

## ANALISIS PENGHEMATAN AIR UNTUK WUDHU PADA MESJID DI KOTA BANJARMASIN DENGAN METODE TAGUCHI

*(Analysis of Saving Water for Wudhu at Mosque in Banjarmasin City with Taguchi Method)*

**Muhammad Firman dan Muhammad Irfansyah**

Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin

Email : firmanuniska99@gmail.com

### ABSTRACT

Water is a natural resource that is necessary for the needs of many people even on all living beings, therefore meeting the needs of clean water for the settlements to be a requirement that there should be. Ablution within the meaning of the term Islamic law is clearing member body with water, one of the Sunnah of ablution is used ablution water sparingly. Save money here in terms of the use of water to perform ablutions must be in accordance with purposes only. While the purpose of this study was to determine the effect of the tap water discharge after being modified to altitude reservoirs and finding the ideal altitude tendon. This research was conducted using the method or approach theoretically and analysis. This study uses tap water that has been modified. The parameters used in this study is the parameter diameter faucet with a diameter of 2 mm, 4 mm and 8 mm. as well as the high reservoir parameters with a high 2 m, 4 m and 6 m. Optimize process parameters using the Taguchi method. The number of experiments is 9 and performed 3 times replication, once that is done the optimization process of the multi response. In the process of data collection is done is to measure the flow of water out of the tap that has been modified by using a measuring cup with units of L / min generated by the tap water. Based on the analysis that has been studied in saving water for ablution with variations in reservoir elevation, sectional area of the tap, then obtained for a height of 4 m reservoir that is 62.1555% means that with a height of 4 m reservoir will provide the most substantial influence on the flow of water produced for savings. While Level factor that provides optimum discharge is high reservoir Factor B is 4 m at level 1 for the cross-sectional diameter of 2 mm with the resulting discharge of 2.74 L / min and Factor A reservoir 2 m high ie at the level of 1 to 2 mm in diameter cross-section the resulting water flow of 2.88 L / min.

**Keywords:** *Water, Faucet, Wudhu, Taguchi*

### PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk kebutuhan hidup orang banyak bahkan untuk semua makhluk hidup, oleh karena itu pemenuhan kebutuhan air bersih bagi permukiman menjadi salah satu persyaratan yang harus ada.

Wudhu menurut pengertian istilah syariat Islam adalah membersihkan anggota tubuh dengan air yang suci menyucikan berdasarkan syarat dan rukun tertentu untuk menghilangkan hadas kecil atau berwudhu

bisa pula menggunakan debu yang disebut dengan tayammum. Salah satu sunah wudhu adalah menggunakan air wudhu dengan hemat. Hemat disini dalam artian pemakaian air untuk berwudhu harus sesuai dengan keperluan saja.

Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *taguchi*, metode *taguchi* pertama kali dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 saat mendapat tugas untuk memperbaiki sistem komunikasi di Jepang. Dr. Genichi Taguchi

memiliki latar belakang *engineering*, juga mendalami statistika dan matematika tingkat lanjut, sehingga ia dapat menggabungkan antara teknik statistik dan pengetahuan *engineering*. Ia mengembangkan metode Taguchi untuk melakukan perbaikan kualitas dengan metode percobaan 'baru', artinya melakukan pendekatan lain yang memberikan tingkat kepercayaan yang sama dengan SPC (*Statistical Process Control*).

