

KAJIAN DEBIT ALIRAN SISTEM HIDROPONIK OVERFLOW BERDASARKAN ANALISA ANNOVA

Joko Yuniarto Prihatin^{1*}, Slamet Pambudi², Heri Kustanto³, Yayang Alwinanda⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta, Indonesia

*Email: jokoyop.atw@gmail.com

ABSTRAK

Hidroponik dewasa ini sudah banyak dikenal karena efisiensi dalam pelestarian lingkungan. Kualitas hasil tanaman hidroponik dipengaruhi oleh kecermatan dalam mengatur nutrisi dan debit alirannya. Permasalahan utama adalah ketersediaan lahan tetapi kurangnya pemahaman bercocok tanam dan perawatan hidroponik. Kebanyakan masyarakat sibuk dengan kegiatan rutinitasnya dan menganggap kurangnya waktu dan tenaga dalam pengelolaan berhidroponik tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas debit aliran nutrisi. Selain itu juga untuk mengetahui nilai persentase kontribusi tiap faktor tertinggi yang berpengaruh terhadap kualitas debit aliran nutrisi. Metode yang diterapkan adalah menentukan komposisi debit aliran terbaik dari komposisi 4 faktor pada 3 level pada tinggi pipa out pompa (cm), diameter pipa out pompa (inci), jumlah pot (pcs), diameter pipa wadah pot (inci) berdasarkan pengujian L9 *orthogonal array taguchi* dan analisis *Annova*. Hasil yang dicapai adalah faktor A tinggi pipa out pompa (cm) dan B diameter pipa out pompa (inci) yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas debit aliran nutrisi. Dan nilai persentase kontribusi tiap faktor tertinggi yang berpengaruh terhadap kualitas debit aliran adalah tinggi pipa out pompa (cm) senilai 0.435%

Kata kunci: debit aliran, hidroponik, nutrisi.

ABSTRACT

Hydroponics today has been widely known for its efficiency in environmental conservation. The quality of hydroponic crop yields is influenced by accuracy in regulating nutrients and flow rates. The main problem is land availability but lack of understanding of farming and hydroponic care. Most people are busy with their routine activities and consider a lack of time and energy in managing this hydroponic. Aims this riset is to determine kinds of factors have a significant effect on the flow rate of nutrients quality. In addition, to finding the percentage value the quality of the nutrients flow rate that highest contribution from each factor. The method applied is to finding the best flow rate composition from the 4 factors at 3 levels at the pump out pipe height (cm), the pump out pipe diameter (inches), the number of pots (pcs), the diameter of the pot container pipe (inches) based on orthogonal L9 testing the taguchi array and Annova analysis. The results achieved are factor A, pump out pipe height (cm) and B pump out pipe diameter (inches) which have quality of the nutrients flow rate are significant effect. And quality of the flow rate is the pump out pipe height (cm) at percentage value of the high contribution from affects each factor more are 0.435%.

Keywords : flow rate, hydroponic, nutrients.

1. PENDAHULUAN

Sistem bercocok tanam hidroponik pada awalnya dikenalkan oleh William Frederick Gerike dari Univeritas California di Berkeley. Pola tanam tersebut mulai mempromosikan secara terbuka tentang *Solution Culture* yang digunakan untuk menghasilkan tanaman pertanian. Pada tahun 1937 telah diciptakan istilah hidroponik yang terdiri dari hidro (air) dan ponos (kerja). Pola tanam hidroponik tersebut selanjutnya

didefinisikan secara ilmiah sebagai suatu cara budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, akan tetapi menggunakan media *inert* dari *gravel*, pasir, *peat*, vermikulit, *pumice* atau *sawdus* yang diberikan larutan hara yang mengandung semua elemen esensial yang diperlukan pertumbuhan dan perkembangan normal tanaman [1].

