

NASKAH SEMINAR

PEMODELAN HUJAN SKALA LABORATORIUM MENGGUNAKAN ALATSIMULATORHUJAN UNTUK MENGUKUR DIAMETER BUTIRAN HUJAN

Iik Maulana¹, Nursetiawan², Puji Harsanto³

ABSTRAK

Hujan adalah salah satu fenomena alam yang berada dalam siklus hidrologi dan berpengaruh terhadap iklim. Keberadaan hujan sangat penting dalam kehidupan karena hujan dapat mencukupi kebutuhan air yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Tanpa adanya hujan makhluk hidup akan kesulitan memperoleh sumber air. Untuk menghitung diameter butiran hujan, intensitas hujan, infiltrasi dan limpasan permukaan serta energi kinetik diperlukan alat yang bisa mensimulasikan terjadinya hujan berupa alat simulasi hujan. Simulator hujan dapat digunakan untuk penelitian yang berkaitan dengan gejala alam secara *repeatability*. Kegunaan utama dari *rainfall simulator* adalah untuk mensimulasikan curah hujan alami dengan akurat dan tepat.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat simulator hujan skala laboratorium dan mengetahui distribusi diameter butiran hujan yang dihasilkan dari simulator hujan, untuk berbagai jumlah *nozzle*. Pada Tugas Akhir ini metode yang digunakan untuk mengukur diameter butiran hujan adalah metode tepung, dilakukan 6 kali pengujian dengan variasi jarak *nozzle* terhadap wadah uji, jumlah *nozzle* (1, 3 dan 5 buah), perbedaan tekanan (10 *psi*, 15 *psi* dan 20 *psi*).

Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh sebuah alat simulator hujan dengan spesifikasi, dimensi rangka dengan panjang 300 cm, lebar 300 cm, dan tinggi 400 cm. Sistem distribusi air menggunakan pompa air dengan total *head* 33 m, menggunakan 5 buah *nozzle*. Pengujian di Elevasi 0 cm dengan variasi jumlah *nozzle* 1, 3 dan 5 buah, pada tekanan berturut-turut 20, 15 dan 10 *psi* diperoleh ukuran bervariasi yaitu antara 0,05 -4,00 mm Sedangkan pada pengujian di Elevasi 125 cm dengan variasi jumlah *nozzle* 1, 3 dan 5 buah, pada tekanan berturut-turut 20, 15 dan 10 *psi* diperoleh ukuran bervariasi yaitu antara 0,46 - 3,10 mm. Berdasarkan pengujian di elevasi 125 cm ukuran diameter butiran hujan mengalami penurunan dan kenaikan hal ini disebabkan oleh semburan *nozzle* yang tidak stabil. Dan bisa disimpulkan bahwa *nozzle* yang digunakan kurang layak.

Kata kunci : simulator hujan, nozzle, diameter butiran hujan.

¹ 20120110207 Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

² Dosen Pembimbing 1

³ Dosen Pembimbing 2

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis sehingga mempunyai dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Dengan hal ini Indonesia mempunyai curah hujan yang cukup tinggi, bisa dilihat dengan keberadaan lautan yang cukup luas yang mengindikasikan adanya proses penguapan sehingga mempercepat terjadinya hujan.

Hujan adalah salah satu fenomena alam yang berada dalam siklus hidrologi dan berpengaruh terhadap iklim. Keberadaan hujan sangat penting dalam kehidupan karena hujan dapat mencukupi kebutuhan air yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Tanpa adanya hujan makhluk hidup akan kesulitan memperoleh sumber air.

Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir – butir air dan kristal – kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan. Hujan merupakan sumber dari semua air yang mengalir di sungai dan di dalam tampungan baik di atas maupun di bawah permukaan tanah (Triatmodjo, 2008).

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth*) ini yang dialihragamkan menjadi aliran di sungai baik melalui limpasan permukaan (*surfacerunoff*), aliran antara (*interflow*, *subsurface flow*) atau sebagai aliran air tanah

(*ground water flow*). Menurut Sri Harto, 1993 (dalam Hardiono, 2012).