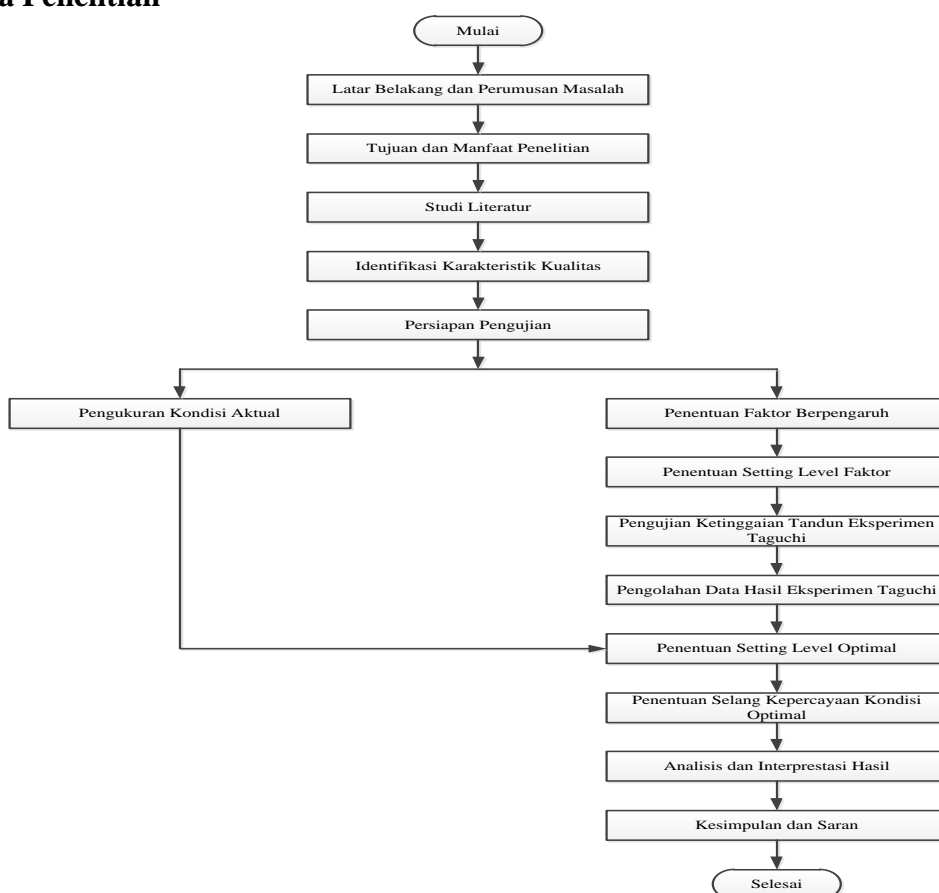
Untuk memperjelas permasalahan yang akan diteliti, maka masalah tersebut

dirumuskan sebagai berikut : Apakah ada pengaruh debit air setelah dimodifikasi kerannya terhadap ketinggian tandon? Dan Pada ketinggian berapa sehingga mendapatkan debit air yang ideal.

Adapun tujuan penelitian ini adalah : untuk mengetahui pengaruh debit air setelah dimodifikasi kerannya terhadap ketinggian tandon dan mengetahui pada ketinggian berapa sehingga mendapatkan debit air yang ideal.

## METODE PENELITIAN

### Sistematika Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan matriks *Orthogonal Array* yang terdapat dalam metode Taguchi berdasarkan pada derajat kebebasan, faktor dan level faktor. Pada

penelitian ini menggunakan *Orthogonal Array*  $L_9$  ( $3^3$ ) seperti yang ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Matrik Taguchi "L-9 ( $3^3$ ) array

Trial Number	Column		
	1	2	3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	3
5	2	2	1
6	2	3	2
7	3	1	2

8	3	2	3
9	3	3	1

Subyek yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah ketinggian tandon air, penampang keran air baik yang sebelum maupun yang sesudah dimodifikasi terhadap debit air yang dihasilkan untuk nantinya diterapkan pada masjid di Kota Banjarmasin.

### Data dan Desain Awal

Tabel 2. Data Penelitian Pengaruh Tinggi Tandon, Diameter Keran Terhadap Debit Air

No	Tinggi Tandon (m)	Diameter Keran (mm)	Debit (L/Menit)	
			Standart	Modifikasi
1	2	2	9	1.5
			9.4	1.5
			9.6	1.3
			10	2.4
			10.6	2.5
		4	10.5	3.3
			12	4.4
			13.4	4.6
			12.6	4.5
			11.4	3.3
2	4	2	11.3	3.5
			11.5	3.4
			13.4	5.6
			13.5	5.4
			13.6	5.7
		4	15	7.2
			15.5	7.4
			15.7	7.2
			17.5	3.5
			17.4	3.5
3	6	2	17.8	3.2
			17.9	4
			18.3	4.3
			18.4	4.2
			19.2	7.4
		4	19.5	7.6
			19.4	8.2
			17.5	3.5
			17.4	3.5
			17.8	3.2

### Batasan dan Lingkup Penelitian

Rancangan eksperimen pada penelitian ini dibatasi dengan tiga level untuk setiap variabel bebas/faktor. Tabel 3 menunjukkan batasan dan lingkup penelitian.