Permasalahan utama adalah ketersediaan lahan tetapi kurangnya pemahaman bercocok tanam dan perawatan hidroponik. Kebanyakan masyarakat sibuk dengan kegiatan rutinitasnya dan menganggap kurangnya waktu dan tenaga dalam pengelolaan berhidroponik tersebut.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka sudut pengamatan utama penelitian ini adalah pada performa hidroponik yang efektif dan efisien. Yaitu dengan menerapkan penentuan beberapa faktor yang mampu memiliki pengaruh terhadap kualitas hasil panen. Diantaranya adalah faktor diameter dan ketinggian pipa out pompa, diameter pipaudukan netpot serta jumlah netpot yang mempunyai 3 jenis tingkatan yang berbeda. Pada penelitian ini dipergunakan analisa hasil debit aliran yang masuk ke bak penampung air yang mampu menunjukkan frekuensi berkurangnya kualitas larutan haranya.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka pada penelitian ini bertitik berat pada rumusan permasalahan dengan bertujuan utama diantaranya adalah :

1. Untuk menentukan faktor apa yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas debit aliran.
2. Untuk mengetahui nilai persentase kontribusi tiap faktor tertinggi yang berpengaruh terhadap kualitas debit aliran.

2. BAHAN DAN METODE

Peralatan dan bahan yang diterapkan pada penelitian sistem hidroponik *over flow* 2 tingkat tanki penampung adalah sistem perpipaan sebagai kerangka dan juga sistem perpipaan untuk sistem aliran nutrisi sistem hidroponik. Bahan utama yang harus dipersiapkan adalah berbagai jenis pipa seperti dijelaskan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Peralatan dan bahan perakitan hidroponik sistem over flow 2 tingkat

Nama Komponen	Jumlah
Sambungan L pipa $\frac{3}{4}$ dim	8
Sambungan T pipa $\frac{3}{4}$ dim	20
Pipa $\frac{3}{4}$ dim panjang 15cm	27
Pipa $\frac{3}{4}$ dim panjang 30cm	3
Pipa $\frac{3}{4}$ dim panjang 2meter	7
Pipa 3 dim panjang 2.5meter	4
Tutup pipa 3 dim	8
Tutup pipa $\frac{3}{4}$ dim	12
Pompa air 45watt	1
Ember 25liter	2
Kendali proximity set	2

Gambar 1 menampilkan sistem hidroponik *overflow* 2 tingkat. Perakitan dimulai dari pemotongan pipa menggunakan gergaji besi, sedangkan proses perakitan

menggunakan lem pipa dan selotip. Pelubangan pipa untuk netpot menggunakan mesin bor mata besar. Selanjutnya dilakukan pemasangan instalansi kelistrikan menggunakan kendali *proximity* pada kedua tanki penampung.



Gambar 1. Mesin sistem hidroponik *overflow* 2 tingkat

Tabel 2 menjelaskan tentang Variabel Terikat (*Dependent Variable*) fokus dengan debit aliran masuk ke bak penampung air pada Hidroponik Sistem *Over Flow* 2 tingkat. Variabel Bebas (*Independent Variable*) pada penelitian ini berfokus pada variabel yang berpengaruh seperti tinggi pipa *out* pompa (cm), diameter pipa *out* pompa (inchi), jumlah pot (pcs), diameter pipa wadah pot (inchi).

Tabel 2. Penetapan level faktor pada pengujian hidroponik sistem *overflow* 2 tingkat

No	Nama Komponen	Level 1	Level 2	Level 3
A	tinggi pipa out pompa (cm)	50	75	100
B	diameter pipa out pompa (inchi)	5/8	1/2	3/4
C	jumlah pot (pcs)	4	8	12
D	diameter pipa wadah pot (inchi)	2	3	4

Berdasarkan tabel diatas menjelaskan bahwa penelitian ini menggunakan 4 faktor pada 3 level, sehingga dalam pengujiannya menerapkan *L9 orthogonal array taguchi*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Fluida kampus STT Warga Surakarta dengan pengambilan data debit aliran sebanyak 3 kali dengan jeda waktu 4 jam. Jeda waktu 4 jam tersebut diasumsikan bahwa data tersebut mewakili kondisi cuaca dengan perbedaan temperatur lingkungan pada pagi, siang dan sore hari. Uraian tersebut seperti dijelaskan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Pengujian debit aliran nutrisi pada mesin sistem hidroponik *overflow* 2 tingkat

Pada proses pengujian volume dan waktu pengisian bak penampung tersebut dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap variasi dengan mempertimbangkan suhu nutrisi fluida. Pada pengujian interval pertama dikerjakan pada jam 07.00 – 09.30 WIB pagi hari atau pada suhu nutrisi fluida 27°C. Pada pengujian interval kedua dilakukan pada waktu siang hari pukul 11.30 – 13.00 WIB atau pada suhu nutrisi fluida 29°C. Dan pada pengujian interval ketiga dilakukan pada pukul 15.00 – 17.30 WIB sore hari atau suhu nutrisi fluida pada lingkungan sebesar 28°C.

