

PENENTUAN SETTING PARAMETER OPTIMUM PROSES PEMBUATAN SABUN CAIR PENCUCI PIRING DENGAN PENDEKATAN FACTORIAL EXPERIMENT DAN METODE TAGUCHI

Maria Ulfah¹⁾

Ratna Ekawati²⁾

Putro Ferro Ferdinant³⁾

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa^{1,2,3)}

Jl. Jend. Sudirman KM 3 Cilegon

Telepon (0254) 392292

E-mail: maria67_ulfah@yahoo.com¹⁾

Abstrak

CV Duta Dharma adalah salah satu IKM yang bergerak dalam bidang *house hold chemical* yang salah satu diantaranya memproduksi sabun cuci piring. Berdasarkan data, hasil sabun cair pencuci piring yang diproduksi IKM ini tidak seragam dan mempunyai nilai viskositas tinggi, oleh karena itu masih perlu upaya untuk meningkatkan kualitas produknya dengan meningkatkan nilai viskositas yang ditetapkan SNI. Upaya yang dapat dilakukan adalah melakukan eksperimen untuk mendapatkan viskositas yang sesuai standar SNI. Salah satu pengendalian kualitas adalah dengan melakukan eksperimen menggunakan pendekatan factorial eksperimen dan metode Taguchi. Factorial eksperimen yang digunakan adalah factorial eksperimen 2^3 dan Taguchi mengartikan bahwa produk yang memiliki karakteristik kualitas yang hanya memenuhi spesifikasi. Produk dengan karakteristik kualitas yang tepat sesuai target adalah yang terbaik. Tujuan dari penelitian kuantitatif ini adalah menentukan setting parameter yang optimum untuk meningkat kualitas viskositas. Berdasarkan treatment pada proses produksinya diperoleh 3 faktor yang mempengaruhi viskositas antara lain kecepatan putar pengadukan, volume air suling dan massa garam. Berdasarkan hasil eksperimen menggunakan pendekatan factorial experiment 2^3 dan metode Taguchi diperoleh setting proses yang optimum yaitu kecepatan pengadukan 130 rpm, volume air suling 22 liter dan massa garam 8 Kg.

Kata Kunci : viskositas, kualitas, eksperimen, Taguchi.

Pendahuluan

CV Duta Dharma adalah salah satu IKM yang bergerak dalam bidang *house hold chemical* yang memproduksi berbagai macam sabun antara lain sabun cuci piring, sabun cairan pembersih lantai (karbol), sabun shampoo mobil, sabun detergen cair, cairan pembersih kaca, sabun pencuci tangan (*handsoap*), cairan pelicin pakaian dan cairan pembersih kaca (*glass cleaner*). Adapun pada penelitian ini akan difokuskan pada produk sabun pencuci piring karena produk tersebut jumlah permintaannya terbanyak dibandingkan produk lainnya. IKM ini masih tergolong baru tetapi pelanggannya cukup banyak seperti restaurant dan hotel-hotel di Cilegon. Dalam proses produksinya IKM ini menghasilkan produk yang tidak seragam terutama dalam tingkat kekentalan/viskositas yang dihasilkan yaitu diatas ketentuan standar nasional. Hal ini terjadi karena IKM belum mempunyai ketentuan/*setting* pada proses produknya dan belum menetapkan kriteria sabun cair yang berkualitas yang memiliki viskositas berdasarkan SNI antara 9,5 – 10 poise [1]. Oleh karena itu perlu ditentukan *setting* optimum pada proses pembuatan sabun cair pencuci piring untuk meningkatkan kualitas produknya. Kualitas suatu produk dapat diukur berdasarkan kecocokan antar performansi aktual yang ditunjukkan oleh suatu produk terhadap spesifikasi standar yang ditetapkan/dipersyaratkan oleh konsumen.

Dalam upaya menghasilkan produknya dengan deviasi minimum dari targetnya, maka IKM harus melakukan pengendalian proses, karena itu untuk meningkatkan kualitas tingkat viskositas produk sabun cair yang dipasarkan tersebut diperlukan suatu upaya perbaikan proses produksi dengan menentukan *setting* parameter yang optimum agar diperoleh hasil produk yang berkualitas [4]. Penentuan *setting* parameter yang optimum akan bermanfaat apabila hasil *setting* tersebut dijadikan dasar dalam melakukan perbaikan proses produksi. Oleh karena itu, dalam pendekatan proses biasanya dilakukan eksperimen proses saat ini dan penentuan proses yang

ideal atau yang diinginkan. Salah satu pendekatan metode untuk menentukan *setting* optimum tersebut adalah dengan melakukan desain eksperimen menggunakan pendekatan factorial eksperimen 2^3 dan metode Taguchi.

