle constant at 25 nozzle units obtained a value of 98.67. With a cv value of 0.01 and entered into a good category. The variation of the value indicated by the best uniformity coefficient (CU) is 89.55% at a pressure of 2.4 bar. The results of the uniformity coefficient value above 70% indicate that the performance of the rainfall simulator is good.

**Keywords:** Rainfall, Simulator, Pressure, Coefficient Of Uniformity (CU); Constant Of Nozzle.

**PENGARUH VARIASI TEKANAN POMPA TERHADAP DEBIT PANCAR  
DAN KESERAGAMAN DEBIT PANCAR SIMULATOR HUJAN  
(*RAINFALL SIMULATOR*)**

Oleh

**GALUH PUTRI LESTARI**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi : **PENGARUH VARIASI TEKANAN POMPA  
TERHADAP DEBIT PANCAR DAN  
KESERAGAMAN DEBIT PANCAR  
SIMULATOR HUJAN (RAINFALL  
SIMULATOR)**

Nama Mahasiswa : **Gafuh Putri Lestari**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1514071034**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



  
**Dr. Ir. Ridwan, M.S.**  
NIP 19651114 199503 1 001

  
**Elhamida Rezkia Amien, S.T.P., M.Si.**  
NIK 231804 900214 201

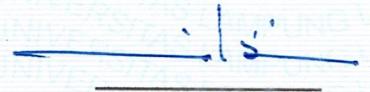
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

  
**Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**  
NIP 19621010 198902 1 002

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

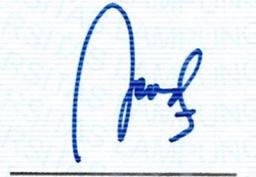
Ketua : **Dr. Ir. Ridwan, M.S.**



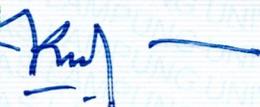
Sekretaris : **Elhamida Rezkia Amien, S.T.P., M.Si.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si**  
NIDN 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **14 Februari 2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya **Galuh Putri Lestari** NPM **1514071034**

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Ridwan, M.S.** dan 2) **Elhamida Rezkia Amien, S.T.P., M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Juni 2022

Yang membuat pernyataan



(Galuh Putri Lestari)

NPM. 1514071034

## RIWAYAT HIDUP



Galuh Putri Lestari, penulis dilahirkan pada hari Minggu, 2 Maret 1997 di Gunung Madu, Lampung Tengah. Penulis merupakan anak kedua dari 3 bersaudara pasangan Bapak Ganjar Prihatin dan Ibu Hartini. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar selama 6 tahun di SD Negeri 3 PT Gunung Madu Plantations pada tahun 2009, selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP Satya Dharma Sudjana pada tahun 2012. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2015. Kemudian pada tahun 2015, penulis masuk dan terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Jalur SNMPTN.

Selama masa perkuliahan penulis aktif mengikuti organisasi Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) dan menjabat sebagai Bendahara Bidang Pengabdian Masyarakat periode 2016/2017 dan dilanjutkan menjabat sebagai Sekretaris Umum PERMATEP pada periode 2017/2018. Dalam bidang akademik penulis aktif sebagai Asisten Dosen untuk MK Matematika Dasar (2016/2017) serta MK Transfer Panas (2017/2018).

Pada tanggal 22 Januari 2018 sampai dengan 02 Maret 2018 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode pertama di Desa Pekon Balak Kecamatan Wonosobo Kabupaten Tanggamus selama 40 hari sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat.

## MOTTO

*“Janganlah Kamu Bersikap Lemah Dan Janganlah Pula Kamu Bersedih Hati,  
Padahal Kamu Orang Orang Paling Tinggi Derajatnya Jika Kamu Beriman”  
(Q.S. Ali Imron : 139)*

*“There is nothing either good or bad, but thinking makes it so.”  
(William Shakespear)*

*“Every one of us needs to show how much we care for each other and, in the  
process, care for ourselves”*

*“Kamu harus melakukan hal-hal yang tidak ingin kamu lakukan agar dapat  
melakukan hal-hal yang ingin kamu lakukan.”*

## **PERSEMBAHAN**

*Bismillahirrahmanirrahim*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat kesehatan jasmani dan rohani, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi guna mendapatkan gelar Sarjana ini, meskipun masih banyak kekurangan dalam penyusunannya dan jauh dari kata sempurna. Sebagai wujud rasa kasih sayang yang tulus saya persembahkan skripsi ini kepada :

### **Kedua Orang tuaku tersayang**

Bapakku “Ganjar Prihatin” dan Ibuku “Hartini”. Terimakasih karena telah medidik, membesarkanku dan membimbingku dengan penuh kasih sayang. Terimakasih karena senantiasa mendoakan aku, memberikan semangat, motivasi dan nasehat kepadaku.

**Nenek dan Kakekku serta Kakakku “Wahyu Irawan” dan Adikku “Juwita Putri Handayani”** terimakasih selalu mendoakanku dan memberikan nasehat yang membangun serta memberikan semangat kepadaku.

### **Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji yang Sangat berjasa**

Terimakasih telah membimbing serta memberi arahan, masukan dan saran selama ini, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Serta Almamater Tercinta

**Universitas Lampung**

## SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan begitu banyak nikmat, karunia dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul **”PENGARUH VARIASI TEKANAN POMPA TERHADAP DEBIT PANCAR DAN KESERAGAMAN DEBIT PANCAR SIMULATOR HUJAN (*RAINFALL SIMULATOR*)”** sebagai salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana Teknik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Ridwan, M.S., selaku Ketua Komisi Pembimbing sekaligus pembimbing akademik yang dengan sabar selalu meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan arahan dan masukan serta memotivasi pada saat perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Elhamida Rezkia Amien, S.T.P., M.Si. Selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediaannya untuk memberikan nasihat, saran dan masukan yang membangun dalam proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. Selaku penguji skripsi yang telah memberikan masukan kritik dan saran dalam proses penyusunan skripsi ini.

6. Bapak, Ibu, Mas Wahyu dan adikku Juwita Putri serta kakek dan nenekku (Mbah Sokimin, Mbah Sijum dan Mbah Wongso) yang selalu memberikan kasih dan sayangnya, semangat, motivasi serta doa selama ini.
7. Nurlaila S Umri yang selalu membantuku pada masa perkuliahan dan dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman Angkatan 2015 yang selama masa perkuliahan selalu membantu dan memberikan semangat serta motivasi.

Penulis berdoa semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis berharap semoga penelitian dan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung,            Juni 2022  
Penulis

**GALUH PUTRI LESTARI**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>5</b>
1.1. Latar Belakang .....	5
1.2. Rumusan Masalah .....	8
1.3. Tujuan Penelitian.....	8
1.4. Manfaat Penelitian.....	8
1.5. Batasan Penelitian .....	9
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1. Siklus Hidrologi .....	10
2.2. Curah Hujan .....	14
2.3. Pompa.....	15
2.4. <i>Rainfall</i> Simulator .....	18
2.5. Debit .....	20
2.6. Koefisien Keseragaman Debit Pancar .....	21
2.7. Konstanta <i>Nozzle</i> .....	23
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>25</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	25
3.2. Alat dan Bahan .....	25
3.3. Metode Penelitian.....	25
3.4. Desain Simulator Curah Hujan.....	29

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1. Debit Air.....	33
4.2. Koefisien Keseragaman Pancar (CU).....	38
4.3. Konstanta <i>nozzle</i> .....	40
4.4. Hubungan antara Tekanan dan Koefisien Keseragaman Debit Pancar ..	42
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>44</b>
5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Kriteria Hujan .....	15
2.	Nilai Koefisien Keseragaman (CU) Dan Klasifikasinya. ....	22
3.	Klasifikasi Nilai Cv.....	24
4.	Debit air pada Tekanan 2 Bar ( $m^3/dtk$ ).....	33
5.	Debit Air pada Tekanan 2,2 Bar ( $m^3/dtk$ ).....	35
6.	Debit Air pada Tekanan 2,4 Bar ( $m^3/dtk$ ).....	36
7.	Koefisien Keseragaman Debit Pancar (CU) .....	39
8.	Konstanta <i>Nozzle</i> .....	41
9.	Pengujian Ulangan pada Tekanan 2 Bar .....	50
10.	Rerata Tekanan 2 Bar.....	52
11.	Pengujian Ulangan pada Tekanan 2,2 Bar .....	53
12.	Rerata Tekanan 2,2 Bar.....	55
13.	Pengujian Ulangan pada Tekanan 2,4 Bar .....	56
14.	Rerata Tekanan 2,4 Bar.....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siklus Hidrologi .....	10
2. Hujan Frontal Dan Hujan Orografi .....	13
3. Diagram Alir Proses Penelitian.....	26
4. Spesifikasi Pompa.....	27
5. Desain Simulator Hujantampak Depan.....	32
6. Desain Simulator Hujan Tampak Samping.....	28
7. Hubungan Tekanan dengan Debit Air .....	38
8. Spesifikasi <i>Nozzle</i> .....	40
9. Hubungan antara Tekanan dan Keseragaman Debit Pancar .....	42
10. Rangka Simulator Hujan Tampak Depan .....	59
11. Pemasangan <i>Nozzle</i> .....	59
12. Simulator Hujan Tampak Samping.....	60
13. Setting Bukaan <i>Nozzle</i> .....	60
14. Pemasangan Selang Pada <i>Nozzle</i> .....	61
15. Rangkaian Pompa Air Dan <i>Pressure Gauge</i> .....	61
16. Pengamatan <i>Pressure Gauge</i> pada Tekanan 2 Bar .....	62
17. Pengamatan <i>Pressure Gauge</i> pada Tekanan 2,2 Bar .....	62
18. Pengamatan <i>Pressure Gauge</i> pada Tekanan 2,4 Bar .....	62
19. Pengukuran Tinggi Air Tertampung pada Gelas Ukur .....	63