Tabel 3. Batasan dan Lingkup Penelitian

Kode	Variabel Bebas	Level 1	Level 2	Level 3
A	Tinggi 2 (m)	2	4	8
B	Tinggi 4 (m)	2	4	8
C	Tinggi 6 (m)	2	4	8

metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode Taguchi yang dilanjutkan dengan analisis optimalisasi.

Pemilihan matrik orthogonal didasarkan pada jumlah total derajat kebebasan (*degree of freedom*). Perhitungan derajat bebasnya adalah sebagai berikut:

### Menentukan Derajat Kebebasan

Tabel 4. Perhitungan Derajat Kebebasan

Faktor	Level	Derajat Bebas	Jumlah
A	3	(3-1)	2
B	3	(3-1)	2
C	3	(3-1)	2
Total Derajat Bebas (DOF)			6

### Desain Eksperimen

Desain eksperimen berdasarkan matrik disajikan pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Konfigurasi Faktor dan Level Faktor yang diukur

Eksperimen	Column			$Q$	$Q$	$Q$
	1	2	3	Debit	Debit	Debit
1	2	2	2	X	X	X
2	4	4	4	X	X	X
3	6	6	6	X	X	X
4	2	2	2	X	X	X
5	4	4	4	X	X	X
6	6	6	6	X	X	X
7	2	2	2	X	X	X
8	4	4	4	X	X	X
9	6	6	6	X	X	X

### Pelaksanaan Eksperimen

Penelitian ini menggunakan keran air yang sudah di modifikasi. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah

parameter diameter keran dengan diameter 2 mm, 4 mm dan 8 mm. serta parameter tinggi tandon dengan tinggi 2 m, 4 m dan 6 m.

Proses mengoptimalkan parameter menggunakan metode taguchi. Jumlah eksperimen adalah 9 dan dilakukan 3 kali replikasi untuk proses penelitian berdasarkan metode taguchi lalu dilakukan proses optimasi terhadap multi respon. Dalam proses pengambilan data yang dilakukan adalah mengukur debit air yang keluar dari keran yang telah dimodifikasi dengan menggunakan gelas ukur, yang kemudian dikadikan sebagai input data yang dihasilkan oleh keran air.

### Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah dengan menggunakan dua cara, yaitu *analysis of variance* (ANOVA) untuk nilai rata-rata dan ANOVA untuk nilai *signal noise to ratio* (SNR).

ANOVA untuk nilai rata-rata dipergunakan untuk mencari faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi hasil eksperimen (setting level). Sedangkan ANOVA untuk nilai SNR dipergunakan untuk mencari faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variansi suatu karakteristik kualitas.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan matriks orthogonal  $L_9 (3^3)$  sehingga terdapat 9 eksperimen dengan 3 kali replikasi. Nilai rata-rata digunakan sebagai nilai awal pada masing-masing respon untuk nilai respon debit dilakukan pengujian menggunakan gelas ukur dengan satuan L/menit. Dari hasil eksperimen didapatkan nilai rata-rata debit, yang dihasilkan oleh keran yang dimodifikasi seperti ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran dan Pengolahan Data Respon

Eksperimen	Tinggi (m)	Diameter Kran (mm)			R1 (L/m)	R2 (L/m)	R3 (L/m)
		R1 (mm)	R2 (mm)	R3 (mm)			
1	2	2	2	2	1.5	1.5	1.3
2	4	4	4	4	2.4	2.5	3.3
3	6	8	8	8	4.4	4.6	4.5
4	2	2	2	2	3.3	3.5	3.4
5	4	4	4	4	5.6	5.4	5.7
6	6	8	8	8	7.2	7.4	7.2
7	2	2	2	2	3.5	3.5	3.2
8	4	4	4	4	4.0	4.3	4.2
9	6	8	8	8	7.4	7.6	8.2

### Perhitungan Nilai Rata-Rata dan Nilai SNR

Berikut ini perhitungan nilai rata-rata dan juga nilai SNR :

- 1) Contoh perhitungan nilai rata-rata untuk hasil eksperimen ke 1, sebagai berikut:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\mu = \frac{1}{3} (1,5 + 1,5 + 1,3)$$

$$\mu = 1,43$$

- 2) Contoh perhitungan nilai SNR untuk hasil eksperimen ke 1, sebagai berikut:

$$\eta = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{3} \left( \frac{1}{1,5^2} + \frac{1}{1,5^2} + \frac{1}{1,3^2} \right) \right]$$

$$\eta = 3,07$$

Pada Tabel 7 berisikan seluruh hasil perhitungan nilai rata-rata dan nilai SNR.