Dari desain eksperimen dapat menghasilkan *setting level* terbaik dari faktor-faktor terkait yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas. Adapun tujuan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menentukan faktor yang berpengaruh pada proses pembuatan sabun cuci piring terhadap respons kualitas, menentukan *setting level* dari faktor berpengaruh, menentukan respons kualitas dengan melakukan eksperimen rancangan parameter Taguchi, dan menentukan *setting* parameter optimum untuk menghasilkan kualitas viskositas yang sesuai standar yang ditentukan.

Metodologi Penelitian

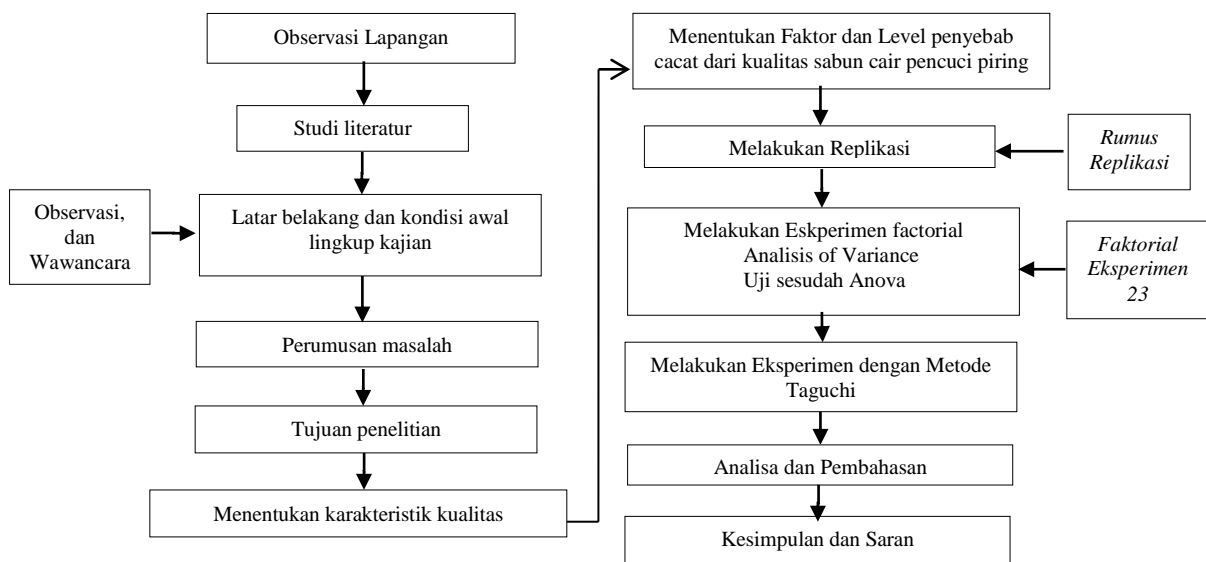
Rancangan Penelitian

Eksperimen adalah sebagai suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas dan melakukan pengamatan terhadap variabel-variabel terikat untuk menemukan variasi yang muncul bersamaan dengan manipulasi terhadap variabel bebas tersebut [5]. Eksperimen factorial merupakan eksperimen yang mengkombinasikan atau menyilangkan semua faktor tertentu terhadap tiap level dari faktor lainnya yang ada dalam eksperimen tersebut [3].

Rancangan penelitian yang digunakan dalam eksperimen pada proses produksi sabun cuci piring adalah eksperimen dengan desain factorial $2 \times 2 \times 2$ atau 2^3 dan dengan eksperimen Taguchi, desain factorial 2^3 berarti memiliki 3 faktor pengaruh yaitu kecepatan pengadukan, volume air suling, dan massa garam, dimana replikasi yang digunakan masing masing 3, kemudian diamati akibat atau dampak dari perlakuan tersebut pada variabel respon atau terikat dengan menguji tingkat viskositas. Dari eksperimen yang dilakukan, didapatkan hasil data primer berupa nilai viscositas pada setiap kombinasi eksperimen, yang kemudian diolah dan dianalisa menggunakan metode factorial dan Taguchi, sehingga didapatkan *setting level* faktor optimum yang dapat digunakan. Teknik analisis data yang digunakan bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

Alur Metode Penelitian

Metode penelitian pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

Hasil dan Perancangan

Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari penentuan faktor berpengaruh, penentuan *setting level*, dan data nilai kekentalan (Viskositas).