Berdasar kajian dari penelitian terkait dalam upaya meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen hidroponik diantaranya adalah yang dilakukan oleh Kaunang [2]. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa persepsi masyarakat terhadap tanaman hidroponik di Desa Lotta Kecamatan Pineleng dinilai cukup dimengerti/disetujui karena melihat dari hasil yang di dapat. Masyarakat responden telah mengerti akan hidroponik serta mengetahui cara penanaman tanamannya serta menyukainya. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Sandria [3] menghasilkan beberapa konsep desain yaitu sarana berkebun hidroponik yang memudahkan dalam penanaman (*easy grow*). Desain tersebut bisa disebut sistem vertikultur hidroponik alir yang disusun vertikal dengan memberikan tambahan *tray* semai. Desain tersebut memberikan kemudahan dalam perawatan (*simple maintenance*) yaitu membuat instalasi pompa terpisah dengan struktur penyangga utama dan reservoir dapat dilepas-pasang. Kelebihan desain tersebut juga memberikan kemudahan dalam memantau pertumbuhan tanaman serta pencahayaan (*easy control system*) dengan metode rotasi otomatis. Sehingga desain multi sistem tersebut dapat digunakan untuk sistem alir maupun sistem statis sehingga dapat digunakan penghobi pemula.

Perbedaan metode, tujuan dan hasil penelitian yang dilakukan ini terhadap penelitian sebelumnya disebutkan di atas yaitu pada kajian ini lebih dititikberatkan pada analisa nilai debit aliran yang dihasilkan dari penentuan variasi diameter dan ketinggian pipa *out* pompa, diameter pipa dudukan netpot serta jumlah netpot. Pada penelitian ini juga menggunakan pendekatan analisa statistik Anova untuk mengetahui nilai pengaruh yang lebih signifikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap pengujian, pengukuran volume fluida dan waktu pengisian bak penampung dilakukan dengan menggunakan gelas ukur dengan kapasitas 2 liter dan *stopwatch*. Data hasil pengujian secara terperinci dituliskan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian hidroponik sistem *overflow* 2 tingkat menerapkan OA L9

No	Komposisi	Uji 1 (Lt/mn)	Uji 2 (Lt/mn)	Uji 3 (Lt/mn)
1	1111	1.32	1.26	1.32
2	1222	1.26	1.26	1.2
3	1333	1.08	1.14	1.08
4	2123	1.02	1.08	1.14
5	2231	1.26	1.08	1.14
6	2312	1.02	1.02	1.14
7	3132	1.08	0.96	1.02
8	3213	1.02	1.14	1.14
9	3321	0.96	0.96	1.08

Berdasarkan tabel data hasil pengujian di atas, selanjutnya dilanjutkan dengan analisa pembahasan dengan sudut pandang perbandingan dari kajian pustaka dan dasar teori terkait serta analisis statistika *Annova*.

Untuk menganalisis data menggunakan *Annova* dimulai dari menentukan *Total Sum of Square* (SST) atau jumlah kuadrat total berdasarkan jumlah dan rata-rata dari hasil pengujian tersebut [4]. Berdasarkan data pada tabel 4 di bawah ini dapat dijelaskan bahwa rata-rata debit terbesar dicapai pada komposisi pertama 1,1,1,1 senilai 1,30 lt/mn sedangkan rata-rata debit terendah dihasilkan pada komposisi 3,3,2,1 senilai 1,00 lt/mn. Sedangkan rata-rata jumlah kuadrat mencapai 33,74 yaitu diperoleh dari 910,83 : 27 kali. Nilai Y bar diperoleh dari pembagian antara jumlah T = 30,18 terhadap jumlah data hasil pengujian = 27, yaitu didapat nilai 1,118. Nilai SST yang diperoleh adalah sebesar 0,303 dari selisih antara 34,038 – 33,74.