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Siklus Hidrologi adalah sirkulasi air yang berasal dari air laut menguap ke atmosfer kemudian turun ke bumi dan kembali lagi ke laut secara berulang dan terus menerus. Air dari permukaan laut menguap ke udara, bergerak dan naik ke atmosfer. Kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik air membentuk awan dan selanjutnya jatuh ke bumi dan lautan sebagai hujan. Hujan yang jatuh ke bumi sebagian terhalang oleh tumbuh-tumbuhan sebagian lagi meresap ke dalam tanah, jika tanah sudah jenuh maka air akan mengalir di atas permukaan tanah yang mengisi danau, sungai dan kembali lagi ke laut. Semakin besar ukuran butiran hujan maka semakin besar pula kecepatan jatuhnya. Curah hujan dapat diartikan banyaknya air yang jatuh ke permukaan bumi. Derajat curah hujan dinyatakan dengan jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu. Faktor-Faktor yang menyebabkan curah hujan adalah kelembaban udara, tekanan udara, suhu udara, kecepatan angin.

Curah hujan dapat diartikan banyaknya air yang jatuh ke permukaan bumi. Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Derajat curah hujan dinyatakan dengan jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu. Biasanya satuan yang digunakan adalah mm/jam. Dalam meteorologi butiran hujan dengan diameter lebih dari 0.5 mm disebut hujan dan diameter antara 0.5 – 0.1 mm disebut gerimis. Semakin besar ukuran butiran hujan maka semakin besar pula

kecepatan jatuhnya. Curah hujan yang diukur per periode tertentu disebut dengan intensitas hujan. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Pembacaan yang dilakukan saat mengukur curah hujan yaitu satu kali dalam sehari dan dicatat sebagai curah hujan hari kemarin. Pengambilan data informasi curah hujan di Indonesia dilaksanakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) (Siswanti, 2011).

Simulasi hujan adalah penerapan hujan tiruan yang diinginkan untuk sebuah penelitian antara lain: penelitian erosi, infiltrasi, intersepsi. *Rainfall* simulator dapat mengendalikan hujan seperti yang diinginkan. Menurut Meyer dan Cune (1958) *Rainfall* simulator dapat digunakan untuk penelitian yang berkaitan dengan gejala alam secara *repeatability* seperti penelitian gejala alam yang berkaitan dengan hujan antara lain erosi, infiltrasi dan aliran permukaan.

Disain *rainfall* simulator meliputi beberapa kriteria yaitu: karakteristik hujan, kemudahan untuk dibawa dan digunakan. Sementara itu parameter penting pada hujan adalah ukuran tetesan dan distribusi intensitas hujan. Peralatan utama pada *Rainfall Simulator* adalah pengatur besar kecilnya curahan air, pengukur volume air atau hujan, alat penampung, pencurah (*nozzle*). Prinsip kerja dari *rainfall* simulator hujan adalah dengan air yang akan disimulasikan kemudian dipancarkan melalui *nozzle* yang didisain untuk menghasilkan tetesan hujan hujan alami. Curah hujan atau secara umum presipitasi adalah peristiwa jatuhnya cairan dari atmosfer ke permukaan bumi. Curah hujan adalah merupakan faktor kontrol yang mudah diamati dalam siklus hidrologi pada suatu daerah aliran sungai (Meyer dan Harmon, 1979).

Menurut Hamed (2002) simulator telah banyak memberikan kontribusi untuk pemahaman proses erosi tanah, dan meskipun ada perbedaan antara curah hujan alami dan simulasi, adalah mungkin untuk menemukan korelasi yang baik antara nilai kehilangan tanah yang diukur dalam plot erosi di bawah curah hujan simulasi dan apa terjadi di daerah aliran sungai. Di sisi lain, data yang dihasilkan dalam pengukuran memungkinkan proses kalibrasi, validasi, dan verifikasi model

prediksi erosi seperti Persamaan Kehilangan Tanah Universal-USLE (Wischmeier dan Smith, 1978).

Berbagai penelitian mengenai *rainfall* simulator ini telah banyak dilakukan. Salah satunya adalah Rahadi dkk (2008) melakukan penelitian tentang kalibrasi dan evaluasi kinerja dari *rainfall* simulator. Unit yang digunakan dalam penelitian adalah *rainfall* simulator dengan elemen satu buah unit pompa, lima buah nozel keluaran dengan diameter 1 mm. Pengujian *rainfall* simulator dilakukan selama 120 menit dengan parameter hujan pada tekanan 2,5 psi ; 3 psi ; 3,5 psi ; 4 psi ; 4,5 psi ; 5 psi ; 5,5 psi ; 6,0 psi dan 6,5 psi. Penelitian menunjukkan hubungan antara tekanan air dengan intensitas hujan, serta diameter tetesan dan energi kinetic adalah linier. Koefisien keseragaman pada berbagai tekanan 2,5 psi sampai dengan 6,5 psi dari *rainfall* simulator menunjukkan koefisien keseragaman diatas 83,15%. Keseragaman Distribusi pada berbagai tekanan 2,5 psi sampai dengan 6,5 psi dari *rainfall* simulator menunjukkan nilai lebih besar 72,53%.

Fadjri (2014) melakukan penelitian *rainfall* simulator tentang distribusi butiran hujan menggunakan variasi sudut celah cakram 5° dan 30° dengan tekanan 0,1 bar ; 0,3 bar ,0,5 bar. Dari penelitian ini didapat nilai keseragaman didapat nilai sebesar 83.34 % lebih besar dari 70 % sehingga kinerja alat *rainfall* simulator tersebut dalam keadaan baik dan dapat digunakan untuk penelitian. Hasil ntuk klasifikasi hujan pada variasi sudut celah cakram dan tekanan ialah, variasi 5° dengan tekanan 0.1 bar termasuk hujan sedang /normal, variasi 5° dengan tekanan 0.3 bar termasuk hujan sedang dan deras, variasi 5° dengan tekanan 0.5 bar termasuk hujan deras, variasi 30° dengan tekanan 0.1 bar termasuk hujan sangat deras , variasi 30° dengan tekanan 0.3 bar termasuk hujan sangat deras, variasi 30° dengan tekanan 0.5 bar termasuk hujan sangat deras.

Merriam (1980) menyatakan pengujian koefisien keragaman penting dilakukan untuk evaluasi kinerja *Rainfall Simulator*. Blanquies dkk. (2007), menyatakan bahwa keseragaman pancar diatas 70%, artinya *rainfall* simulator bekerja dengan baik.

Pada penelitian alat *rainfall simulator* sebelumnya, masih menggunakan tekanan dibawah 1 bar. Sehingga penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian uji kinerja dari alat rainfall simulator yang telah dibuat, dengan menggunakan variasi tekanan yang diperbesar untuk mengetahui pengaruh tekanan rainfall simulator. Maka penelitian dengan judul “**Pengaruh Variasi Tekanan Pompa terhadap Debit Pancar dan Keseragaman Debit Pancar Simulator Hujan (*Rainfall Simulator*)**”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Apakah dengan perbedaan berbagai tekanan dari dua buah pompa dapat menghasilkan debit pancar dengan tingkat keseragaman (*CU*) lebih besar dari 70%?
2. Apakah tekanan pompa yang berbeda mempengaruhi keseragaman debit pancar yang dihasilkan?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mendapatkan nilai keseragaman debit pancar lebih besar dari 70% , konstanta *nozzle*, dan koefisien keseragaman terbaik.
2. Mendapatkan hubungan antara tekanan pompa dengan keseragaman pancar.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan alat rainfall simulator dapat digunakan untuk membuat hujan tiruan yang seragam, sehingga nantinya dapat membantu kegiatan penelitian bidang rekayasa sumber daya air dan lahan khususnya konservasi tanah dan air.