1. Penentuan faktor berpengaruh

Faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap nilai viskositas sabun cair cuci piring yaitu kecepatan pengadukan, volume air suling, dan massa garam

2. Penentuan *setting level*

Setting level untuk faktor-faktor yang dilibatkan dalam eksperimen yaitu kecepatan pengadukan terdiri dari level 120 rpm dan 130 rpm. Faktor volume air suling dengan level 18 liter dan 22 liter. Faktor massa garam terdiri dari level 8 Kg dan 10 Kg.

3. Data Nilai Kekentalan (Viskositas)

Dari eksperimen yang telah dilakukan, didapatkan data hasil berupa data primer nilai viskositas. Berikut data nilai viskositas yang dilakukan:

Tabel 1. Data Nilai Viskositas (Poise)

Massa Garam (Kg)	Kecepatan Pengadukan (rpm)			
	120		130	
	Volume Air Suling (L)	Volume Air Suling (L)	Volume Air Suling (L)	Volume Air Suling (L)
8	18	22	18	22
	7,4	19,8	7,3	18,7
	7,6	19,6	7,5	18,9
10	7,6	19,5	7,4	19,0
	6,9	12,5	6,0	9,9
	7,1	12,6	6,3	9,8
	7,9	12,7	6,2	9,8

Pengolahan Data

Pengolahan data terdiri dari perhitungan replikasi dan data yang diolah dalam penelitian ini menggunakan 2 metode, yaitu desain eksperimen faktorial 2^3 dan desain eksperimen Taguchi.

Perhitungan Replikasi

Penentuan jumlah replikasi pada penelitian ini menggunakan rumus Federer dalam Muntaha [6] untuk menghindari sekecil mungkin kesalahan dalam replikasi atau pengulangan terhadap eksperimen, digunakan rumus seperti persamaan (1).

$$(t-1)(r-1) \geq 15 \quad (t-1)(r-1) \geq 15 \quad (1)$$

$$(8-1)(r-1) \geq 15 \quad r \geq 3,1 \sim 3$$

Dimana: t = Jumlah Perlakuan r = Jumlah Pengulangan

Dari hasil perhitungan (1), didapatkan jumlah pengulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing perlakuan/*treatment*

Eksperimen Faktorial

Eksperimen faktorial merupakan eksperimen yang mengkombinasikan atau menyilangkan semua faktor tertentu terhadap tiap level dari faktor lainnya yang ada dalam eksperimen tersebut [9]. Perhitungan dengan eksperimen faktorial 2^3 yang terdiri dari uji Anova yang dilakukan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh dan tidak berpengaruh terhadap variabel respon, dan uji pasca Anova digunakan untuk mengetahui perlakuan paling berpengaruh sehingga terdapat perbedaan, uji pasca Anova yang digunakan adalah uji Newman Keuls.

Uji Anova (Analysis of Variance)

Tahapan uji Anova terdiri dari perhitungan nilai-nilai Anova, dan pengujian hipotesis yang ditunjukkan pada tabel Anova.

Tabel 2. Tabel Anova

Source	Df	Sum of Square	Mean Square	F _{test}	F _{tabel (α, v₁, v₂)}	Kesimpulan
A	1	8,64	8,637	179,94	8,53	H ₀ ditolak
B	1	23,20	23,20	483,39	8,53	H ₀ ditolak
C	1	19,08	19,08	476,95	8,53	H ₀ ditolak
A×B	1	188,16	188,16	3920,06	8,53	H ₀ ditolak
A×C	1	56,52	56,52	1177,50	8,53	H ₀ ditolak
B×C	1	287,05	287,05	5980,10	8,53	H ₀ ditolak
A×B×C	1	23,791	23,79	495,65	8,53	H ₀ ditolak
Error	16	0,773	0,05			
Total	23	607,21				

Keterangan:

a = jumlah level faktor a b = jumlah level faktor b c = jumlah level faktor c n = jumlah replikasi

$$1. Df_A = a - 1 = 2 - 1 = 1 \quad (2)$$

$$2. Df_{A \times B} = (a - 1) \times (b - 1) = (2 - 1) \times (2 - 1) = 1 \quad (3)$$

$$3. Df_{A \times B \times C} = (a - 1) \times (b - 1) \times (c - 1) = (2 - 1) \times (2 - 1) \times (2 - 1) = 1 \quad (4)$$

$$4. Df_{error} = (a \times b \times c) \times (n - 1) = (2 \times 2 \times 2) \times (3 - 1) = 16 \quad (5)$$

$$5. MS = \frac{SS}{df} = \frac{8,64}{1} = 8,64 \quad (6)$$

$$6. F_{test} = \frac{MS_{treatment}}{MS_{error}} = \frac{8,64}{0,05} \quad (7)$$

$$7. F_{tabel} = F_{v_1, v_2} = F_{(1, 16)} = 8,53 \quad (8)$$

Dari hasil pada Tabel 2, dapat terlihat hipotesis yang dihasilkan, semua *treatment* H₀ ditolak, yang berarti terdapat perbedaan.