Untuk menghitung diameter butiran hujan, intensitas hujan, infiltrasi dan limpasan permukaan serta energi kinetik diperlukan alat yang bisa mensimulasikan terjadinya hujan berupa alat simulasi hujan. Simulator hujan dapat digunakan untuk penelitian yang berkaitan dengan gejala alam secara *repeatability*. Menurut Meyer and Cune, 1958 (dalam Hardiono, 2012).

Simulasi hujan adalah menerapkan hujan tiruan yang diinginkan untuk penelitian antara lain : penelitian erosi, infiltrasi, intersepsi, simulator hujan dapat mengendalikan hujan seperti yang diinginkan menurut Thomas et., 1991 (dalam Hardiono, 2012). Simulator hujan adalah alat yang dapat dipergunakan untuk mempelajari parameter hidrologi seperti infiltrasi dan *runoff* dibawah pemakaian hujan yang terkontrol. Menurut Fasier, 1991 (dalam Hardiono, 2012).

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan penelitian :

1. Bagaimana merancang dan membuat simulator hujan skala laboratorium ?
2. Apakah butiran hujan dengan *rainfall simulator* mendekati butiran hujan alami dan termasuk jenis hujan apakah yang terjadi ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini :

1. Merancang dan membuat alat simulator hujan skala laboratorium.

- Mengetahui ukuran diameter butiran hujan yang dihasilkan dari simulator hujan, untuk berbagai jumlah *nozzle*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan bisa memberikan gambaran bagaimana mengukur diameter butiran hujan yang dihasilkan alat simulator hujan dan memberikan informasi tentang kemampuan alat simulator hujan dengan harapan dapat berguna untuk penelitian-penelitian selanjutnya dengan skala laboratorium.

E. Batasan Penelitian

Terdapat beberapa batasan - batasan dalam penelitian ini :

- Data yang digunakan adalah data primer yang diambil dari uji laboratorium.
- Model tangkapan butiran hujan sesuai dengan yang di laboratorium.
- Alat yang digunakan berupa simulator hujan buatan sendiri.
- Tidak menghitung erosi yang terjadi akibat butiran hujan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Hujan

Hujan adalah butir-butir air yang jatuh ke bumi dalam bentuk cair. Butir-butir hujan mempunyai garis tengah 0,08 – 6 mm. Macam hujan yaitu hujan halus, hujan rintik-rintik dan hujan lebat. Perbedaan terutama pada besarnya butir-butir (Choirul, 2013).

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi; yang bisa berupa hujan, hujan salju,

kabut, embun dan hujan es. (Triatmodjo, 2008 : 17). Di daerah tropis, termasuk Indonesia, yang memberikan sumbangan paling besar adalah hujan, sehingga seringkali hujanlah yang dianggap sebagai presipitasi. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya di pengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir-butir air dan kristal – kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan.

Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/minggu, mm/bulan, mm/tahun, dan sebagainya; yang berturut – turut sering disebut hujan jam-jaman, harian, mingguan, bulanan, tahunan, dan sebagainya. (Triatmodjo, 2008 : 20).

B. Simulator Hujan

Ranifall simulator adalah alat untuk mempelajari parameter hidrologi seperti infiltrasi dan *runoff* dibawah pemakaian hujan yang terkontrol, menurut Fasier (dalam Mijaya, 2014). Curah hujan yang kompleks, dengan interaksi antara sifat-sifat (ukuran tetesan, kecepatan tetesan, dll) dan variasi iklim yang begitu besar berdasarkan topografi dan pengaruh laut. Menurut Jaeline Blanquies, Misty Scharff, dan Brent Hallock (dalam Mijaya, 2014) dalam jurnal “*The Design And Construction Of a Ranifall simulator*” baiknya simulasi curah

hujan membutuhkan beberapa kriteria:

1. Ukuran tetesan distribusi mirip dengan curah hujan alami.
2. Dampak kecepatan tetesan mirip curah hujan alami dari kecepatan akhir.
3. Keseragaman intensitas curah hujan dan ukuran tetesan distribusi acak.
4. Aplikasi keseragaman hujan melalui tes seluruh bidang tanah.
5. Dampak sudut vertikal.
6. Dihasilkan pola semburan dengan signifikansi durasi dan intensitas.