### 1.5. Batasan Penelitian

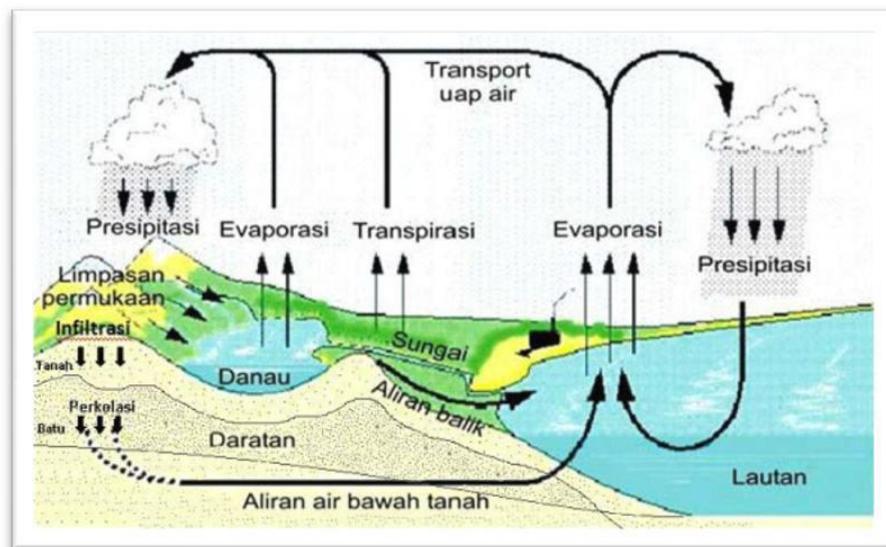
Adapun Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan variasi tekanan pompa dari 2 bar ; 2,2 bar dan 2,4 bar.
2. Tipe alat pancar yang digunakan (*head sprinkler irrigation*) ukuran 0,5 mm *nozzle adjustable*.
3. Spesifikasi pompa yang digunakan yaitu output 125 watt, input 300 watt, daya hisap maks 9 meter, total *head* maks 30 meter, dan kapasitas maks 31 Liter/menit.
4. Pengujian nilai debit air, koefisien keseragaman pancar dan konstanta nozzle.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Siklus Hidrologi

Triatmodjo, (2010) menyatakan bahwa siklus hidrologi merupakan proses berkelanjutan dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi melalui proses kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Sinar matahari memiliki peran penting pada proses siklus hidrologi sehingga dapat berjalan secara terus menerus. Pada siklus hidrologi air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, hujan es, embun, salju (*sleet*), atau kabut. Selain terjadi secara berkelanjutan, siklus hidrologi juga merupakan siklus yang bersifat konstan pada sembarang daerah.



Gambar 1. Siklus Hidrologi (Triatmodjo, (2010).

Dari Gambar 1 dapat dilihat proses dari siklus hidrologi. Dimulai dengan hujan. Hujan yang jatuh ke bumi baik langsung maupun tidak langsung akan membentuk

siklus aliran air dari tempat yang tinggi (gunung, pegunungan) menuju ke tempat yang rendah baik (permukaan tanah atau dalam tanah) dan berakhir ke laut. Dengan bantuan penyinaran matahari, maka semua air yang ada dipermukaan bumi akan berubah wujud menjadi gas/uap akibat panas matahari yang disebut dengan penguapan atau evaporasi. Kemudian uap ini akan bergerak di atmosfer (udara) lalu karena adanya perbedaan temperatur di atmosfer dari panas menjadi dingin maka uap air akan berubah wujud menjadi air akibat kondensasi (*from air to liquid state*). Kemudian apabila temperatur berada di bawah titik beku (*freezing point*) maka kristal-kristal es akan terbentuk. Kemudian tetesan air kecil (*tiny droplet*) terbentuk akibat kondensasi dan saling berbenturan dengan tetesan air lainnya lalu terbawa oleh gerakan udara turbulen sampai pada kondisi yang cukup besar menjadi butir-butir air. Apabila jumlah butiran air sudah cukup banyak dan akibat berat sendiri (pengaruh gravitasi) butir-butir air akan berubah menjadi hujan dan turun ke bumi. Proses turunnya butiran air ini disebut dengan hujan atau presipitasi. Bila temperatur udara turun sampai dibawah 0° celcius, maka butiran air akan berubah menjadi salju. Hujan jatuh ke bumi baik secara langsung maupun melalui media misalnya melalui tanaman (vegetasi). Selanjutnya awan yang terbentuk kemudian jatuh kembali ke bumi dalam bentuk hujan atau salju yang disebabkan oleh adanya perubahan iklim dan cuaca. Butiran-butiran air tersebut sebagian ada yang langsung terserap ke dalam permukaan tanah (infiltrasi), dan sebagian lainnya mengalir sebagai aliran permukaan. Aliran permukaan yang mengalir kemudian akan masuk ke danau, waduk, dan cekungan tanah lain dan selanjutnya terulang kembali rangkaian siklus hidrologi (Hartini, 2017).

Menurut dasar konsep dari hidrologi adalah siklus hidrologi yang digambarkan dalam skala ruang dan waktu yang berbeda. Siklus hidrologi secara umum adalah proses yang terjadi secara terus menerus yang menghubungkan antara air yang ada di atmosfer dengan air yang di darat maupun di laut. Kemudian pergerakan air dari ruang satu ke yang lain terjadi melalui tiga fase, misalnya pergerakan air dari permukaan tanah ke atmosfer terjadi dalam fase uap (penguapan dan kondensasi), fase cair yaitu hujan dan fase padat yaitu salju.

### 2.1.1. Macam-Macam Siklus Hidrologi

Adapun macam-macam dari siklus hidrologi adalah sebagai berikut:

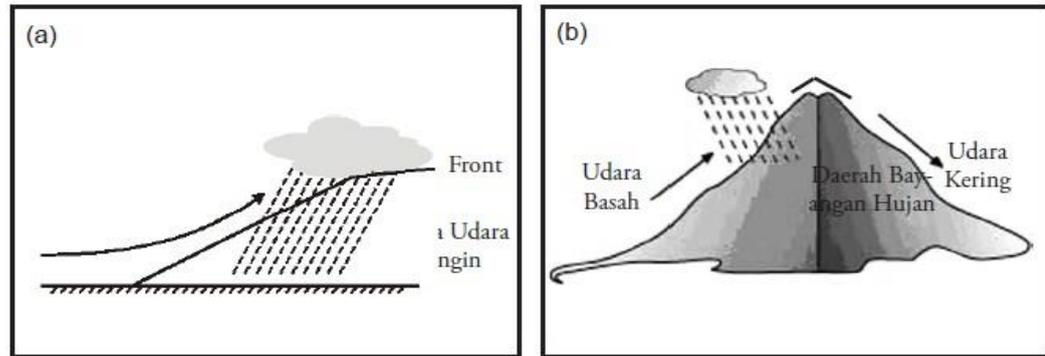
1. Siklus hidrologi pendek adalah siklus hidrologi yang tidak melalui proses adveksi. Proses terjadinya siklus pendek sebagai berikut:  
Evaporasi → Kondensasi → Hujan/presipitasi (jatuh ke permukaan laut)
2. Siklus hidrologi sedang adalah siklus hidrologi yang umum terjadi di Indonesia. Siklus hidrologi ini menghasilkan hujan di daratan karena proses adveksi membawa awan yang terbentuk ke atas daratan.  
Evaporasi → Kondensasi → Presipitasi di daratan → Laut
3. Siklus hidrologi panjang adalah siklus hidrologi yang umumnya terjadi di daerah beriklim subtropis atau daerah pegunungan. Dalam siklus hidrologi ini, awan tidak langsung diubah menjadi air, melainkan terlebih dahulu turun sebagai salju dan membentuk gletser.  
Evaporasi → Sublimasi → Kondensasi → Presipitasi (salju) → Gletser → Aliran Sungai → Lautan (Hartini, 2017).

### 2.1.2. Klasifikasi Hujan

Berdasarkan pola umum terjadinya, terdapat 3 (tiga) tipe curah hujan, yakni: tipe ekuatorial, tipe monsun dan tipe lokal. Tipe ekuatorial proses terjadinya berhubungan dengan pergerakan zona konvergensi ke utara dan selatan, dicirikan oleh dua kali maksimum curah hujan bulanan dalam setahun, wilayah sebarannya adalah Sumatra dan Kalimantan. Tipe monsun dipengaruhi oleh angin laut dalam skala yang sangat luas, tipe hujan ini dicirikan oleh adanya perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dan kemarau dalam setahun, dan hanya terjadi satu kali maksimum curah hujan bulanan dalam setahun, wilayah sebarannya adalah di pulau Jawa, Bali dan Nusa Tenggara. Tipe lokal dicirikan dengan besarnya pengaruh kondisi lingkungan fisis setempat, seperti bentang perairan atau lautan, pegunungan yang tinggi, serta pemanasan lokal yang intensif, pola ini hanya terjadi satu kali maksimum curah hujan bulanan dalam waktu satu tahun, dan terjadi beberapa bulan kering yang bertepatan dengan

bertiupnya angin Muson barat, sebarannya meliputi Papua, Maluku dan sebagian Sulawesi. Jumlah curah hujan juga dipengaruhi oleh arah datang angin, pada sisi pegunungan atau gunung yang menghadap arah datang angin lembab (*windward side*) curah hujannya tinggi dan pada sisi sebaliknya (*leeward side*) curah hujannya sangat rendah atau rendah (Putranto, 2017).

Klasifikasi hujan berdasarkan proses terjadinya.