Uji Newman Keuls

Berikut adalah perhitungan uji Newman Keuls yang terdiri dari faktor kecepatan pengadukan, volume air suling, dan massa garam.

1. Faktor kecepatan pengadukan

Tahapan-tahapan perhitungan uji Newman Keuls:

1. Menyusun rata-rata perlakuan faktor kecepatan pengadukan dari terkecil

Tabel 3. Rata-rata Perlakuan Faktor Kecepatan Pengadukan

	Kecepatan Pengadukan (rpm)	
	130 (2)	120 (1)
Total	126,8	141,2
Rata-rata	10,57	11,77

Contoh perhitungan:

$$Total_{130rpm} = \sum Ti \text{ setiap level} = 40,7 + 86,1 = 126,8 \quad (9)$$

$$Rata - rata = \frac{Total}{jumlah \ data} = \frac{126,8}{12} = 10,57 \quad (10)$$

2. Menghitung standar *error* rata-rata

$$S_{y_j} = \sqrt{\frac{Ms\ error}{nj}} = \sqrt{\frac{0,048}{12}} = 0,063 \quad (11)$$

3. Menghitung *Student Range*

Nilai *student range* didapatkan dari tabel *student range*, dengan perlakuan 3 kali, $\alpha = 0,01$ dan df *error* sebesar 16.

Tabel 4. Nilai *Student Range* Kecepatan Pengadukan

P	2
SR	4,13

4. Menghitung *Least Signifikan Range*

$$R_2 = 4,13 \times 0,063 = 0,26 \quad (12)$$

5. Membandingkan Harga Rata-Rata

$$1 - 2 = 11,77 - 10,57 = 1,20 > 0,26 \quad (13)$$

6. Kesimpulan

Dari pengujian uji Newman Keuls yang membandingkan level pada faktor kecepatan pengadukan, yaitu antara level 2 (130 rpm) dan level 1 (120 rpm) didapatkan hasil adanya perbedaan yang signifikan atau perbedaan yang berarti pada perbandingan kedua level tersebut.

2. Faktor Volume Air Suling

Tahapan-tahapan perhitungan uji Newman Keuls:

1. Menyusun rata-rata perlakuan faktor volume air suling dari terkecil

Tabel 5. Rata-rata Perlakuan Faktor Volume Air Suling

	Kecepatan Pengadukan (rpm)	
	18 L (1)	22L (2)
Total	122,2	145,8
Rata-rata	10,183	12,15

Contoh perhitungan:

$$Total_{11L} = \sum T_j \text{ setiap level} = 81,5 + 40,7 = 122,2$$

$$Rata - rata = \frac{Total}{jumlah\ data} = \frac{122,2}{12} = 10,183$$

2. Menghitung standar *error* rata-rata

$$S_{y_j} = \sqrt{\frac{Ms\ error}{nj}} = \sqrt{\frac{0,048}{12}} = 0,063$$

3. Menghitung *Student Range*

Nilai *student range* didapatkan dari tabel *student range*, dengan perlakuan 3 kali, $\alpha = 0,01$ dan df *error* sebesar 16.

Tabel 6. Nilai *Student Range* Temperatur

P	2
SR	4,13

4. Menghitung *Lean Signifikan Range*

$$R_2 = 4,13 \times 0,063 = 0,26$$

5. Membandingkan Harga Rata-Rata

$$2(\text{level } 22l) - 1(\text{Level } 18l) = 12,15 - 10,183 = 1,967 > 0,063$$

6. Kesimpulan

Adanya perbedaan yang signifikan pada perbandingan level pada faktor volume air suling, yaitu antara level 22L dan 18L

3. Faktor Massa Garam

Tahapan-tahapan perhitungan uji Newman Keuls:

1. Menyusun rata-rata perlakuan faktor massa garam dari terkecil

Tabel 7. Rata-rata Perlakuan Faktor Volume Air Suling

	Massa Garam (Kg)	
	8(1)	10 (2)
Total	123,3	144,7
Rata-rata	10,275	12,058

Contoh perhitungan:

$$Total_{8Kg} = \sum T_k \text{ setiap level}$$

$$Total_{8Kg} = 22,6 + 21,9 + 22,2 + 56,6 = 123,3 = 6051,19$$

2. $Rata - rata = \frac{Total}{jumlah\ data} = 6051,19/18 = 336,18$

3. Menghitung standar error rata-rata

$$S_{y\cdot j} = \sqrt{\frac{Ms\ error}{nj}} = \sqrt{\frac{0,048}{12}} = 0,063$$

4. Menghitung Student Range

Nilai student range didapatkan dari tabel student range, dengan perlakuan 3 kali, $\alpha = 0,01$ dan df error sebesar 16.