Tabel 4. Analisa hasil pengujian hidroponik sistem *overflow* 2 tingkat menerapkan OA L9

No.	Komposisi	Jumlah	Rata-rata lt/mn	Uji 1 ²	Uji 2 ²	Uji 3 ²	Jumlah
1	1111	3,90	1,30	1,742	1,588	1,742	5,072
2.	1222	3,72	1,24	1,588	1,588	1,440	4,615
3.	1333	3,30	1,10	1,166	1,300	1,166	3,632
4.	2123	3,24	1,08	1,040	1,166	1,300	3,506
5	2231	3,48	1,16	1,588	1,166	1,300	4,054
6	2312	3,18	1,06	1,040	1,040	1,300	3,380
7	3132	3,06	1,02	1,166	0,922	1,040	3,128
8	3213	3,30	1,10	1,040	1,300	1,300	3,640
9	3321	3,00	1,00	0,922	0,922	1,166	3,010
	Jumlah T	30,18				Jumlah T2	34,038
	T2	910,83					

Menentukan *Sum of Square due to the mean* atau jumlah kuadrat rata-rata berupa SSA, SSB, SSC dan SSD berdasarkan nilai gabungan komposisi A sampai D dengan masing – masing 1, 2, dan 3.

$$A1 = 3,92 + 3,72 + 3,30 = 10,92$$

$$A2 = 3,24 + 3,48 + 3,18 = 9,90$$

$$A3 = 3,06 + 3,30 + 3,00 = 9,36$$

$$B1 = 3,90 + 3,24 + 3,06 = 10,20$$

$$B2 = 3,72 + 3,48 + 3,30 = 10,50$$

$$B3 = 3,30 + 3,18 + 3,00 = 9,48$$

$$C1 = 3,90 + 3,18 + 3,30 = 10,38$$

$$C2 = 3,72 + 3,24 + 3,00 = 9,96$$

$$C3 = 3,30 + 3,48 + 3,06 = 9,84$$

$$D1 = 3,90 + 3,48 + 3,00 = 10,38$$

$$D2 = 3,72 + 3,18 + 3,06 = 9,96$$

$$D3 = 3,30 + 3,24 + 3,30 = 9,84$$

a. SSA faktor A.

$$SSA = \left[\sum_{i=1}^{k_A} \left(\frac{A_i^2}{n_{Ai}} \right) - \frac{T^2}{N} \right]$$

$$SSA = \left[\frac{10,92^2}{9} + \frac{9,90^2}{9} + \frac{9,36^2}{9} \right] - 33,73$$

$$SSA = \left[\frac{119,2}{9} + \frac{98,01}{9} + \frac{87,61}{9} \right] - 33,73 = 0,139$$

b. SSB faktor B senilai 0,061

c. SSC faktor C senilai 0,018

d. SSD faktor D senilai 0,018

e. SSE faktor E senilai 0,067

$$SSE = SST - SSA - SSB - SSC - SSD$$

$$SSE = 0,303 - 0,139 - 0,061 - 0,018 - 0,018 = 0,067$$

Selanjutnya berdasarkan nilai perhitungan diatas, dilakukan menghitung *degree of freedom* (df) atau derajat bebas,

a. Degree (df_T)

$$df_T = N - 1$$

$$= 27 - 1 = 26 = \nu T$$

b. Degree faktor A

$$df_A = k_A - 1 = 3 - 1 = 2, \text{ sehingga senilai dengan } df_B, df_C \text{ dan } df_D$$

c. Degree error (df_e)

$$df_e = df_T - df_{faktor}$$

$$= 26 - 2 - 2 - 2 - 2 = 18$$

Selanjutnya berdasarkan nilai perhitungan diatas, dilakukan menghitung *mean of square* (Mq) suatu faktor, contoh faktor A

$$Mq_A = \frac{SS_A}{df_A} = \frac{0,1395}{2} = 0,070$$

Sedangkan MqB = 0,031; dan MqC = 0,09; serta MqD = 0,09; juga MqE = 0,04

Selanjutnya berdasarkan nilai perhitungan di atas, dilanjutkan dengan menghitung F ratio suatu faktor, pada faktor A

$$F - \text{ratio}A = \frac{Mq_A}{Mq_e} = \frac{0,070}{0,04} = 18,6786$$

Sedangkan FhitungB = 8,1786, dan FhitungC = 2,3239 serta FhitungD = 2,3239
Selanjutnya berdasarkan nilai perhitungan diatas, dilakukan menghitung *pure of square* (SS') suatu faktor A

$$\begin{aligned} \text{SSA}' &= \text{SSA} - (\text{dfA} \times \text{Mqe}) \\ &= 0,139 - (2 \times 0,04) = 0,132 \end{aligned}$$