Gambar 2. Hujan Frontal dan Hujan Orografi

Klasifikasi hujan berdasar proses terjadinya dibagi menjadi 3. Hujan zenithal, terjadi karena massa udara yang banyak mengandung uap air naik secara vertikal. Massa udara tersebut terus mengalami penurunan suhu, pada akhirnya terjadilah pengembunan (kondensasi) dan membentuk awan konveksi. Kemudian awan akan turun menjadi hujan, dan hujan tersebut disebut hujan zenithal konveksi. Disebut sebagai hujan zenithal karena pada umumnya hujan terjadi pada waktu matahari melalui zenit daerah itu. Semua tempat di daerah tropis mendapat dua kali hujan zenithal dalam satu tahun. Selanjutnya adalah hujan frontal, hujan frontal terjadi di daerah pertemuan antara massa udara panas dan massa udara dingin. Massa udara panas yang kurang padat akan naik ke atas massa udara dingin yang lebih padat. Sepanjang bidang miring ini disebut daerah front. Hujan terjadi di daerah front karena massa udara panas yang lembab bertemu dengan massa udara dingin sehingga terjadi kondensasi. Kemudian, terbentuklah awan pada akhirnya turun hujan. Yang ketiga hujan orografis, terjadi karena massa udara yang mengandung uap air dipaksa bergerak menaiki lereng gunung atau pegunungan. Oleh karena itu, massa udara tersebut terus mengalami

penurunan suhu sehingga mengalami kondensasi menjadi titik-titik air. Akhirnya, titik-titik air turun di sekitar lereng pegunungan. Fenomena itulah yang dinamakan hujan orografis (Tukidi, 2010).

Klasifikasi hujan berdasarkan ukuran butirnya yaitu hujan gerimis (*drizzle*), diameter butirannya kurang dari 0,5 mm. Hujan salju (*snow*), terdiri atas kristal-kristal es yang temperatur udaranya berada di bawah titik beku. Hujan batu es merupakan curahan batu es yang turun di dalam cuaca panas dari awan yang temperturnya di bawah titik beku. Hujan deras (*rain*), yaitu curahan air yang turun dari awan yang temperturnya di atas titik beku dan diameter butirannya kurang lebih 7 mm (Tukidi, 2010).

## **2.2. Curah Hujan**

### **2.2.1. Pengertian Curah Hujan**

Hujan merupakan komponen utama pada daur air di dalam suatu wilayah. Hujan juga merupakan sumber air utama suatu wilayah. (Mawardi, 2012). Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi millimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir (Arham, 2017). Jumlah curah hujan yang diukur, sebenarnya adalah tebal atau tingginya permukaan air hujan yang menutupi suatu daerah luasan di permukaan bumi atau tanah. Curah hujan 1 mm (satu millimeter), artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 (satu) milimeter atau tertampung air sebanyak 1 (satu) liter atau 1000 ml. Pengertian curah hujan dapat juga dikatakan sebagai air hujan yang memiliki ketinggian tertentu yang terkumpul dalam suatu penakar hujan, tidak meresap, tidak mengalir, dan tidak menyerap (tidak terjadi kebocoran).

Curah hujan yang diukur per periode tertentu disebut dengan intensitas curah hujan. Pengambilan data informasi curah hujan di Indonesia dilaksanakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), karena pentingnya informasi curah hujan yang akurat diberbagai bidang kehidupan maka keberlangsungan dalam pengambilan data harus dapat dijaga.

### 2.2.2. Klasifikasi Curah Hujan

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang terdapat di atmosfer. Presipitasi adalah sebuah proses jatuhnya butiran air atau kristal es ke permukaan bumi. Jumlah curah hujan dicatat dalam inci atau milimeter (1 inci = 25,4 mm). Klasifikasi curah hujan menurut standar internasional *World Meteorological Organization* (WMO) (2008) dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Hujan

Kriteria	Intensitas Hujan (24 jam)
Sangat ringan	<5.0 mm
Ringan	5.0 – 20 mm
Sedang/ Normal	20 – 50 mm
Lebat	50 -100 mm
Sangat Lebat	>100 mm

Sumber : *World Meteorological Organization* (WMO) (2008)

### 2.3. Pompa

Pompa merupakan peralatan utama maupun sebagai pendukung utama yang sangat penting dalam dunia industri. Pemakaian pompa yang pada awalnya hanya terbatas pada penyediaan air untuk keperluan sehari-hari, tetapi seiring dengan berkembangnya teknologi di industri saat ini, pompa banyak digunakan untuk kebutuhan di berbagai sektor industri terutama di industri proses, industri kimia, industri tekstil, industri minyak, industri pembangkitan tenaga listrik, irigasi, perusahaan air bersih, untuk pelayanan gedung dan lain-lain. Pompa berfungsi

mengkonversikan energi mekanis poros dari penggerak mula menjadi energi potensial atau tekanan fluida (zat) cair. Pompa digunakan untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi atau mengalirkan cairan ke tempat yang menghasilkan tekanan atau ketinggian tertentu, dimana tidak dimungkinkannya cairan tersebut mengalir secara alami. Pompa juga dapat digunakan untuk mensirkulasikan cairan, misalnya air pendingin atau pelumas yang melewati mesin-mesin dan peralatan. Penggunaan pompa yang demikian luas dengan berbagai macam jenis dan bentuknya, memerlukan pengetahuan yang cukup tentang berbagai penerapan dan pemilihan jenis atau tipe pompa yang tepat sesuai dengan kebutuhan, kondisi dan lingkungan operasi yang dilayaninya. Pengetahuan yang diperlukan tersebut mulai dari tujuan penggunaannya, jenis dan sifat zat cair yang dipompakan, keadaan lingkungan, karakteristik head dan kapasitasnya, pemilihan penggerakannya, bahkan sampai pada konstruksi, pemasangan/instalasi dan perawatannya (Mahmudi, 2006).

### **2.3.1. Klasifikasi Pompa**

Pompa bekerja karena adanya perbedaan tekanan antara sisi masuk dan sisi keluar oleh elemen bergerak pada pompa seperti piston, plunyer, lobe, impeler dan lain-lain. Berdasarkan kepada mekanisme konversi energinya, pompa diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu:

#### **1. Pompa tekanan statik atau pompa perpindahan positif (*positive displacement pump*)**

Pompa perpindahan positif (*positive displacement pump*) sering disebut juga dengan pompa tekanan statik adalah pompa yang mengalirkan zat cair dengan kapasitas atau debit tetap terhadap perubahan/variasi tekanan atau head, dan fluida berpindah karena menerima dorongan/desakan. Pompa perpindahan positif umumnya terdiri dari rumah pompa yang diam dan mempunyai elemen yang bergerak seperti roda gigi, baling-baling, piston, plunyer, membran, ulir/sekrup dan lain-lain.

Pompa perpindahan positif dikenal dengan caranya beroperasi dimana cairan diambil dari salah satu ujung dan pada ujung lainnya dialirkan secara positif untuk setiap putarannya. Pompa perpindahan positif digunakan secara luas untuk pemompaan fluida selain air, biasanya fluida kental. Pompa perpindahan positif selanjutnya dapat digolongkan berdasarkan cara perpindahannya, yaitu pompa bolak-balik atau resiprok (*reciprocating*) dan pompa rotari.

## 2. Pompa tekanan dinamik atau pompa dinamik (*dynamic pump*)

Pompa tekanan dinamik adalah pompa yang mengalirkan zat cair dengan kapasitas atau debit bervariasi bergantung pada tekanan atau head, dan fluida berpindah karena kecepatan/perubahan aliran. Pompa jenis ini menambahkan energi fluida dengan menaikkan kecepatannya, yang selanjutnya mengubahnya menjadi energi tekan dengan melewatkannya pada sebuah saluran yang meluas. Pompa ini terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu jenis yang berputar (sentrifugal): pompa radial, pompa aksial, pompa aliran campuran (*mixed flow*), dan jenis yang tak berputar seperti pompa jet dan pompa hidram.

Pada prinsipnya, cairan apapun dapat ditangani oleh berbagai jenis pompa. Pompa sentrifugal biasanya yang paling ekonomis diikuti oleh pompa rotari dan bolak-balik/resiprok. Meskipun pompa perpindahan positif biasanya lebih efisien daripada pompa sentrifugal, namun keuntungan efisiensi yang lebih tinggi tersebut cenderung diimbangi dengan meningkatnya biaya perawatan.

### 2.3.2. Spesifikasi Pompa

Nama Pompa	: Pompa Air Panasonic
Kapasitas	: 35 liter/menit
Daya Hisap	: 9 meter
Total Head Maksimum	: 30 meter
Daya Motor	: 125 Watt
Pipa Hisap	: 1 inci (25 mm)
Pipa Dorong	: 1 inci (25 mm)

Ukuran (P x L x T) : 205 mm x 154 mm x 214 mm  
Berat : 7 kg

Pompa air jenis ini digunakan untuk sumur dangkal. Daya hisap Pompa Air Panasonic GP-129JPK manual ini mampu menghisap sedalam 9 meter dengan daya dorong 30 meter. Pompa air ini mampu mendebit air hingga 30 liter per menit.