Tabel 8. Nilai Student Range Media

P	2
SR	4,13

5. Menghitung Lean Signifikan Range

$$R_2 = 4,13 \times 0,063 = 0,26$$

6. Membandingkan harga rata-rata

$$2(\text{level } 10\ Kg) - 1(\text{level } 8\ Kg) = 12,05 - 10,275 = 1,783 > 0,26$$

7. Kesimpulan

Adanya perbedaan yang signifikan pada perbandingan level pada faktor massa garam, yaitu antara level 10 Kg dan 8 Kg.

Eksperimen Taguchi

Untuk mengurangi jumlah dari eksperimen full factorial design, maka untuk menyederhanakannya dikenal metode fraction factorial design.

Rancangan Eksperimen

Penelitian ini membuat rancangan eksperimen menggunakan matriks *orthogonal array* berdasarkan pada derajat kebebasan, faktor, dan level faktor [2] seperti ditampilkan pada Tabel 9. *Orthogonal array* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *orthogonal array* $L_8(2^3)$, berarti memiliki 8 eksperimen, dengan 2 level faktor, dan dapat memuat paling banyak 3 faktor.

Tabel 9. *Orthogonal Array* $L_8(2^3)$

No.	Faktor			Replikasi		
	A	B	C	R ₁	R ₂	R ₃
1	1	1	1	x	x	X
2	1	1	2	x	x	X
3	1	2	1	x	x	X
4	1	2	2	x	x	X
5	2	1	1	x	x	X
6	2	1	2	x	x	X
7	2	2	1	x	x	X
8	2	2	2	x	x	X

Sumber: Pengolahan Data dengan Minitab

Rekapitulasi Nilai Viskositas

Karakteristik kualitas pada penelitian ini adalah *nominal is the best* dengan responnya yaitu kualitas viskositas sabun. Hasil Pengukuran viskositas dapat ditunjukkan pada Tabel 10.

Perhitungan Nilai Rata-rata dan Signal to Noise Ratio (SNR)

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata dan nilai SNR, yang berguna untuk tahap selanjutnya yaitu perhitungan Anova nilai rata-rata dan Anova SNR. perhitungan rata-rata dan SNR dapat ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 10. Rekapitulasi Nilai Viskositas

Exp	Faktor			Replikasi		
	A	B	C	R ₁	R ₂	R ₃
1	1	1	1	7,4	7,6	7,6
2	1	1	2	19,8	19,6	19,5
3	1	2	1	6,9	7,1	7,9
4	1	2	2	12,5	12,6	12,7
5	2	1	1	7,3	7,5	7,4
6	2	1	2	18,7	18,9	19,0
7	2	2	1	6,0	6,3	6,2
8	2	2	2	9,9	9,8	9,8

Tabel 11. Perhitungan Rata-rata dan SNR

Eksperimen	Faktor			Rata-rata	SNR
	A	B	C		
1	1	1	1	7,53	17,54
2	1	1	2	19,63	25,86
3	1	2	1	7,30	17,22
4	1	2	2	12,60	22,01
5	2	1	1	7,40	17,38
6	2	1	2	18,87	25,51
7	2	2	1	6,17	15,79
8	2	2	2	9,83	19,85

Contoh perhitungan:

1. Nilai rata-rata untuk untuk hasil eksperimen ke-1

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (14)$$

$$\mu = \frac{1}{3}(7,4 + 7,6 + 7,6), \quad \mu = 7,53$$

2. Nilai SNR untuk hasil eksperimen ke-1

$$SNR = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right]$$

$$SNR = 17,54 \quad (15)$$

Perhitungan Anova Nilai Rata-rata

Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan Anova nilai rata-rata.