Tabel 7. Perhitungan Rata-Rata dan SNR

Eksperimen	Faktor Terkontrol			Rata-Rata	SNR
	A	B	C		
1	1	1	1	1,43	3,07
2	1	2	2	2,73	8,48
3	1	3	3	4,50	13,06
4	2	1	2	3,40	10,62
5	2	2	3	5,57	14,91
6	2	3	1	7,27	17,22
7	3	1	3	3,40	10,61
8	3	2	1	4,17	12,38
9	3	3	2	7,73	17,74

### Perhitungan ANOVA Nilai Rata-Rata

Berikut ini langkah-langkah perhitungan ANOVA nilai rata-rata :

- 1) Menghitung rata-rata semua eksperimen

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{1,5+1,5+1,3+\dots+8,2}{27} \quad \bar{y} = \frac{120,6}{27} = 4,47$$

- 2) Menghitung nilai rata-rata setiap level faktor, contoh faktor A level 1 :

$$\bar{y} = \frac{y_{ijk}}{n_{ijk}}$$

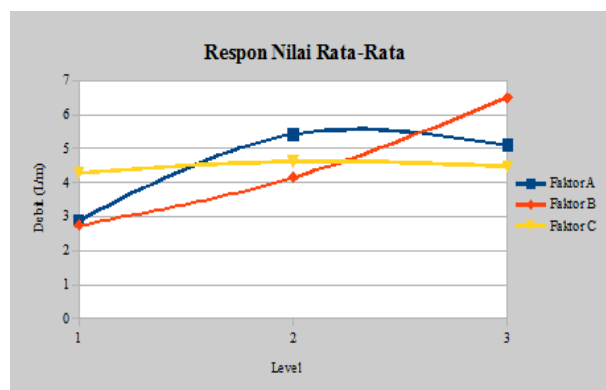
$$\bar{y}_{A1} = \frac{1,43+2,73+4,50}{3} \quad \bar{y}_{A1} = \frac{8,66}{3} = 2,88$$

- 3) Membuat respon tabel dan respon grafik pada tabel 3.3 memaparkan respon tabel.

- 4)

Tabel 8. Tabel Respon Nilai Rata-Rata

Level	Faktor		
	A	B	C
1	2,88	2,74	4,28
2	5,41	4,51	4,62
3	5,10	6,50	4,48
Selisih	2,52	3,75	0,33
Ranking	2	1	3



Grafik 2. Respon Nilai Rata-Rata

- 5) Menghitung nilai
- total sum of square*

$$SS_{total} = \sum Y^2$$

$$SS_{total} = 1,5^2 + 2,4^2 + 4,4^2 + \dots + 8,2^2 \quad SS_{total} = 642,64$$

- 6) Menghitung nilai
- sum of squares due to mean*

$$mean (S_m) = n \bar{y}^2$$

$$mean = 27,4,47^2 \quad mean = 538,69$$

- 7) Menghitung nilai
- sum of squares due to factor*
- , contoh perhitungan faktor A :

$$SS_A = n_{A1} \cdot \bar{A1}^2 + n_{A2} \cdot \bar{A2}^2 + n_{A3} \cdot \bar{A3}^2 - S_m$$

$$SS_A = (9,2,88^2) + (9,5,41^2) + (9,5,10^2) - 538,69 \quad SS_A = 34,04$$

- 8) Menghitung nilai
- sum of squares due to error*

$$SS_e = SS_{total} - S_m - (SS_A + SS_B + SS_C)$$

$$SS_e = 642,64 - 538,69 - (34,04 + 64,78 + 3,56) \quad SS_e = 1,58$$

- 9) Menghitung derajat bebas, contoh perhitungan faktor A :

$$DF_A = \text{Jumlah level} - 1$$

$$DF_A = 3 - 1 \quad DF_A = 2$$

- 10) Menghitung nilai mean sum of squares, contoh perhitungan faktor A :

$$MS_A = \frac{SS_A}{DF_A}$$

$$MS_A = \frac{34,04}{2} \quad MS_A = 17,02$$

- 11) Menghitung nilai F ratio, contoh perhitungan faktor A :