#### **2.4. *Rainfall Simulator***

Simulator hujan terdiri dari seperangkat alat-alat pembuat hujan buatan yang menyembrotkan air. Simulator hujan dikembangkan untuk memperhitungkan nilai-nilai infiltrasi rata-rata, limpasan, dan erosi pada berbagai macam kondisi. Simulasi hujan menerapkan hujan tiruan pada area yang diinginkan untuk penelitian erosi, infiltrasi, *runoff* dan kualitas air. Penelitian dilakukan dengan penggunaan *rainfall simulator*, karena dapat mengontrol badai hujan yang dapat diterapkan kapan dan dimana saja sesuai dengan kebutuhan (Rao, 1986).

Alat *rainfall simulator* merupakan alat simulasi yang digunakan untuk pengujian hujan buatan dengan parameter tertentu. *Rainfall simulator* ini dapat digunakan di lapangan atau digunakan didalam ruangan skala laboratorium. Alat ini memiliki beberapa fungsi, diantaranya dapat digunakan untuk melihat pengaruh berbagai intensitas dan lamanya hujan, pengaruh bermacam-macam kemiringan lereng, dan untuk mempelajari hubungan sifat-sifat tanah dengan kepekaan erosi, selain dapat *rainfall simulator* dapat menghasilkan hujan tiruan. Oleh karena itu, dengan penggunaan alat ini dapat dilakukan percobaan tentang erosi yang terjadi akibat pengaruh-pengaruh tertentu. Melihat dari banyaknya masalah yang terjadi akibat erosi tanah, *rainfall simulator* dapat digunakan untuk melihat pengaruh air hujan terhadap kemiringan lereng dan intensitas hujan terhadap angka erosi yang terjadi pada suatu sampel tanah. Selain bisa dilihat perbandingan laju erosi tanah dari variasi kemiringan lereng tersebut, juga bisa diketahui berapa angka erosi yang terjadi pada sampel tanah tersebut dengan variasi beberapa

kemiringan dan juga variasi intensitas hujan, selain itu mungkin juga bisa dijadikan acuan selanjutnya dalam menangani masalah-masalah yang berkaitan dengan laju erosi tersebut (Loch, 2009).

Kegunaan utama dari simulator curah hujan adalah untuk mensimulasikan curah hujan alami secara akurat dan tepat. Kecepatan jatuhnya tetesan penting dalam merancang simulator hujan. Tetesan dari curah hujan alami berada pada kecepatan akhir ketika jatuh ke tanah, menurut Meyer dan McCune (dalam Mijaya, 2014). Oleh karena itu, simulator hujan harus membuat tetesan dengan ukuran dan kecepatan tertentu untuk mensimulasikan kondisi yang sama, menunjukkan pentingnya antara kecukupan air dan hubungan antara diameter tetesan dan jarak jatuh, menurut Laws (dalam Mijaya, 2014). Simulator hujan digunakan untuk membantu memahami efek hujan pada sifat tanah dalam berbagai kondisi.

Simulator hujan adalah metode penerapan air ke plot erosi dengan sifat yang menyerupai hujan alami, ini merupakan salah satu metode yang telah digunakan di Amerika Serikat sejak tahun 1930-an, untuk mempelajari erosi, infiltrasi, dan limpasan. Desain simulator hujan sangat kompleks dan mencakup beberapa kriteria yang harus mendekati tepat. Kriteria ini berhubungan dengan:

- a. Karakteristik hujan
- b. Ukuran plot dan proses yang akan diteliti.
- c. Kemudahan portabilitas dan biaya simulator

### **2.3.1. Prinsip Kerja Rainfall Simulator**

Rainfall Simulator adalah alat yang digunakan di laboratorium untuk studi gejala erosi tanah. Pada dasarnya alat ini terdiri dari tangki penampung air yang berputar dengan sistem single droplet dan intensitas hujan dapat disesuaikan dengan hidrostatis permukaan tangki penampung air. Prinsip dari simulator curah hujan ini adalah bahwa hujan disimulasikan dengan memancarkan air melalui nozzle yang dirancang untuk menghasilkan tetesan air yang menyerupai hujan alami (Fasier, 1977).

Rancangan simulator hujan meliputi beberapa kriteria, yaitu: karakteristik hujan, kemudahan saat dibawa dan pada saat penggunaannya. Parameter penting hujan adalah ukuran tetesan dan distribusi intensitas hujan. Peralatan utama Rainfall Simulator adalah pengatur besar kecilnya curahan air, pengukur volume air atau hujan, wadah penampung, nozel. Dengan prinsip kerja simulasi hujan dengan memancarkan air melalui nozel yang dirancang untuk menghasilkan tetesan hujan alami. Curah hujan atau presipitasi secara umum adalah peristiwa jatuhnya zat cair dari atmosfer ke permukaan bumi. Curah hujan merupakan faktor kontrol yang mudah diamati dalam siklus hidrologi suatu DAS (Meyer dan Hormon, 1979).

## 2.5. Debit

Secara umum, debit erat kaitannya dengan ilmu hidrologi. Sedangkan debit air dapat diartikan sebagai ukuran dari banyaknya volume air yang mampu melewati suatu tempat ataupun yang dapat ditampung di dalam sebuah tempat per satuan waktu. Biasanya banyaknya air dengan memakai saluran liter ataupun dengan  $m^3$  (meter kubik). Debit air mempunyai satuan khusus yaitu volume per satuan waktu yaitu  $m^3/s$  (dibaca meter kubik per detik) dalam satuan internasional.

Perhitungan debit dapat menggunakan persamaan berikut.

$$Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

Q = Debit ( $m^3/s$ )

t = Waktu (s)

V = Volume ( $m^3$ )

## 2.6. Koefisien Keseragaman Debit Pancar

Air (*Coefficient of Uniformity*) Keseragaman merupakan salah satu faktor petunjuk efisiensi irigasi terutama dalam distribusi penyebaran air. Efisiensi distribusi adalah ukuran ketidakmerataan aplikasi dan biasanya digunakan istilah keseragaman/koefisien keseragaman yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap efisiensi aplikasi. keseragaman irigasi secara aktual dapat diartikan variasi, ketidakseragaman dalam jumlah air yang diaplikasikan pada lokasi di dalam area irigasi. Penelitian awal terhadap keseragaman sistem irigasi sprinkler dilakukan oleh Christiansen tahun 1942, sehingga sampai sekarang persamaan tersebut dikenal dengan Christiansen *Coefficient Uniformity* (CU). Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa nilai CU yang rendah merupakan indikator kegagalan dalam mengkombinasikan faktor-faktor diantaranya ukuran *nozzle*, tekanan sprinkler dan jarak peletakan (*spacing*) sprinkler. Selain itu karakteristik sprinkler (jumlah dan bentuk *nozzle*, sudut lemparan), ukuran *nozzle*, tekanan sangat mempengaruhi kinerja dari sprinkler.

Keseragaman distribusi air biasanya dinyatakan dalam koefisien keseragaman (CU) (Michael, 1974 dalam Mechram dkk. 2011). Besarnya nilai dari koefisien keseragaman distribusi air (CU) dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$CU = 100 \times \left( 1 - \frac{\sum |X_i - \bar{x}|}{\sum x} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- CU = Koefisien keseragaman (%)
- $X_i$  = Debit air yang tertampung pada wadah ke- $i$  ( $m^3/s$ )
- $\bar{x}$  = Debit rata-rata air yang tertampung di wadah ( $m^3/s$ )
- $|X_i - \bar{x}|$  = Deviasi

Koefisien keseragaman Christiansen merupakan indikator yang umum digunakan untuk mengukur keseragaman aplikasi irigasi. CU mengukur deviasi rata-rata dari

nilai rerata kedalaman aplikasi. Berikut adalah tabel nilai koefisien keseragaman (CU) dan klasifikasinya.

Tabel 2. Nilai Koefisien Keseragaman (CU) Dan Klasifikasinya.

<i>Coefficient of uniformity (CU)</i>	<b>Klasifikasi</b>
94% - 100%	Sangat Baik
81% - 90%	Baik
68% - 75%	Cukup baik
56%-62%	Kurang bagus
<50%	Tidak layak

*Sumber: Freddie, 2003.*

Beberapa keadaan di bawah ini penting untuk menginterpretasikan nilai koefisien CU, diantaranya:

1. nilai deviasi atau selisih tebal air antara pengukuran dengan rerata total merupakan representasi besaran nilai berlebih atau kurangnya tebal air yang diaplikasikan dan bukan menyatakan nilai surplus atau defisit air irigasi.
2. nilai CU mengindikasikan, sejauh mana keseragaman aplikasi dari alat *rainfall* simulator.

Nilai CU =100% menunjukkan bahwa pancaran benar-benar seragam dan mustahil dicapai. Blanquies *et al.* (2007), menyatakan bahwa keseragaman debit pancar harus mencapai angka diatas 70%, dengan diameter hujan mendekati di lapang yaitu sebesar 1 mm sampai dengan 7 mm, artinya *rainfall* simulator bekerja dengan baik.