1. Menghitung nilai rata-rata semua eksperimen

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

$$\bar{y} = \frac{7,4+7,6+7,6+\dots+9,9+9,8+9,8}{24} \quad \bar{y} = 11,17 \quad (16)$$

2. Menghitung nilai total *sum of square*

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

$$SS_{total} = 7,4^2 + 7,6^2 + \dots + 9,8^2 \quad SS_{total} = 3599,88 \quad (17)$$

3. Menghitung nilai total *sum of squares due to mean*

$$S_m = n\bar{y}^2$$

$$S_m = 24 \times 11,17^2 \quad S_m = 2994,45 \quad (18)$$

4. Menghitung nilai rata-rata setiap level faktor, contoh faktor A level 1.

$$\bar{y}_{jk} = \frac{\sum \bar{y}_{ijk}}{n_{ijk}}$$

$$\bar{y}_{jk} = 11,765 \quad (19)$$

5. Membuat *response tabel*

Berikut ini adalah pemaparan dari *response tabel*.

Tabel 12. Tabel Respon Nilai Rata-rata

	Faktor		
	A	B	C
Level 1	11,77	13,36	7,10
Level 2	10,57	8,98	15,23
Selisih	1,20	4,38	8,13
Ranking	3	2	1

6. Menghitung nilai total *sum of square due to factors*

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

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

$$= (12 \times 11,77^2) + (12 \times 10,57^2) - 2994,45 \quad SS_A = 8,64 \quad (20)$$

7. Menghitung nilai *sum of square due to error*

$$SS_{Error} = SS_{total} - S_m - SS_A - SS_B - SS_C$$

$$SS_{Error} = 3599,88 - 2994,45 - 8,64 - 115,11 - 393,90$$

$$SS_{Error} = 87,78 \quad (21)$$

8. Menghitung derajat bebas, contoh perhitungan faktor A dan *error*

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

$$DF_A = 2 - 1 \quad DF_A = 1 \quad (22)$$

9. Menghitung nilai *mean sum of squares*, contoh perhitungan faktor A

$$MS_A = \frac{SS_A}{DF_A} \quad (23)$$

$$MS_A = \frac{8,64}{1} \quad MS_A = 8,64$$

10. Menghitung nilai *F ratio*, contoh perhitungan faktor A

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_E} \quad (24)$$

$$F_A = \frac{8,64}{4,389} \quad F_A = 1,969$$

11. Menghitung *pure sum of squares*, contoh perhitungan faktor A dan *error*

$$SS'_A = SS_A - DF_A \times MS_E \quad (25)$$

$$SS'_A = 8,64 - (1 \times 4,389) \quad SS'_A = 4,251$$

12. Menghitung *percent contribution*, contoh perhitungan faktor A

$$\rho A = \frac{SS'_A}{SS_t} \times 100\% \quad (26)$$

$$\rho A = \frac{4,251}{605,53} \times 100\% \quad \rho A = 0,70\%$$

Hasil dari seluruh perhitungan Anova untuk nilai rata-rata dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 13. Anova Rata-rata

Source	DF	MS	Fratio	SS'	Ratio%	Ftabel
A	1	8,64	1,969	4,251	0,70	8,10
B	1	115,11	26,23	110,721	18,29	8,10
C	1	393,90	89,75	389,511	64,34	8,10
Error	20	4,389	1,00	100,947	16,67	
SSt	23	26,32		605,430	100,00	
Mean	1					
Sstotal	24					

Dari Anova di atas, diketahui bahwa ketiga faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap viskositas sabun yaitu faktor B dan faktor C, dimana memiliki perbandingan *F-ratio* lebih besar dari *Ftabel* ($F_{0,01;1;20}$)=8,10.

13. *Pooling up*

Tahap *pooling up* merupakan rekomendasi untuk penggunaan separuh jumlah derajat kebebasan pada *orthogonal array* yang digunakan. Hal ini bertujuan untuk menghindari estimasi yang berlebihan dan juga menghindari kesalahan pada eksperimen. *Pooling up* diberlakukan pada faktor-faktor kurang signifikan, pada penelitian ini faktor yang kurang signifikan adalah faktor A, berikut ini perhitungan *pooling up*.