Kegunaan utama dari *rainfall simulator* adalah untuk mensimulasikan curah hujan alami dengan akurat dan tepat. Kecepatan tetesan penting dalam merancang sebuah simulator hujan. Tetesan dari curah hujan alami berada pada kecepatan akhir ketika mereka jatuh ke permukaan tanah, menurut Meyer dan Mc Cune (dalam Mijaya, 2014). Oleh karena itu, simulator curah hujan harus membuat tetesan ukuran dan kecepatan tertentu untuk mensimulasikan kondisi yang sama, menandakan 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.

C. Kelebihan dan Kekurangan Simulator Hujan

Penelitian dengan menggunakan alat simulator hujan dimungkinkan

berbagai kondisi dapat dilakukan. Menurut Meyer dan Mech (dalam Hardiono, 2012), kelebihan yang ada dengan menggunakan alat simulator hujan antara lain:

1. Dapat melihat dan menunjukkan besarnya butiran hujan.
2. Dapat diatur besar kecilnya tekanan dan kecepatan hujan.
3. Dapat memberikan data yang cepat dan efisien pada setiap waktu yang diinginkan.
4. Dapat diatur untuk berbagai intensitas dan lama hujan sesuai yang diinginkan.
5. Dapat digunakan untuk berbagai kemiringan lereng.
6. Dapat digunakan untuk berbagai jenis tanah yang diinginkan.

Sedangkan kekurangan yang ada adalah sebagai berikut:

1. Kondisi lingkungan yang terkendali dibandingkan dengan kondisi lapangan seperti: angin, cahaya, temperatur, kelembaban, pengaruh vegetasi, permukaan tanah, yang sulit dikondisikan.
2. Curah hujan yang tidak stabil sedang dengan alat simulator hujan intensitasnya tetap.

3. LANDASAN TEORI

Pengertian dari karakteristik butiran hujan seperti ukuran atau diameter, bentuk, kecepatan jatuh, energi kinetik dan distribusi butiran hujan adalah penting bagi banyak ilmu pengetahuan dan penggunaan di bidang industri. Beberapa contoh yang termasuk dalam penggunaannya seperti *meteorology* (prediksi cuaca), telekomunikasi, *agricultural*, ilmu fisika dan pendeteksi awan. Menurut

Schonhuber dkk, 1994 (dalam Kathiravelu dkk, 2016).

Butiran hujan mempunyai dua jenis yaitu : butir hujan yang kecil, permukaannya hampir menyerupai bola sehingga tegangan permukaannya besar. Sedangkan butir besar berbentuk agak *gepeng* dengan permukaan bawah yang datar sehingga tahanan udara lebih besar dan tegangan permukaannya lemah, akibatnya mudah pecah oleh tekanan udara (Choirul, 2014). Tabel 3.1. menunjukkan jenis hujan berdasarkan ukuran diameter butir, massa, dan kecepatan jatuhnya.

Tabel 3.1. Ukuran, Massa dan Kecepatan Jatuh Butir Hujan.