## 2.7. Konstanta Nozzle

Konstanta nozzle dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Konstanta nozzle} = \frac{\sqrt{N}}{0.05} - \frac{\sqrt{N}}{0.05} \left( \frac{CU}{100} \times \frac{Q_{ave}}{Q_{min}} \right) \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

CU = Keseragaman (%)

N = Jumlah *Nozzle*

$Q_{min}$  = Debit minimum ( $m^3/dtk$ )

$Q_{ave}$  = Debit Rata-rata ( $m^3/dtk$ )

0.05 = koefisien nozzle

Konstanta nozzle didapatkan dari penurunan persamaan koefisien variasi nozzle (James, 1988) berikut.

$$Cv = \frac{\left( 1 - \left( \frac{CU}{100\% \frac{Q_{ave}}{Q_{min}}} \right) \right)}{-1,27 / \sqrt{N}} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

Cv = Koefisien *Nozzle*

CU = Keseragaman (%)

N = Jumlah *Nozzle*

$Q_{min}$  = Debit minimum ( $m^3/dtk$ )

$Q_{ave}$  = Debit Rata-rata ( $m^3/dtk$ )

Persamaan dari konstanta nozzle ini dapat digunakan untuk mencari nilai konstanta nozzle yang sesuai dengan jenis nozzle yang digunakan. Sesuai dengan klasifikasi nilai koefisien variasi nozzle pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi nilai Cv

<b>Tipe Emitter</b>	<b>Cv</b>	<b>Kategori</b>
<i>Point source</i>	< 0,05	Baik
	0,05 - 0,10	Sedang
	0,10 - 0,15	Kurang
	> 0,15	Buruk
<i>Line source</i>	< 0,10	Baik
	0,10 - 0,20	Sedang
	> 0,20	Kurang hingga buruk

(Sumber: Keller and Blesner, 1990)

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

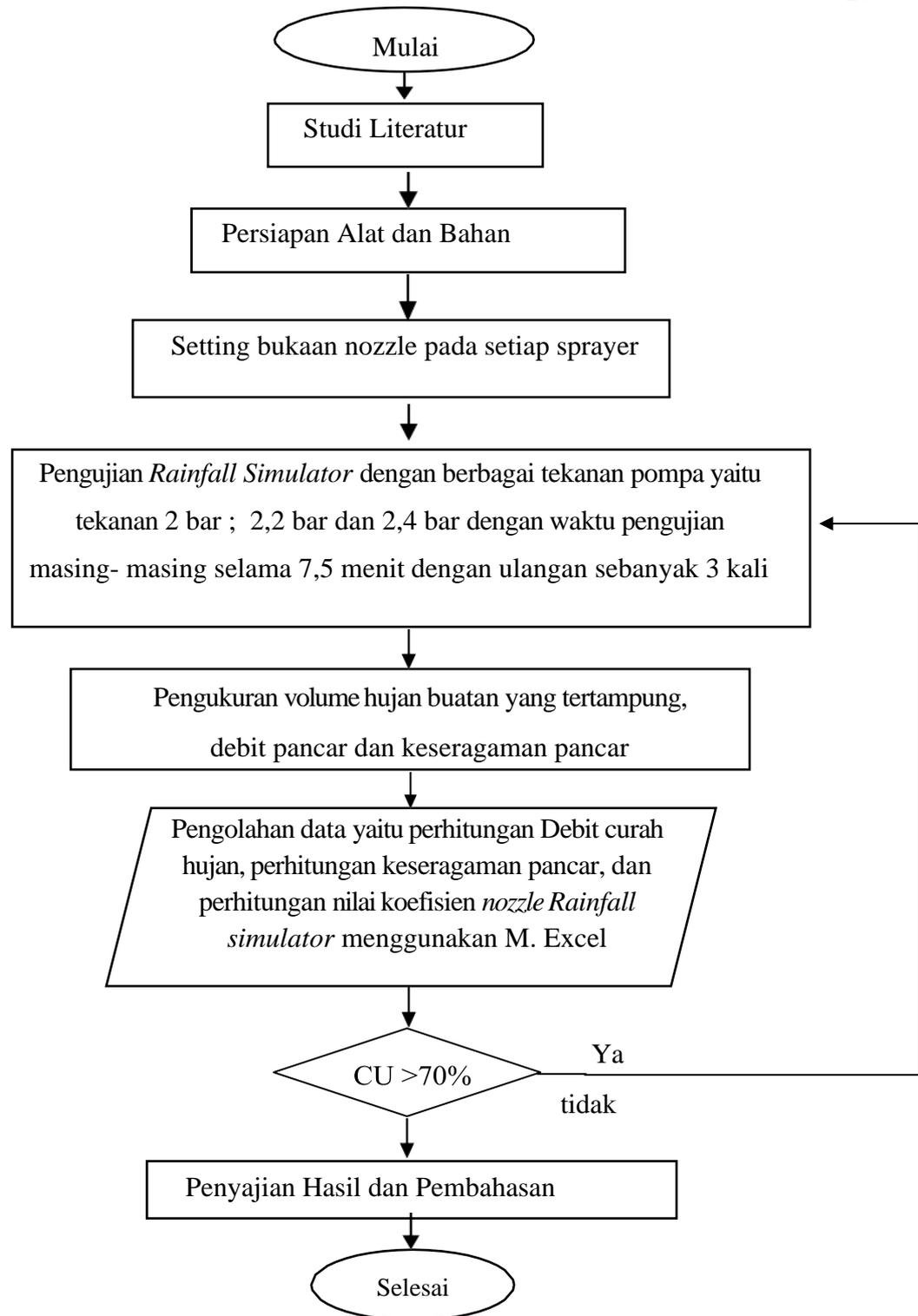
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2022 yang bertempat di Jurusan Teknik Pertanian. Pembuatan alat rainfall simulator di buat di Laboratorium Daya, Alat dan Mesin Pertanian. Kemudian pada pengolahan data dilakukan di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (RSDAL), Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Rainfall Simulator*, Selang bening ukuran kecil, selang bening ukuran sedang, gelas ukur 500 ml, penggaris, *stopwacth*, *pressure gauge* ukuran maks 4 bar, dan 2 buah pompa air dengan spesifikasi pompa yang digunakan yaitu output 125 watt, input 300 watt, daya hisap maks 9 meter, total *head* maks 30 meter, dan kapasitas maks 31 Liter/menit. Adapun bahan yang digunakan adalah air dengan kapasitas volume 25 liter.

#### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan 7 tahapan utama yaitu studi literatur kemudian persiapan alat dan bahan, lalu dilanjutkan dengan *setting* bukaan nozzle pada setiap sprayer, selanjutnya dilakukan pengujian alat *rainfall simulator*, dilanjutkan ke pengukuran volume hujan buatan tertampung, pengolahan data, dan terakhir dilakukan penyajian data dan pembahasan. Tahapan penelitian disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Penelitian

Adapun penjelasan tahapan penelitian ini sebagai berikut.

### 1. Studi Literatur

Tahap awal yang dilakukan yaitu dengan melakukan studi literatur yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu mengenai uji debit dan keseragaman pancar *Rainfall Simulator*.

### 2. Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap ini dilakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian. Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu *Rainfall Simulator*, Selang bening ukuran kecil sepanjang 55 meter, selang bening ukuran sedang sepanjang 7 meter, gelas ukur 500ml sebanyak 25 buah, penggaris, *stopwatch*, *pressure gauge*, dan 2 buah pompa air. Spesifikasi pompa air yang digunakan yaitu output 125 watt, input 300 watt, daya hisap maks 9 meter, total head maks 30 meter dengan kapasitas maks 31 Liter/menit.



Gambar 4. Spesifikasi Pompa

### 3. Setting Bukaan *Nozzle*

Sebelum alat *Rainfall Simulator* dijalankan maka terlebih dahulu dilakukan setting bukaan *nozzle* supaya debit pancar hujan sesuai dengan yang diharapkan. Setelah bukaan *nozzle* diatur, lalu jalankan alat *Rainfall Simulator* yang selanjutnya akan dilakukan pengujian.

#### 4. Pengujian Alat *Rainfall Simulator*

Alat *Rainfall Simulator* ini dilakukan pengujian untuk mendapatkan debit hujan buatan, keseragaman pancar air yang dihasilkan, koefisien *nozzle*. Jumlah Sprayer yang digunakan sebanyak 25 buah, setiap sprayer dihubungkan dengan gelas ukur yang berada di bawah masing- masing sprayer menggunakan selang kecil sepanjang 2,15 meter. Selanjutnya dilakukan penampungan curah hujan buatan yang dihasilkan menggunakan gelas ukur tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan variasi tekanan pompa yaitu 2 bar ; 2,2 bar dan 2,4 bar yang dilakukan selama 7,5 menit untuk masing-masing tekanan pompa. Pengaturan tekanan pompa menggunakan Stopkran (*valve*). Masing-masing pengujian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

#### 5. Pengukuran Volume Hujan Buatan yang dihasilkan

Hujan buatan yang dihasilkan oleh *Rainfall Simulator* ditampung dalam gelas ukur berbentuk balok yang telah ditetapkan ukuran atau dimensi setiap sisi dalam balok atau gelas, selanjutnya dilakukan pengukuran volume hujan yang dihasilkan dengan menggunakan persamaan 5.

$$V = P \times L \times T \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

V = Volume gelas ukur (cm<sup>3</sup>)

P = Panjang gelas ukur (cm)

L = Lebar gelas ukur (cm)

T = Tinggi air hujan yang tertampung (cm)

#### 6. Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan tahap untuk mendapatkan nilai debit hujan buatan yang dihasilkan, keseragaman pancar dan koefisien *nozzle Rainfall simulator* yang dihasilkan oleh *Rainfall Simulator* pada berbagai tekanan pompa. Pengolahan data dilakukan dengan penggunaan *microsoft excel*.