$$F_A = \frac{M_A}{M_e}$$

$$F_A = \frac{17,02}{0,08} \quad F_A = 214,55$$

- 12) Menghitung
- pure sum of squares*
- , contoh perhitungan faktor A :

$$SS_A' = SS_A - DF_A \cdot M_e$$

$$SS_A' = 34,04 - (2 \cdot 0,08) \quad SS_A' = 33,9$$

- 13) Menghitung percent contribution, contoh perhitungan faktor A :

$$\rho A = \frac{SS_A'}{SS_t} \cdot 100\%$$

$$\rho A = \frac{33,9}{104} \cdot 100\% \quad \rho A = 32,59\%$$

Hasil seluruh perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata dipaparkan pada tabel 9

Tabel 9. ANOVA Nilai Rata-Rata

Source	SS	DF	MS	F Ratio	SS'	Ratio %	F Tabel
A	34.0422	2	17.02	214.5518	33.9	32.5929	3.49
B	64.7756	2	32	408.2493	64.6	62.1555	3.49
C	3.6	2	1.78	22.4090	3.4	3.2675	3.49
Error	1.6	20	0.08	1	2.1	1.9841	
SSt	104.0	26	4		104.0	100	
Mean	538.7	1					
SStotal	642.640	27					

Dari tabel ANOVA diketahui bahwa faktor yang memiliki pengaruh yang signifikan yaitu faktor A dan faktor B terhadap Debit (L/menit) pada pengaruh ketinggian, dimana memiliki perbandingan F-ratio lebih besar dari F-Tabel ( $F_{0,05;2;20}$ )=3,49. F hitung untuk ketinggian tandon 4 m yaitu 62,1555% artinya dengan ketinggian tandon 4 m tersebut akan memberikan pengaruh yang paling besar terhadap debit air yang dihasilkan. Juga F hitung untuk ketinggian tandon 2 m yaitu 32,59,29% akan memberikan pengaruh yang

$$SS(\text{Pooled } e) = SS_e + SS_c$$

$$SS(\text{Pooled } e) = 1,6 + 3,56 \quad SS(\text{Pooled } e) = 5,1422$$

$$DF(\text{Pooled } e) = DF_e + DF_c \quad DF(\text{Pooled } e) = 20 + 2 = 22$$

$$MS(\text{Pooled } e) = \frac{SS(\text{Pooled } e)}{DF(\text{Pooled } e)}$$

$$MS(\text{Pooled } e) = \frac{5,1422}{22} \quad MS(\text{Pooled } e) = 0,2337$$

Pada tabel 10 berikut perhitungan ANOVA setelah pooling.

Tabel 10. ANOVA Setelah Pooling

Source	Pool	SS	DF	MS	F Ratio	SS'	Ratio %	F Tabel
A		34,0422	2	17	72,8215	33,5747	32,2958	3,55
B		64,7756	2	32	138,5648	64,3081	61,8585	3,55
C	Y	3,5556	—	—	—	—	—	—
Error	Y	1,5867	—	—	—	—	—	—
Pooled		5,1422	22	0,2337	1	6	5,8457	
SSt		103,9600	26	3,9985		104	100	
Mean		538,6800	1					
Sstotal		642,6400	27					

Berdasarkan hasil tabel ANOVA setelah *pooling* diketahui bahwa faktor A dan

besar juga terhadap debit air yang dihasilkan terutama untuk penghematan.

### *Pooling Up*

Pada tahap *pooling up* merupakan rekomendasi untuk penggunaan separuh jumlah derajat kebebasan pada *orthogonal array* yang digunakan. Hal ini bertujuan agar penghindaran dari estimasi yang berlebihan dan juga menghindari kesalahan pada eksperimen. *Pooling up* diberlakukan pada faktor-faktor yang kurang signifikan yaitu faktor C, berikut ini perhitungan *pooling up*

faktor B mempengaruhi debit (L/menit). dengan kata lain dua faktor tersebut memiliki

kontribusi terbesar untuk meningkatkan nilai rata-rata eksperimen pada debit (L/menit). untuk faktor C sebenarnya memiliki kontribusi juga tapi nilainya lebih kecil. Dari tabel di atas menunjukkan bahwa persen kontribusi error sebesar 5,85% yang dapat diartikan semua faktor yang signifikan mempengaruhi rata-rata sudah cukup

dimasukan dalam eksperimen (syarat metode Taguchi untuk persen kontribusi ≤ 50%).