No	Jenis Hujan	Diameter Bola (mm)	Massa (mg)	Kecepatan Jatuh (m/dtk)
1	Hujan Gerimis	0,15	0,0024	0,5
2	Hujan Halus	0,50	0,065	2,1
3	Hujan Normal Lemah	1	0,52	4,0
4	Hujan Normal Deras	2	4,2	6,5
5	Hujan Sangat Deras	3	14	8,1

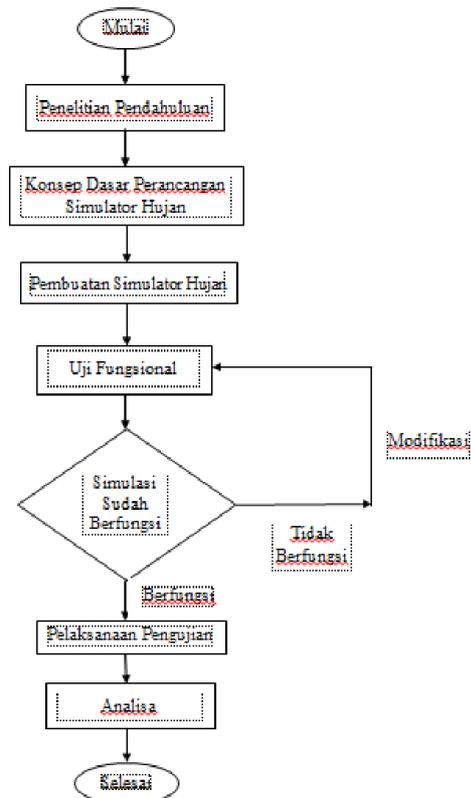
Sumber : Menurut Sosrodarsono, (2003), dalam Musthofa, (2011).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi butir hujan tersebut adalah Gravitasi, Tahanan udara, dan Angin. Gravitasi bekerja secara seragam terhadap semua butir dari berbagai ukuran. Tahanan udara per satuan massa air semakin besar dengan semakin kecilnya butir. Butir makin kecil, makin besar permukaan jenisnya, dimana permukaan jenis merupakan luas permukaan per satuan massa. Laju kecepatan jatuh semakin menurun dengan semakin besarnya butir.

4. METODE PENELITIAN

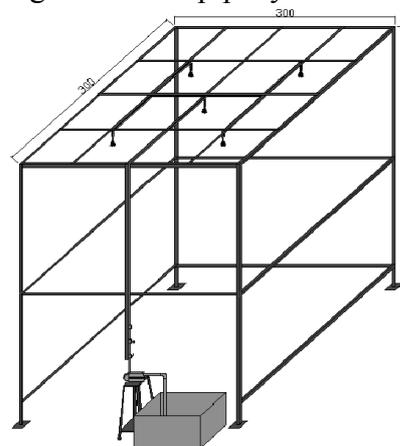
A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dapat digambarkan dengan skema berikut:



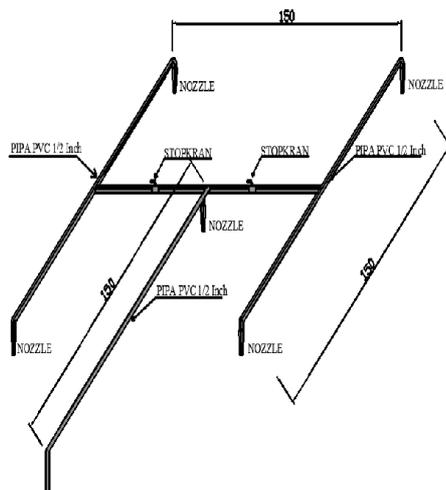
Gambar 4.1. Diagram Alir Pembuatan Alat Simulator Hujan.

Kerangka simulator hujan dibuat menggunakan besi siku berlubang ukuran 3 cm, setiap besi mempunyai panjang 3 m. Pada bagian atas disusun rangka menyilang sesuai dengan instalasi pipanya.



Gambar 4.2. Kerangka Simulator Hujan.

Pipa pada rangkaian *nozzle* menggunakan pipa pvc ukuran $\frac{1}{2}$ inch. Jumlah *nozzle* yang digunakan sebanyak 5 *nozzle* dengan variasi penggunaan bisa dengan 3 *nozzle* dan 1 *nozzle* dengan pengaturan menggunakan stop kran. Area antar ujung *nozzle* berjarak 150 cm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.