Untuk mendapatkan debit hujan buatan yang dihasilkan *Rainfall Simulator* dapat menggunakan persamaan 1

Selanjutnya Keseragaman pancar dicirikan oleh koefisien keseragaman Christiansen (CU) menggunakan persamaan 2.

Untuk mendapatkan nilai konstanta dari *nozzle* menggunakan persamaan 3.

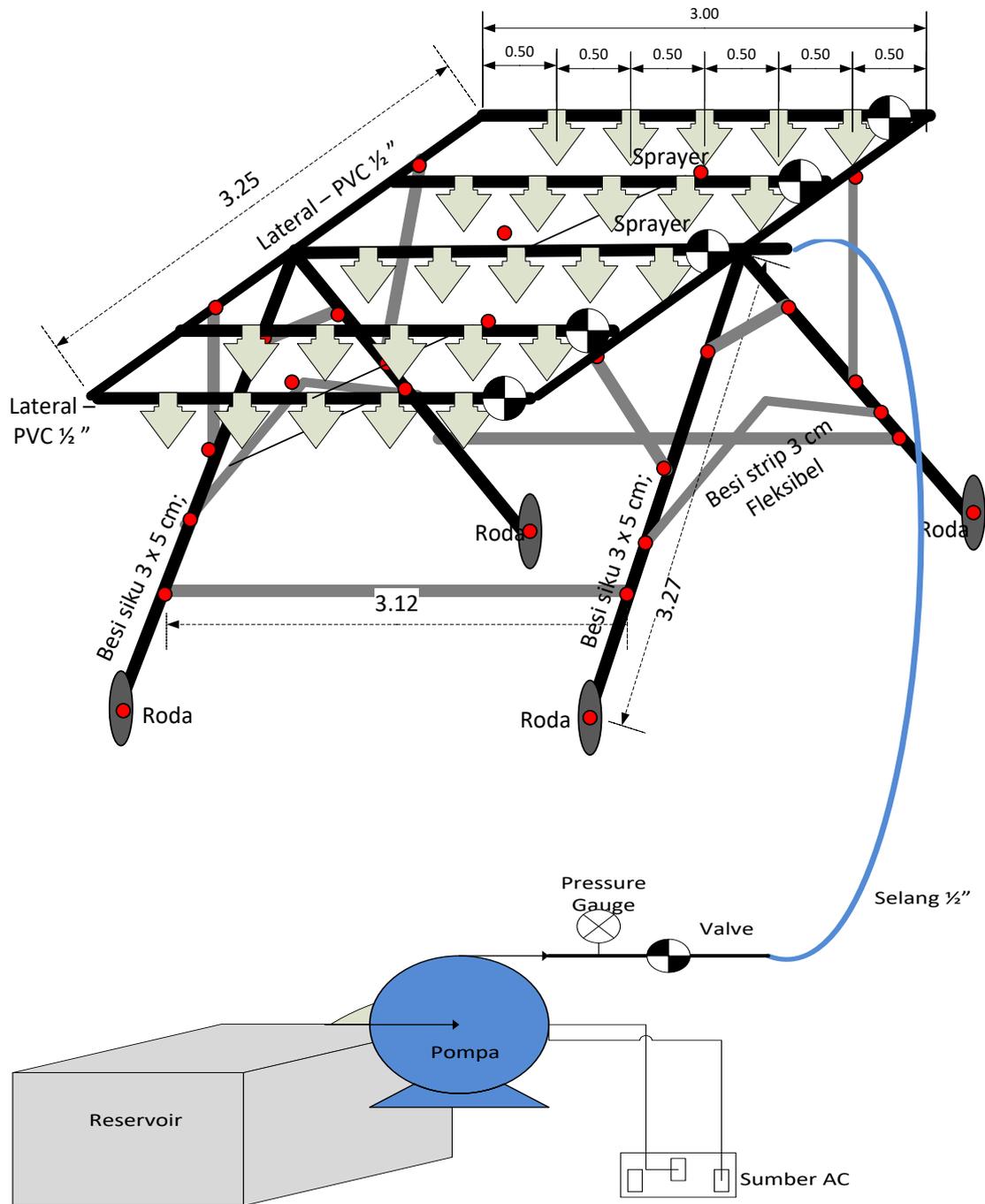
## 7. Penyajian Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan semua tahapan, selanjutnya yaitu dilakukan penyajian hasil dan membuat pembahasan tentang semua data dan informasi yang didapatkan di penelitian. Hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

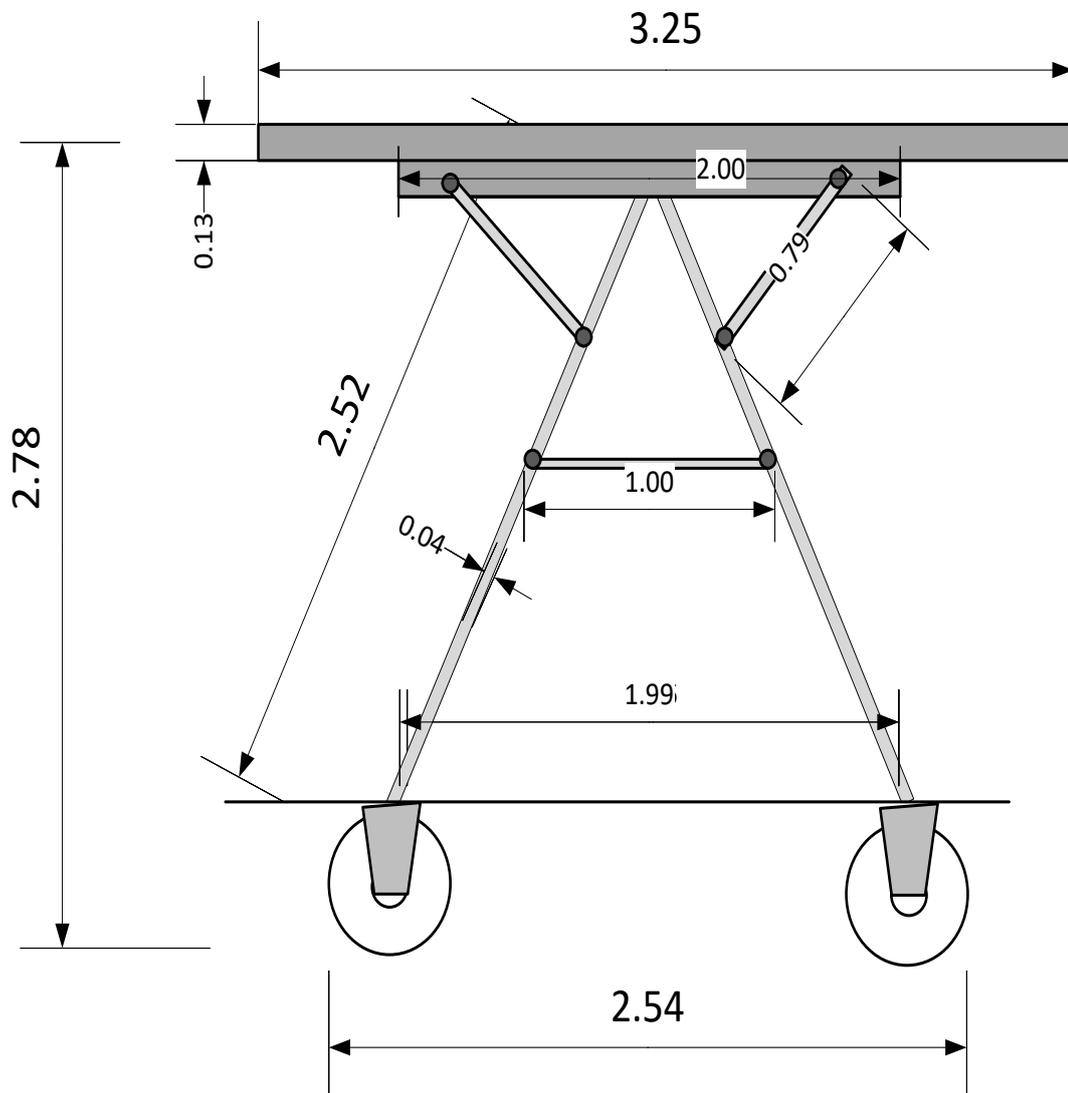
### 3.4. Desain Simulator Curah Hujan

Simulator yang dibangun adalah sistem penyiram terus menerus dengan air bertekanan. Desain alat simulator memiliki ukuran 3m x 3,25m x 2,78m. Alat simulator hujan ini dibuat agar dapat dibongkar pasang guna memudahkan saat dibawa. Pada setiap kaki rainfall simulator diberi roda agar mudah saat dipindahkan. Penopang struktur berada di atas dasar empat tiang besi (profil 3 x 3 cm) yang terletak diatas tanah. Jarak sprinkler dari tanah adalah 2,78 m. Kemudian pada penelitian ini digunakan pompa ganda dengan spesifikasi masing-masing pompa, pipa dorong 1 inci (25 mm), daya motor 125 watt, pipa hisap 1 inci (25 mm) kapasitas 35 liter/menit. Pipa yang digunakan adalah polivinil klorida (PVC) dengan diameter 32 mm dan sistem sprinkler terdiri dari 25 unit *nozzle* semprotan sprinkler atomisasi terletak pada garis lurus dengan jarak 0,5 m antara sprinkler, dihubungkan oleh pipa PVC, terminal, dan 1 buah manometer yang terletak setelah stopkran pada pompa yang digunakan untuk mengontrol tekanan kerja Pasokan dan pembuangan terdiri dari siku untuk menghubungkan selang pasokan air ke sistem sprinkler, dua katup pemutus yang menutup dengan cepat, satu membuka atau menutup aliran air ke sprinkler dan yang lain memungkinkan.