a. $SS(\text{pooled } e) = SS_E + SS_A \quad (27)$

$$SS(\text{pooled } e) = 87,78 + 8,64 \quad SS(\text{pooled } e) = 96,42$$

b. $DF(\text{pooled } e) = DF_E + DF_A \quad (28)$

$$DF(\text{pooled } e) = 20 + 1 \quad DF(\text{pooled } e) = 21$$

$$MS(\text{pooled } e) = \frac{SS(\text{pooled } e)}{DF(\text{pooled } e)} \quad (29)$$

$$MS(\text{pooled } e) = \frac{96,42}{21} \quad MS(\text{pooled } e) = 4,59$$

Berdasarkan tabel Anova setelah *pooling* diketahui bahwa faktor B dan faktor C berpengaruh terhadap viskositas sabun, dengan kata lain dua faktor tersebut memiliki kontribusi terbesar untuk meningkatkan nilai rata-rata eksperimen viskositas sabun. Untuk faktor A sebenarnya dapat dikatakan memiliki kontribusi juga, namun faktor A memiliki nilai yang lebih kecil. Dari tabel di atas menunjukkan bahwa nilai persen kontribusi *error* sebanyak 17,37% yang dapat diartikan bahwa semua faktor yang signifikan mempengaruhi nilai rata-rata sudah cukup dimasukkan dalam eksperimen. Syarat metode Taguchi untuk persen kontribusi $\leq 50\%$ dikatakan signifikan [7]. Tabel 14 menampilkan hasil perhitungan Anova nilai rata-rata setelah *pooling*.

Tabel 14. Anova Setelah *Pooling*

Source	Pool	DF	Fratio	SS'	Ratio%	Ftabel
A	Y	-	-	-	-	-
B		1	26,23	110,721	18,29	8,10
C		1	89,75	389,511	64,34	8,10
Error	Y	-	-	-	-	-
Pooled		21	1	105,198	17,37	
SSt		17		605,430	1	
Mean		1				
Sstotal		18				

Perhitungan Anova Nilai SNR

Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan Anova nilai SNR.

1. Menghitung nilai rata-rata SNR seluruh eksperimen

$$\bar{\eta} = \frac{\sum \eta}{8} = \frac{17,54 + 25,86 + 17,22 + 22,01 + 17,38 + 25,51 + 15,79 + 19,85}{8}$$

$$\bar{\eta} = 20,145$$
(30)

2. Menghitung nilai total *sum of squares*

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

$$SS_{total} = 17,54^2 + 25,86^2 + 17,22^2 + 22,01^2 + 17,38^2 + 25,51^2 + 15,79^2 + 19,85^2$$

$$SS_{total} = 3353,5308$$
(31)

3. Menghitung nilai *sum of squares due to mean*

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

$$S_m = 8 \times 20,145^2 \quad S_m = 3246,5682$$
(32)

4. Menghitung nilai rata-rata SNR setiap level faktor, contoh faktor A level 1.

$$\bar{\eta} = \frac{\sum \eta}{4}$$

$$\bar{\eta} = \frac{17,54 + 25,86 + 17,22 + 22,01}{4}$$

$$\bar{\eta} = 20,66$$
(33)

5. Membuat *response tabel*

Berikut ini adalah pemaparan dari *response tabel*. Selisih didapatkan dari pengurangan rata-rata SNR setiap level faktor terbesar dengan rata-rata SNR setiap level faktor terkecil.

Tabel 15. Respon Nilai SNR

	Faktor		
	A	B	C
Level 1	20,66	21,57	16,98
Level 3	10,57	18,72	23,31
Selisih	10,09	2,85	6,33
Ranking	1	3	2

6. Menghitung nilai *sum of squares due to factors*, contoh perhitungan faktor A
Data diolah diperoleh dari Tabel 16.

$$SS_A = \eta_{A1} \times \eta_{A1}^2 + \eta_{A2} \times \eta_{A2}^2 - S_m$$

(34)

$$SS_A = (4 \times 20,66^2) + (4 \times 10,57^2) - 3246,5682 \quad SS_A = 3,81$$

7. Menghitung nilai *mean sum of squares*

$$MS_B = \frac{SS_B}{DF_B}$$

(35)

$$MS_B = \frac{16,245}{1} \quad MS_B = 16,245$$

8. Menghitung nilai *F-ratio*, contoh perhitungan faktor B

$$F_B = \frac{MS_B}{MS_E}$$

(36)

$$F_B = \frac{16,245}{1,76} \quad F_B = 9,23$$

9. Menghitung *pure sum of squares*, contoh perhitungan faktor B

$$SS'_B = SS_B - DF_B \times M_E$$

(37)

$$SS'_B = SS'_B = 16,245 - 1 \times 1,76 \quad SS'_B = 14,485$$

10. Menghitung *percent contribution*, contoh perhitungan faktor B

$$\rho_B = \frac{SS'_B}{SS_t} \times 100\%$$

(38)

$$\rho_B = \frac{14,485}{106,9626} \times 100\% \quad \rho_B = 13,54\%$$

Berikut ini adalah tabel yang didapatkan dari seluruh hasil perhitungan Anova untuk nilai SNR.