**Perhitungan ANOVA Nilai SNR**

Berikut ini langkah-langkah perhitungan ANOVA nilai SNR :

$$\bar{\eta} = \frac{\sum \eta}{9}$$

$$\bar{\eta} = \frac{3,07 + 8,48 + 13,06 + \dots + 17,74}{9} \quad \bar{\eta} = 12,01$$

- 1) Menghitung nilai rata-rata SNR seluruh eksperimen

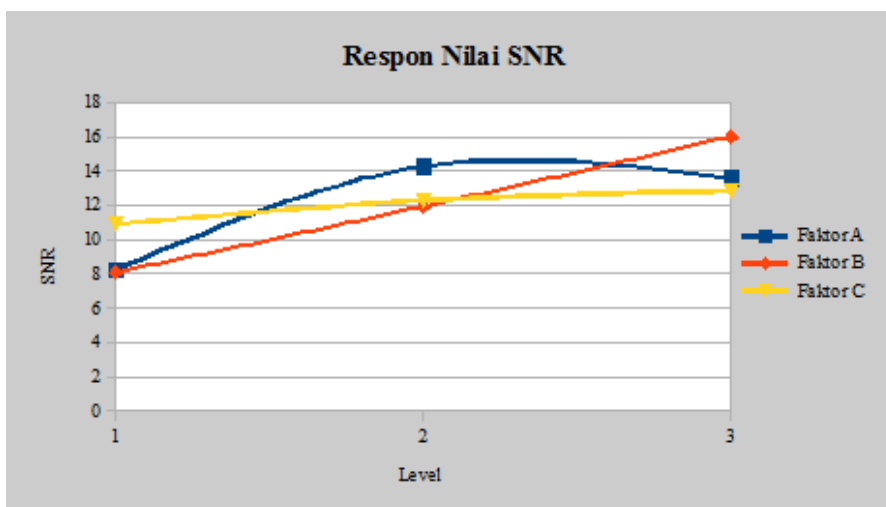
- 2) Menghitung nilai rata-rata SNR setiap level faktor, contoh faktor A level 1 :
 
$$\bar{\eta} = \frac{3,07 + 8,48 + 13,06}{3} \quad \bar{\eta} = 8,20$$

- 3) Membuat respon tabel dan respon grafik pada tabel 3.6 memaparkan respon tabel nilai SNR.

Tabel 11. Respon Nilai SNR

Level	A		
1	8.20	8.09	10.89
2	14.25	11.92	12.28
3	13.57	16.0	12.85
Selisih	6.04	7.91	1.96
Ranking	2	1	3
Level	A	B	C

Pada Gambar 3 berikut ini memaparkan respon grafik nilai SNR



Gambar 3. Respon Nilai SNR

- 4) Menghitung nilai *total sum of squares*

$$SS_{total} = \sum \eta^2$$

$$SS_{total} = 3,07^2 + 8,48^2 + 13,06^2 + \dots + 17,74^2 \quad SS_{total} = 1464,27$$

- 5) Menghitung nilai sum of squares due to mean

$$S_m = \eta \cdot \bar{\eta}^2$$

$$S_m = 9,12,01^2 \quad S_m = 1298,27$$

- 6) Menghitung nilai *sum of squares due to factors*, contoh perhitungan faktor A :

$$SS_A = \eta_{A1} \cdot \bar{\eta A1}^2 + \eta_{A2} \cdot \bar{\eta A2}^2 + \eta_{A3} \cdot \bar{\eta A3}^2 - S_m$$

$$SS_A = (3,8,20^2) + (3,14,25^2) + (3,13,57^2) - 1298,27 \quad SS_A = 65,07$$

$$S(\text{Pooled } e) = 5,272$$

- 7) Menghitung derajat bebas, contoh faktor A

$$DF_A = \text{Jumlah level} - 1$$

$$DF_A = 3 - 1 \quad DF_A = 2$$

- 8) Menghitung nilai *mean sum of squares*

$$MS_A = \frac{SS_A}{DF_A}$$

$$MS_A = \frac{65,07}{2} \quad MS_A = 32,54$$

- 9) Menghitung nilai F-Ratio, contoh perhitungan faktor A :

$$F_A = \frac{M_A}{M_e}$$

$$F_A = \frac{32,54}{1,318} \quad F_A = 24,69$$

- 10) Menghitung *pure sum of squares*, contoh perhitungan faktor A :

$$SS_A' = SS_A - DF_A \cdot M_e$$

$$SS_A' = 65,07 - (2 \cdot 1,318) \quad SS_A' = 62,44$$

- 11) Menghitung *percent contribution*, contoh perhitungan faktor A :

$$\rho A = \frac{SS_A'}{SS_t} \cdot 100\%$$

$$\rho A = \frac{62,44}{162,69} \cdot 100\% \quad \rho A = 38,38\%$$

Hasil dari seluruh perhitungan ANOVA untuk nilai SNR dipaparkan pada tabel 12.