Sedangkan SSB' = 0,054, dan SSC' = 0,010, serta SSD' = 0,010

Selanjutnya berdasarkan nilai perhitungan diatas, dilakukan menghitung persen kontribusi (P) pada faktor A

$$\begin{aligned} \text{PA} &= (\text{SSA}' / \text{SST}) \times 100 \% \\ &= \left(\frac{0,132}{26} \right) \times 100 \% = 0,4350 \end{aligned}$$

Sedangkan PB = 0,1766; dan PC = 0,0343 serta PD = 0,0343

Selanjutnya berdasarkan nilai perhitungan di atas, dilakukan perhitungan F tabel, bahwa berdasarkan tingkat signifikansi α , $\alpha = 5\%$, maka untuk kelima faktor kendali A, B, C, dan D, maka dfA = 2, dfB = 2, dfC = 2, dfD = 2 dan dfe = 18 diperoleh F tabel untuk tiap faktor sebesar 3,5545. Sehingga nilai rekapitulasi perhitungan diatas dapat dijelaskan pada table 5 di bawah ini.

Table 5. Hasil perhitungan ANOVA debit aliran hidroponik *over flow*

Faktor	S.S	D.f	M.q	F.hitung	F.tabel	S.S'	P.(%)
A	0,139	2	0,070	18,6786	3,55456	0,132	0,4350
B	0,061	2	0,031	8,1786	3,55456	0,054	0,1766
C	0,018	2	0,009	2,3929	3,55456	0,010	0,0343
D	0,018	2	0,009	2,3929	3,55456	0,010	0,0343
Error	0,067	18	0,004				
ST	0,303	26					
Mean	33,735						

Berdasarkan tabel di atas sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Asdak [5] menyatakan bahwa debit adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). Berdasarkan beberapa literatur yang lain, debit aliran biasanya ditunjukkan dalam bentuk hidrograf aliran. Hidrograf aliran adalah suatu perilaku debit sebagai respon adanya perubahan karakteristik biogeofisik yang berlangsung dalam suatu DAS (oleh adanya kegiatan pengelolaan DAS) dan atau adanya perubahan aliran (fluktuasi musiman atau tahunan) iklim lokal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil riset desain eksperimen *OA taguchi L9* dan kajian statistik annova di atas serta pembahasan terhadap kajian pustaka terkait, maka dapat ditentukan beberapa kesimpulan utama yang sesuai dengan tujuan utama penelitian ini adalah diantaranya sebagai berikut :

1. Faktor A (tinggi pipa out pompa) senilai 18,6786 dan faktor B (diameter pipa out pompa) senilai 8,1786 lebih tinggi dari F_{tabel} senilai 3,55456. Sesuai dengan

hipotesa statistik annova dalam tabel bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ yang menjelaskan bahwa faktor A dan faktor B memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas debit aliran.

2. Nilai persentase kontribusi pada tiap faktor tertinggi yang berpengaruh terhadap kualitas debit aliran adalah Faktor A (tinggi pipa out pompa) senilai 0,435%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada LPPM STT Warga yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian mandiri ini. Peran Kaprogdi Teknik Mesin STT Warga yang telah memberikan penyesuaian waktu bagi penulisan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nizam M, Ph.D, “mendukung program green campus, gimana mau green kalau motor masih berkeliaran di kampus” media UNS, Surakarta, Indonesia, 2012.
- [2] Kaunang G.S, Persepsi Masyarakat Terhadap Tanaman Hidroponik di Desa Lotta Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa, Agri-Sosio Ekonomi Unsrat, ISSN 1907-4298, Volumen 12 Nomor 2A, pp 283-302. Minahasa Indonesia, 2016.
- [3] Sandria I V, Desain Sarana Vertikultur Hidroponik Sistem Alir Semi Otomatis, Tugas Akhir FT Sipil dan Perencanaan ITS Surabaya, Indonesia, 2017.
- [4] Soejanto I, Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi, Graha ilmu, Surabaya, 2009.
- [5] Asdak C, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2010.