Tabel 16. Anova Nilai SNR

Source	Pool	DF	Fratio	Ratio%	Ftabel
A	Y	-	-	-	-
B		1,00	9,23	13,54	13,75
C		1,00	45,53	73,28	13,75
Pooled		6,00	1,00	13,18	
SS _t		8,00		100,00	
Mean		1,00			

Berdasarkan perhitungan Anova nilai SNR di atas menunjukkan bahwa nilai persen kontribusi pada *error* sebesar 13,18%.

Perhitungan Anova Nilai SNR

Besarnya pengaruh dari setiap faktor terhadap suatu proses diperlukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi faktor yang signifikan berkontribusi terhadap adanya variasi maupun sensitivitas terhadap nilai rata-rata [8]. Setelah menghitung Anova untuk nilai rata-rata dan juga nilai SNR, dengan melihat nilai F_{hitung} yang dibandingkan dengan nilai F_{tabel} , didapatkan level-level faktor optimal dari setiap faktor. Berikut ini adalah tabel *setting* level optimal.

Tabel 17. Penentuan *Setting* Level

	Faktor	Level	Setting
A	Kecepatan Pengadukan	2	130 rpm
B	Volume Air Suling	2	22 liter
C	Massa Garam	1	8 Kg

Dari tabel Anova di atas, dapat kita ketahui faktor *setting level* usulan yang dapat digunakan dalam nilai viskositas yaitu faktor kecepatan pengadukan dengan level 130 rpm, faktor volume air suling dengan level 22 liter, dan faktor massa garam dengan level 8 Kg.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dalam penelitian mengenai eksperimen pembuatan sabun cair pencuci piring untuk meningkatkan kualitas viskositas sabun, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang berpengaruh pada respons kualitas adalah kecepatan pengadukan, volume air suling, dan massa garam.
2. *Setting* level untuk faktor-faktor yang dilibatkan dalam dalam eksperimen yaitu pada faktor kecepatan pengadukan menggunakan dua level yaitu 120 rpm dan 130 rpm, faktor volume air suling menggunakan dua level yaitu 18 liter dan 22 liter, dan faktor massa garam dengan level 8 Kg dan 10 Kg.
3. Setelah dilakukan eksperimen, maka didapatkan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap respon kualitas viskositas, dan faktor yang paling berkontribusi terhadap respon kualitas yaitu faktor massa garam, dengan kontribusi sebesar 73,58%
4. *Setting* level faktor optimum untuk meningkatkan kualitas viskositas yaitu faktor kecepatan pengadukan dengan menggunakan level 130 rpm, faktor volume air suling dengan level 22 liter, dan faktor massa garam dengan level 8 Kg.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Standarisasi Nasional, 1996, Syarat Mutu Sabun Cair SNI 40-4058-1996
- [2] Belavendram N, 1995. *Quality by Design: Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. Prentice-Hall International.
- [3] Cahyo, I. Adiarto, H. Herni, F 2014, "Usulan Kombinasi Faktor-faktor yang Berpengaruh Secara Signifikan Terhadap Kuat, Tekan Bata Ekspose dengan Metode Perancangan Eksperimen," *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. Vol. 2, No. 3, pp. 48 – 59.
- [4] Kosasih,W, Salomon L, dan C. Henny, 2010, "Pendekatan Metode Taguchi Dalam Meningkatkan Kualitas Proses Pembuatan Produk Sabun Cair Pencuci Piring di PT.SM," *TINDT IX*, Fakultas Teknik Universitas Tarumanegara, pp. 308-316.
- [5] Morena, Y., 2013, *Skripsi*, Desain Eksperimen Pengaruh Pemanasan terhadap Penurunan Berat dan Kandungan Kadar Air dalam Kernel Kelapa Sawit Menggunakan Rancangan Acak Lengkap, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- [6] Muntaha A, Haitami, Hayati N, 2015, Perbandingan Penurunan Kadar Formalin pada Tahu yang Direbus dan Direndam Air Panas. *Medical Laboratory Technology Journal*. ISSN : 2461-0879.

- [7] Prasetya, C. Rahman, A. Efranto, R. Y., 2013, *Skripsi. Analisa Desain Eksperimen Pembuatan Batako Berbahan Alternatif Lumpur Lapindo dan Fly Ash dengan Metode Taguchi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [8] Riska Apriliani., 2018, *Tugas Akhir, Penentuan Penyetelan Level Faktor Optium Pada Proses Heat Treatment Untuk Meningkatkan Kualitas Baja Dengan Metode Taguchi*
- [9] Sudjana, M.A, 1995, *Desain dan Analisis Eksperimen*. Bandung: Tarsito.