Tabel 12. ANOVA Nilai SNR

Source	Pool	SS	DF	MS	F Ratio	SS'	Ratio%	F Tabel
A		65,9087	2	32,9544	2186,2616	65,8786	41,1911	6,94
B		93,9047	2	46,9524	3114,9200	93,8746	58,6958	6,94
C	Y	0,0603	—	—	—	—	—	—
e		0,0603	4	0,0151	1	0,1809	0,1131	
SSt		159,9340	8			159,9340	100	
Mean		1298,2672	1					

Berdasarkan perhitungan ANOVA nilai SNR di atas menunjukkan bahwa nilai

persen kontribusi pada error sebesar 0,1131% yang menunjukkan bahwa semua faktor

signifikan mempengaruhi variansi sudah dimasukkan dalam eksperimen ini (syarat metode Taguchi untuk persen kontribusi  $\leq 50\%$ ).

### Penentuan Setting Level

Tabel 13. Setting Level

Faktor	Pengaruh	Setting Level
A	Signifikan	A2
B	Signifikan	B3
C	Kurang Signifikan	C3

Setelah menghitung ANOVA untuk nilai rata-rata dan juga nilai SNR, didapatkan level-level faktor optimal dari setiap faktor berpengaruh. Pada tabel 13 merupakan tabel setting level optimal.

### Selang Kepercayaan Kondisi Optimal

Perkiraan selang kepercayaan dilakukan dengan cara membandingkan pada hasil eksperimen konfirmasi, dimana jika nilai perkiraan dari hasil eksperimen memiliki nilai hampir sama atau mendekati maka dapat disimpulkan bahwa rancangan eksperimen Taguchi sudah memenuhi syarat yang ada. Berikut ini perhitungan selang kepercayaan kondisi optimal untuk nilai rata-rata dan juga untuk nilai SNR.

#### 1) Perkiraan selang kepercayaan kondisi optimal nilai rata-rata

a) Perkiraan kondisi optimal nilai rata-rata untuk seluruh data yaitu  $\bar{y} = 4,47$

$$\mu_{prediksi} = \bar{y} + (\bar{A3} + \bar{y}) + (\bar{B3} + \bar{y})$$

$$\mu_{prediksi} = \bar{A3} + \bar{B3} - \bar{y}$$

$$\mu_{prediksi} = 5,1 + 6,5 - 4,47 \quad \mu_{prediksi} = 7,13$$

b) Perhitungan selang kepercayaan

$$CI_{mean} = \pm \sqrt{F_{\alpha;v1;v2} \cdot MS_e \left[ \frac{1}{neff} \right]}$$

dengan  $neff$ :

$$neff = \frac{\text{total number of experiment}}{\text{sum of deg rees of freedom used in estimate of mean}}$$

$$neff = \frac{9.3}{DF_{\eta} + DF_A + DF_B} \quad neff = \frac{27}{1+2+2} = 5,4$$

Maka perhitungan selang kepercayaan sebagai berikut :

$$CI_{mean} = \pm \sqrt{F_{\alpha;v1;v2} \cdot MS_e \left[ \frac{1}{neff} \right]}$$

$$CI_{mean} = \pm \sqrt{F_{0,05;1;22} \cdot 0,288 \cdot \left[ \frac{1}{5,4} \right]}$$

$$CI_{mean} = \pm \sqrt{4,30 \cdot 0,288 \cdot \left[ \frac{1}{5,4} \right]} \quad CI_{mean} = \pm 0,4789$$