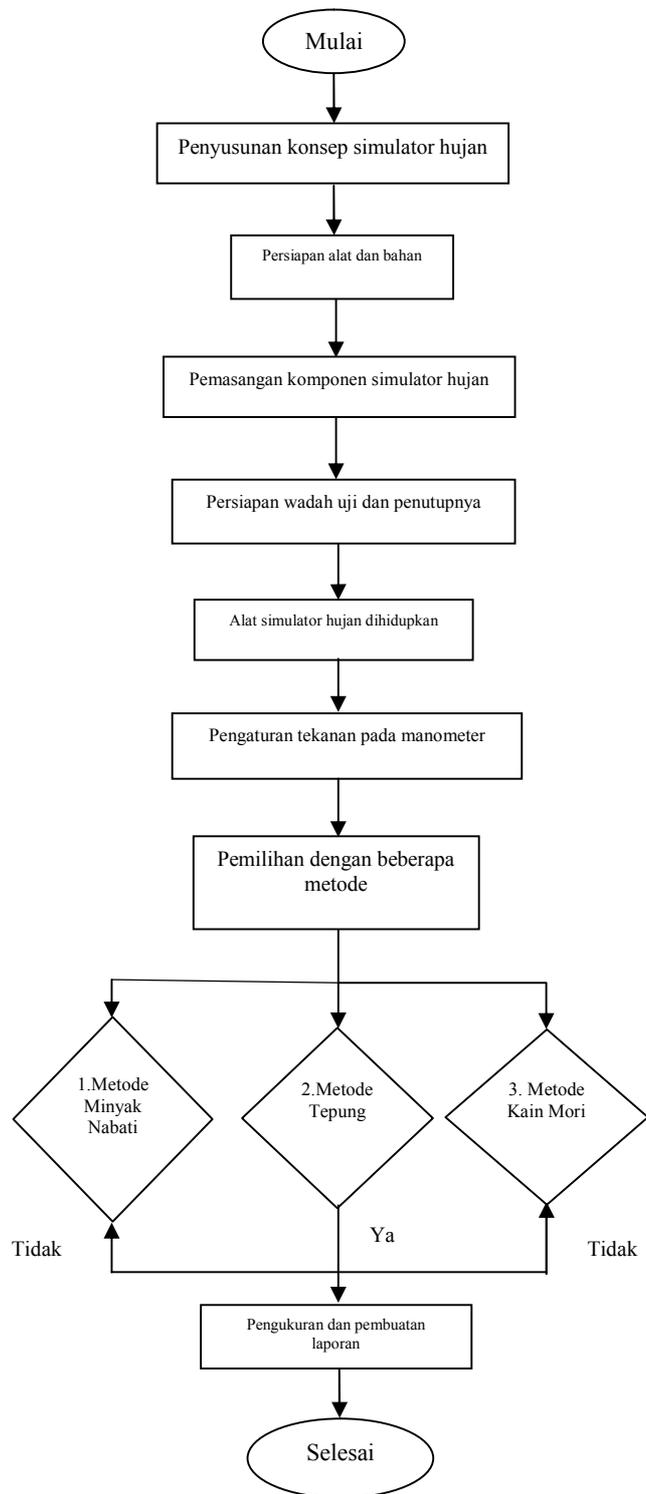


Gambar 4.3. Rangkaian *Nozzle*.

Model simulator hujan dengan spesifikasi, dimensi rangka dengan panjang 300 cm, lebar 300 cm dan tinggi 400 cm. Sistem distribusi air menggunakan pompa air dengan total *head* 33 m, menggunakan 5 buah *nozzle*, dilengkapi dengan manometer dan stop kran.

B. Tahapan Pengujian Diameter Butiran Hujan.

Bagan alir penelitian disajikan untuk mempermudah dalam pelaksanaannya. Adapun bagan alir ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Bagan Alir Penelitian Pengujian Butiran Hujan.

5. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

Pada Gambar 5.1 menunjukkan proses pengukuran diameter butiran hujan.



Gambar 5.1. Proses Pengukuran Diameter Butiran Hujan.

Setelah pengukuran selesai, didapat data diameter butiran hujan seperti pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Contoh Data Pengujian 5 Nozzle di Elevasi 0 cm Berdasarkan Ukuran Butiran.

Diameter Butiran (mm)	Jumlah Butiran
0.00 – 0.50	0
0.51 – 1.00	6
1.01 – 1.50	4
1.51 – 2.00	49
2.01 – 2.50	20
2.51 – 3.00	8
3.01 – 3.50	5
3.51 – 4.00	8
Jumlah Butiran	100
Butiran Terbesar (mm)	4
Butiran Terkecil (mm)	0.60
Butiran Rata-rata (mm)	2.15
Nilai Modus (mm)	2

1. Pengujian diameter butiran hujan pada elevasi 0 cm.

Dari Gambar 5.2. pada Lampiran dapat dilihat perbandingan dari tiga pengujian, perilaku grafik menunjukkan terjadi peningkatan. Hal ini menunjukkan semakin besar tekanan pada manometer maka semakin kecil butiran hujan yang dihasilkan.

2. Pengujian diameter butiran hujan pada elevasi 125 cm.

Dari Gambar 5.3. pada Lampiran dapat dilihat perbandingan dari tiga pengujian, perilaku grafik menunjukkan terjadi penurunan pada pengujian 3 nozzle dan mengalami kenaikan kembali pada pengujian 5 nozzle. Hal ini menunjukkan kurang stabilnya semburan dari nozzle karena dari hasil pengamatan sebelumnya, seharusnya semakin besar tekanan pada manometer maka semakin kecil butiran hujan yang dihasilkan.

B. Kegunaan Mengukur Diameter Butiran Hujan.

Kegunaan mengetahui diameter butiran hujan adalah ketika tetesan air hujan bertumbukan dengan permukaan tanah, maka energi kinetik air hujan berubah menjadi energi penghancur agregat tanah sehingga diameter butiran hujan dapat mengakibatkan erosi tanah dan sedimentasi pada sungai. Semakin besar diameter butiran hujan maka semakin besar energi kinetiknya dan semakin besar pula tingkat erosi serta endapan atau sedimen tersebut.

Ellinson (1944) telah mengembangkan suatu cara dengan *Splash Cup* dengan formula empiris sebagai berikut:

$$S = \alpha V^{4.33} D^{4.07} I^{0.65}$$

Keterangan:

S = Jumlah Percikan Tanah (*Spalash Erotion*) Dan *Splash Cup* dalam Gram Selama Kejadian Hujan dan Setara Dengan Besarnya Energi Kinetik Hujan.

V = Kecepatan Tetesan Hujan Dalam Inchi Per Jam.

α = Konstansa yang Tergantung dari Jenis Media yang Digunakan.

D = Diameter Hujan (mm).

I = Rata-rata Hujan (inci / jam)

Sehingga semakin besar diameter butiran hujan maka berbanding lurus dengan energi kinetik dan erosi yang terjadi.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan dapat diambil kesimpulan:

1. Bahwa telah diperoleh sebuah alat simulator hujan dengan spesifikasi, dimensi rangka dengan panjang 300 cm, lebar 300 cm dan tinggi 400 cm. Sistem distribusi air menggunakan pompa air dengan total *head* 33 m, menggunakan 5 buah *nozzle*.
2. Nilai ukuran diameter butiran hujan dengan berbagai jumlah *nozzle* :
 - a) Pengujian di Elevasi 0 cm dengan variasi jumlah *nozzle* 1, 3 dan 5 buah, pada tekanan berturut-turut 20, 15 dan 10

psi diperoleh ukuran bervariasi yaitu antara 0,05 - 4,00 mm Sedangkan pada pengujian di Elevasi 125 cm dengan variasi jumlah *nozzle* 1, 3 dan 5 buah, pada tekanan berturut-turut 20, 15 dan 10 *psi* diperoleh ukuran bervariasi yaitu antara 0,46 - 3,10 mm.