Dengan adanya *discharge valve, cut off time* air dalam sprinkler dapat dipersingkat, waktu yang akan lebih besar jika pompa langsung diputus. Alat kelengkapan pipa memfasilitasi posisi vertikal alat penyiram.



Gambar 5. Desain Simulator Hujan Tampak Depan



Gambar 6. Desain Simulator Hujan Tampak Samping

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada simulator hujan ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai keseragaman debit pancar terbaik terdapat pada tekanan 2,4 Bar dengan nilai CU sebesar 89,55%. Alat rainfall simulator menunjukkan kinerja yang baik dengan nilai CU lebih dari 70%.
2. Nilai konstanta dari tipe *nozzle adjustable* ukuran 0,5 mm adalah sebesar 98,67.
3. Hubungan antara tekanan dan debit air serta hubungan tekanan dan koefisien keseragaman pancar adalah linear. Tekanan yang berbeda sangat berpengaruh pada debit air dan koefisien keseragaman. Semakin tinggi tekanan air yang diberikan maka semakin tinggi nilai debit air dan koefisien keseragaman yang dihasilkan.

### 5.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian lanjutan adalah melakukan pengujian lebih lanjut alat *rainfall* simulator dengan tekanan lebih besar dari 2,4 Bar. menggunakan spesifikasi pompa yang berbeda serta melakukan uji keseragaman pancar dan intensitas hujan pada berbagai tekanan pompa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Taufik 2013. Evaluasi Kinerja Sistem Distribusi Air pada Pdam Tirta Pakuan di Perumahan Griya Melati Bogor, Jawa Barat.[*Skripsi*]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Arham. 2017. Pengaruh Hubungan Intensitas Curah Hujan dan Kemiringan Lahan Terhadap Laju Erosi. Tugas Akhir. [*Skripsi*] Universitas Hassanudin. Sulawesi Selatan.
- Arnaez, J., T. Lasanta, P. Ruiz-Flafio, and L. Ortigosa. 2007. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean vineyards. *Soil Tillage Res.* 93:324-334.
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air Edisi Baru*. IPB Press. Bogor.
- Blanquies, J. Scharff, M., Hallock, B. 2003. The Design and Construction Of A Rainfall Simulator. *Journal International Erosion Control Association (IECA)*. California. Polytechnic State University, San Luis Obispo.
- Chowdhury, Md. Enayet., Islam, Md. A., Islam, M.S., and Tahsina Alam 2017. Design, Operation and Performance Evaluation of a Portable Perforated Steel Tray Rainfall Simulator. *Proceedings of 14th Global Engineering and Technology Conference BIAM Foundation* : 978-1-925488-60-9
- Christianto, D. 2014. Uji Tingkat Erosi Tanah Menggunakan Rainfall Simulator dengan Variasi Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng, Jember : [*Skripsi*] Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Christiansen JE. 1941. *The uniformity of application of water by sprinkler system*. *Agricultural Engineering* 22: 89±92.
- Erpul, G., L.D. Norton, and D. Gabriels. 2002. Raindrop- induced and wind-driven soil particle transport. *Catena* 47:227-243.
- Esteves, Michel. 1999. *The Emire Large Rainfall Simulator: Design And Field Testing*. Grenoble Cedex 9, France.
- Frasier, G. W., M.A. Weltz, and L. Weltz.1997. *Rainfall Simulator Run Off Hydrograph Analysis*. U.S.Department of Agricultural Rearch Service, Fort Collin.

- Freddie R. Lamm, Danny H. Rogers and William E. Spurgeon, 2003. *Design and Management Considerations for Subsurface Drip Irrigation Systems*. KSU Northwest Research Extension Center, 105 Experiment Farm Road, Colby, Kansas 67701.
- Hamed, Y., J. Albergel, Y. Pepin, J. Asseline, S. Nasri, dan P. Zante. 2002. Comparison between rainfall simulator erosion and observed reservoir sedimentation in an erosion-sensitive semiarid catchment. *CATENA* 50:1-16.
- Hartini, E. 2017. *Modul Hidrologi dan Hidrolika Terapan*. Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.
- Kartasapoetra, G., Kartasapoetra, A.G. dan G Sutedjo. 1987. *edisi kedua : Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Rineka Cipta. Jakarta
- Keller, J., and R.D. Bliesner. 1990. *Sprinkler and Trickle Irrigation*. New York. AVI Book.
- Loch, R. J. 2009. A Multi-Purpose Rainfall Simulator For Field Infiltration And Erosion Studies. *Aus t. J. Soil Res.* 39. 599-610.
- Mahmudi, 2006. *Buku Bahan Ajar Pompa Dan Kompresor*. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- Mawardi, M. 2012. *Rekayasa Konservasi Tanah dan Air*. Bursa Ilmu. Yogyakarta.
- Mechram, S., P. Satriyo., E. Mutia. 2010. Pengaruh Jumlah Emitter Terhadap Debit Emitter dan Koefisien Keseragaman Irigasi Tetes Sistem Gravitasi. *Jurnal Ilmiah dan Penerapan Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam*. Banda Aceh.
- Meike C. Kusaly . Uji Unjuk Kerja Alat Irigasi Sprinkler Tipe Gun Rain Dn-50 Di Desa Tontalet Kecamatan Kema Kabupaten Minahasa Utara. [*Skripsi*]. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Merriam, J.L. 1980. Evaluation Irrigation System and Practice. Irrigation Prctice. *Journal Polytecnic State University*. San Luis Obispo, California.
- Meyer, L.D. and D.L. Mc Cune. 1958. Rainfall Simulator for Runoff Plots. *Agricultural Engineering*: 10.644648
- Meyer, L.D. and W.C. Harmon. 1979. Multiple-intensity rainfall simulator for erosion research on row sideslopes. *Journal Transcation of The American Society of Agricultural Engineers* 22:100-103
- Mijaya, Soni. 2014. Modifikasi Rancang Bangun Simulator Hujan Agar Diperoleh Distribusi Curah Hujan Seragam dan Intensitas Hujan Tertentu. Jurusan

Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada [Skripsi]. Yogyakarta.

- Nanda, Abdul Rakhim. 2019. Analysis of the Effect of Rain Frequency on Permeability and Pondong Time on Type Soil Common Soil (Laboratory Testing Study With Rainfall Simulator). *Journal Universitas Muhammadiyah*. Makassar, Indonesia
- Moore, I.D, M.C. HIRCHI, and B.J. Barfield. 1983. *Kentacy Rainfall Simulator. Transaction of The ASAE*. 83:1085-1089.
- Putranto, Nofaldi. 2017. Klasifikasi Data Curah Hujan Menggunakan Regresi Logistik dengan Teknik Lasso, Stepwise Dan Analisis Komponen Utama. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Rahadi, B. Soemarno., Masrevaniah, A., dan Priyono. 2008. Kalibrasi dan Evaluasi Kinerja Rainfall Simulator. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9 (3) 190-198.
- Rao, A.S. 1986. Interception Loss of Rainfall From Cashew Trees. *Journal of Hydrology*, 90:293-301.
- Ricks, Matthew D. Matthew A. Horne and Michael A. Perez Brian Faulkner1, Wesley C. Zech2019. Design of a Pressurized Rainfall Simulator for Evaluating Performance of Erosion Control Practices. *Article Department of Civil Engineering*. Auburn University, Auburn.
- Siswanti, Khrisna Yuli. 2011. Model Fungsi Transfer Multivariat dan Aplikasinya Untuk Meramalkan Curah Hujan Di Kota Yogyakarta [Skripsi] Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Tusi, A dan L. Budianto. 2016. Rancangan Irigasi Sprinkler Portable Tanaman Pakchoy. *Journal Teknik Pertanian*. Universitas Lampung. Lampung.
- Wischmeier, W.H., dan D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses -A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook N° 537. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., USA.
- WMO, *Guide to meteorological instruments and methods of observation*, 7th ed., 8. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2008. <https://public.wmo.int/en>. (diakses pada Hari Selasa, 25 Januari 2022. Pukul 20.00 WIB)
- Yanto, Hendri., Tusi, A., Triono, S. 2014. Aplikasi Sistem Irigasi Tetes pada Tanaman Kembang Kol (*Brassica Oleracea Var. Botrytis L. Subvar.*

*Cauliflora Dc*) dalam Greenhouse. [Skripsi] Universitas Lampung.  
Lampung.