Didapatkan selang kepercayaan nilai rata-rata optimal

$$\mu_{prediksi} - CI_{mean} \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI_{mean}$$

$$7,13 - 0,4789 \leq \mu_{prediksi} \leq 7,13 + 0,4789$$

$$6,6511 \leq \mu_{prediksi} \leq 7,6089$$

2) Perkiraan selang kepercayaan kondisi optimal nilai SNR

a) Perkiraan kondisi optimal untuk nilai SNR nilai rata-rata untuk SNR seluruh data yaitu

$$\bar{\eta} = 12,01$$

$$\eta_{prediksi} = \bar{\eta} + (\overline{A3} + \bar{\eta}) + (\overline{B3} + \bar{\eta})$$

$$\eta_{prediksi} = \overline{A3} + \overline{B3} - \bar{\eta}$$

$$\eta_{prediksi} = 13,57 + 16 - 12,01 \quad \eta_{prediksi} = 17,56$$

b) Perhitungan selang kepercayaan

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{F_{a;v1;v2} \cdot MS_e \cdot \left[ \frac{1}{neff} \right]}$$

dengan  $neff$ :

$$neff = \frac{\text{total number of experiment}}{\text{sum of deg rees of freedom used in estimate of mean}}$$

$$neff = \frac{9}{DF_{\eta} + DF_A + DF_B} \quad neff = \frac{9}{1+2+2} = 1,8$$

Maka selang kepercayaan untuk nilai SNR :

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{F_{a;v1;v2} \cdot MS_e \cdot \left[ \frac{1}{neff} \right]}$$

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{F_{0,05;1;4} \cdot 0,0151 \cdot \left[ \frac{1}{1,8} \right]}$$

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{7,71 \cdot 0,0151 \cdot \left[ \frac{1}{1,8} \right]} \quad CI_{SNR} = \pm 0,2543$$

Didapatkan selang kepercayaan nilai SNR optimal

$$\eta_{prediksi} - CI_{SNR} \leq \eta_{prediksi} \leq \eta_{prediksi} + CI_{SNR}$$

$$17,56 - 0,2543 \leq \eta_{prediksi} \leq 17,56 + 0,2543$$

$$17,3057 \leq \eta_{prediksi} \leq 17,8143$$

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah diteliti pada penghematan air untuk wudhu dengan variasi ketinggian tandon, luas penampang keran, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk ketinggian tandon 4 m yaitu 62,1555% artinya dengan ketinggian tandon 4 m tersebut akan memberikan pengaruh yang paling besar terhadap debit air yang dihasilkan. Juga untuk ketinggian tandon 2 m yaitu 32,59,29%

akan memberikan pengaruh yang besar juga terhadap debit air yang dihasilkan terutama untuk penghematan.

2. Level factor yang memberikan debit optimum adalah:

- Faktor B yaitu tinggi tandon 4 m pada level 1 untuk diameter penampang 2 mm dengan debit yang dihasilkan 2,74 L/menit.
- Factor A yaitu tinggi tandon 2 m pada level 1 untuk diameter penampang 2 mm dengan debit air yang dihasilkan 2,88 L/menit.

Dari hasil penelitian ini diharapkan nanti bisa sebagai bahan pertimbangan untuk penempatan tandon yang sesuai buat tempat berwudhu sehingga para jamaah yang akan melakukan sholat dapat kebagian air dan dapat melaksanakan sholat secara bersamaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cyrilla Indri Parwati dan Purnawan. 2014. *“Kajian Kondisi Proses Delignifikasi Tepung Sohun Dengan Metode Taguchi”*. Jurnal Teknologi, Vol. 7 No. 2 Desember 2014.
- Didik Wahyudi, Gan Shu San dan Yohan Pramono. 2001. *“Optimasi Proses Injeksi dengan Metode Taguchi”*. Jurnal Teknik Mesin Vol 3. No. 1, April 2001.
- Muharom dan Siswadi. 2015. *“Desain Eksperimen Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Batu Bata Berbahan Baku Tanah Liat”*. Jurnal Jemis Vol. 3 No. 1 2015.
- M. Orianto, W.A Pratikto. 1984. *Mekanika Fluida I*. Surabaya.
- Robert J. Kodoatie. 2009. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Yogyakarta.
- Suseno dan Sawaludin. 2013. *“Analisis Produksi Pada Mesin Speed Dengan Pendekatan Taguchi Untuk Mengurangi Cacat Produk Di PT Industri Sandang Nusantara”*. Jurnal Teknik Vol. 3 No. 1 April 2013.
- Soejanto Irwaan. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.