- b) Semakin besar tekanan pada manometer maka semakin kecil diameter butiran hujan yang dihasilkan begitu sebaliknya.
- c) Berdasarkan pengujian di elevasi 125 cm ukuran diameter butiran hujan mengalami penurunan dan kenaikan hal ini disebabkan oleh semburan *nozzle* yang tidak stabil. Dan bisa disimpulkan bahwa *nozzle* yang digunakan kurang layak.

B. Saran

Ada beberapa saran terkait dengan hasil penelitian yang telah dilaksanakan sehingga penelitian tersebut benar-benar dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai *nozzle* yang digunakan agar mendapatkan semburan yang stabil.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode yang digunakan agar mendapatkan

ketelitian ukuran diameter butiran hujan yang tepat.

3. Perlu penelitian lebih lanjut pengaruh variasi tekanan pada manometer sehingga dapat menghasilkan data yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Billah, Sanny Atqo. 2014. *Pengaruh Faktor Topografi Terhadap Besaran Nilai Koefisien Aliran*. Jurusan Pendidikan Teknik Sipil. Fakultas Pendidikan Teknik Sipil. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Cahyono, Sigit Dwi. 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. Tidak dipublikasikan. Yogyakarta.
- Chandra,dkk.2015. *Perbandingan Karakteristik Distribusi Ukuran Butiran Hujan Di Padang Dan Di Kototabang*. Jurusan Fisika. Universitas Andalas, RISH Universitas Kyoto, Jepang, UNAND, Sumatera Barat.
- Choirul, Rizal. 2013. *Analisis Butir Hujan*. <https://rizalchoir.wordpress.com/2013/04/30/analisis-butir-hujan/>. (Tanggal akses 11 April 2016 pukul 15:53 WIB).
- Capella, Andrea De. 2012. *Jenis-jenis Hujan*. Tersedia di: <http://andreadecapella10.blogspot.co.id/>, (Tanggal akses 9 maret 2016 pukul 21:38 WIB).
- Fajri, Moch. Nur. 2014. *Klasifikasi Distribusi Butiran Hujan Menggunakan Alat Rainfall Simulator*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Jember. Jawa Timur.
- Fatta, Himam A'bid. 2014. *Pengukuran Energi Kinetik Hujan Dengan Metode Splash Cups*. Tersedia Di <http://himamdjabied.blogspot.co.id/2014/07/pengukuran-energi-kinetikhujandengan.html>, (Tanggal akses 2 Mei 2016 pukul 07:51 WIB)
- Hardiono, Dinno. 2012. *Rancangan Bangun Simutaor Hujan Guna Mendukung Uji Early Warning System Untuk Simulasi Longsoran pada Lahan Pertanian*. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian, UGM, Yogyakarta.
- <https://www.google.com/search?q=s+topkran&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKewj7mvCorNLMAhVFuo4KHcSNBeUQsAQIHw&biw=1366&bih=634>.(Tanggal akses 11 April 2016 pukul 16:29 WIB).

[Http://www.shimizu.co.id/](http://www.shimizu.co.id/). (Tanggal

akses 11 April 2016 pukul
17:10 WIB).

Kathiravelu, dkk. 2016. *Rain Drop Measurement Techniques: A Review*. Stormwater Research Group, School of Science and Engineering. University of the Sunshine Coast. Queensland. Australia.

Mazon, J., & Vinas, M. 2013. *A Low-cost Experiment for Determining Raindrop Size Distribution*. Applied Physics Department, Technical University of Catalonia. Barcelona. Spain.

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. Tidak dipublikasikan. Yogyakarta.

Musthofa. 2011. *Bahan Ajar Meteorologi Klimatologi*. https://www.academia.edu/4886710/Bahan_Ajar_Meteorologi_Klimatologi. (Tanggal akses 14 April 2016 pukul 16:40 WIB).

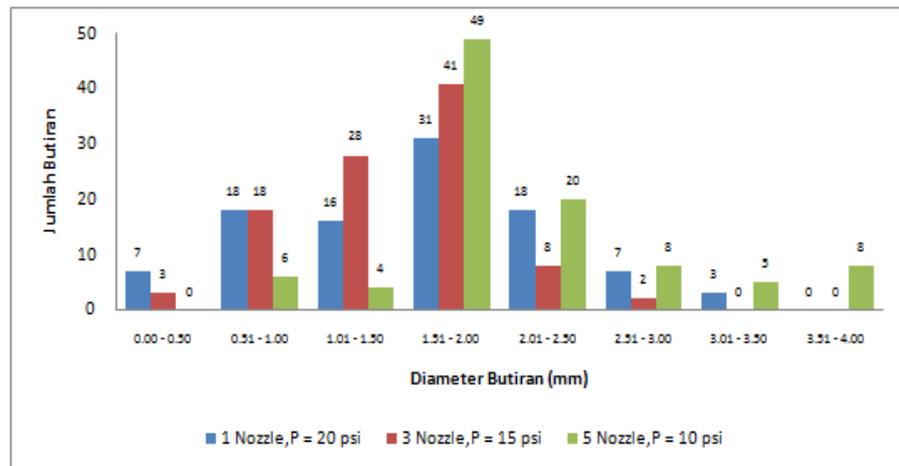
Panut. 2009. *Jenis-jenis Nozzle*, Tersedia di: <http://www.pabriksprayer.com/tipe-tipe-nozzle-untuk-knapsack-sprayer.html>, (Tanggal akses 6 maret 2016 pukul 16:54 WIB).

Rahadi dkk. 2008. *Kalibrasi dan Evaluasi Kinerja Rainfall Simulator*. Jurnal Teknologi Pertanian, Vol. 9, No. 3, 190-198.

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta

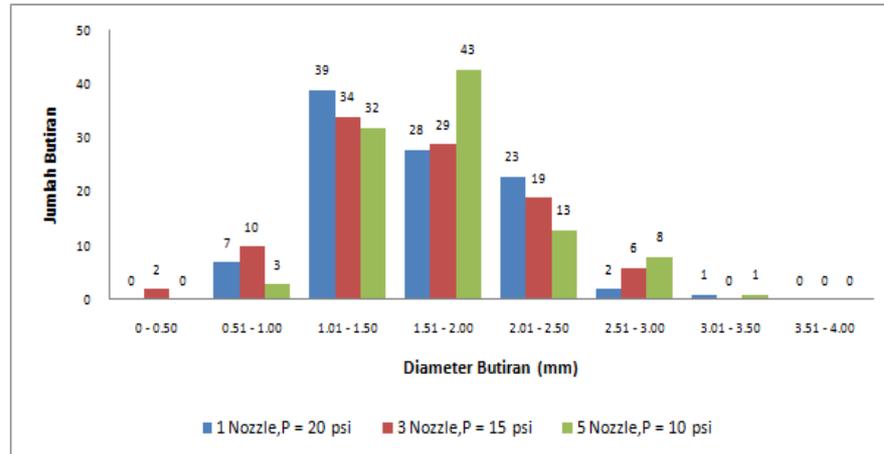
LAMPIRAN

1. Pengujian diameter butiran hujan pada elevasi 0 cm.



Gambar 5.2. Grafik Perbandingan Butiran Hujan Menggunakan 1, 3 dan 5 Nozzle di Elevasi 0 cm.

2. Pengujian diameter butiran hujan pada elevasi 125 cm.



Gambar 5.3. Grafik Perbandingan Butiran Hujan Menggunakan 1, 3 dan 5 Nozzle di Elevasi 125 cm.