

Analisis Eksperimen Tingkat Kebasahan Clay pada Proses Dryer di Laboratorium PT. XYZ

Brighitta Natalia Prastycia¹, Nur Yulianti Hidayah^{2*}

^{1,2} Teknik Industri Universitas Pancasila
Jl. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12630, Indonesia

¹brighittanataliaprastycia@gmail.com

^{2*}nurhidayah@univpancasila.ac.id

Experimental Analysis of Clay Wetness Level in Dryer Process at PT. XYZ Laboratory

Dikirimkan : 09, 2024. Diterima : 07, 2025. Dipublikasikan : 09, 2025.

Abstract— PT. XYZ is a manufacturing company that produces ceramic roof tiles. A good tile specification is if the clay as raw material has a wetness level after the drying process $\leq 2.5\%$. The level of clay wetness affects the quality of the product. If the level of wetness after the drying process does not meet the specifications, the product will break easily. Currently, the average initial wetness level of clay (before the drying process) is 18%-22%. This research aims to determine the right time setting in the ceramic tile drying process to produce a wetness level after drying according to specifications by conducting an experimental study at the Company's Laboratory. Experiments were conducted on five clay samples with initial wetness levels of 18.60%; 19.87%; 20.45%; 21.42%; and 22.03%. Each sample was dried for 30, 40, 50, 60, and 70 minutes to produce post-drying wettability according to specifications. The experimental results were processed by Two-Way ANOVA without interaction to evaluate the effect of initial wetness level and drying duration on clay wetness level after drying process. The analysis resulted in clay drying duration for initial wetness of 18.60% at least 40 minutes, initial wetness of 19.87% at least 50 minutes, initial wetness of 20.45% and 21.42% at least 60 minutes, and initial wetness of 22.03% at least 70 minutes with a temperature of 180°C, resulting in clay wetness after drying according to specifications. Based on these findings, an SOP for checking the initial wetness of clay for the drying process was developed to produce good quality roof tiles.

Keywords— Clay; drying process; experiment; two-way ANOVA; wetness level

Abstrak— PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi genteng keramik. Spesifikasi genteng yang baik adalah jika clay sebagai bahan baku memiliki tingkat kebasahan setelah proses pengeringan $\leq 2,5\%$. Tingkat kebasahan clay berpengaruh terhadap mutu produk. Jika tingkat kebasahan setelah proses pengeringan tidak sesuai spesifikasi, akan berakibat pada produk mudah pecah. Saat ini, rata-rata tingkat kebasahan awal clay (sebelum proses pengeringan) adalah 18%-22%. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaturan waktu yang tepat pada proses pengeringan genteng keramik untuk menghasilkan tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan sesuai spesifikasi dengan melakukan studi eksperimen di laboratorium PT. XYZ serta menyusun SOP pengecekan kebasahan awal clay. Eksperimen dilakukan terhadap lima sampel clay dengan tingkat kebasahan awal 18,60%; 19,87%; 20,45%; 21,42%; dan 22,03%. Masing-masing sampel dikeringkan selama 30, 40, 50, 60, dan 70 menit hingga menghasilkan tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan sesuai spesifikasi. Hasil eksperimen diolah dengan Two-Way ANOVA tanpa interaksi untuk mengevaluasi pengaruh tingkat kebasahan awal clay dan durasi pengeringan terhadap tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan. Hasil analisis menghasilkan durasi pengeringan clay untuk kebasahan awal 18,60% selama 40 menit, kebasahan awal 19,87% selama 50 menit, kebasahan awal 20,45% dan 21,42% selama 60 menit, dan kebasahan awal 22,03% selama 70 menit dengan suhu 180°C sehingga menghasilkan tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan sesuai spesifikasi. Berdasarkan temuan ini,

disusun SOP pengecekan kebasahan awal *clay* untuk proses pengeringan agar menghasilkan kualitas genteng yang baik.

Kata kunci— *Clay*; eksperimen; proses pengeringan; *two-way* ANOVA; tingkat kebasahan.

I. PENDAHULUAN

Kata keramik berasal dari bahasa Yunani, yaitu keramikos yang bermakna sebuah bentuk dari tanah liat setelah mengalami proses pembakaran. Keramik merupakan komoditi yang dihasilkan dari pengolahan tambang yang kemudian dilakukan proses pembakaran dengan suhu tinggi lebih dari 1100°C untuk menghasilkan barang-barang yang kuat dan tahan lama [1]. Produk keramik dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu ubin (*tile*), saniter, genteng (*roof tile*), dan keramik hias. Dengan ketersediaan teknologi dan inovasi produk yang variatif, industri keramik di Indonesia sangat menjanjikan.

Genteng keramik merupakan salah satu sektor penting dalam industri konstruksi di Indonesia. Genteng keramik digunakan secara luas sebagai atap rumah, terutama di daerah beriklim tropis seperti Indonesia, karena kekuatan dan ketahanannya terhadap cuaca ekstrem [2]. Pasar genteng keramik di Indonesia sangat besar dan terus berkembang seiring dengan semakin banyaknya pembangunan perumahan dan proyek komersial lainnya. Hal ini dibuktikan dengan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021 bahwa penggunaan genteng keramik sebagai bahan utama atap rumah diminati oleh masyarakat di provinsi-provinsi besar seperti 6 provinsi di Pulau Jawa dibandingkan dengan jenis atap lainnya (beton, seng, asbes, bambu/kayu/sirap, jerami/ijuk/rambia, lainnya) dengan rata-rata penggunaan atap genteng keramik di 6 provinsi tersebut pada tahun 2021 adalah sebesar 70,4% [3]. Berdasarkan data dari Asosiasi Aneka Keramik Indonesia (ASAKI) tahun 2022, kapasitas produksi genteng keramik di Indonesia pada tahun 2019 - 2022 rata-rata berkisar 233.427 ton/tahun untuk memenuhi permintaan dalam negeri dengan rata-rata permintaan 225.796 ton/tahun dan permintaan ekspor dengan rata-rata permintaan 3.950 ton/tahun [4].

Genteng keramik diproses melalui beberapa tahapan dimulai dari *Clay Preparation*, *Forming*, *Drying*, *Glazing*, *Firing*, hingga *Sortir-Packing* yang pada setiap prosesnya memiliki spesifikasi tersendiri sehingga menghasilkan *output* yang diharapkan [5]. Pengujian kualitas hasil produksi sebelum proses *firing* dengan mesin Kiln sebagai tahap akhir proses pembuatan genteng keramik, dapat dilakukan setelah proses *drying* atau dalam keadaan kering [6]. Proses pengeringan merupakan salah satu tahap penting dalam proses produksi genteng keramik dengan mengubah genteng dari kondisi rapuh menjadi padat, kuat, dan kaku, sehingga siap untuk proses *glazing* dan *firing* [7]. Standar kualitas PT. XYZ menetapkan tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan $\leq 2,5\%$.

Namun, kandungan air dalam *clay* sebagai bahan baku tidak dapat diprediksi karena dipengaruhi oleh faktor alam, dengan tingkat kebasahan awal *clay* (sebelum proses pengeringan) berkisar antara 18% hingga 22% [8].

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu pengeringan yang tepat sehingga memperoleh tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan yang sesuai spesifikasi, yaitu $\leq 2,5\%$ terhadap tingkat kebasahan awal *clay* yang berbeda-beda. Selain itu, disusun pula *Standard Operational Procedure* (SOP) pengecekan kebasahan awal *clay* untuk penentuan durasi pengeringan *clay*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimental. Pada pelaksanaannya menerapkan prinsip-prinsip penelitian laboratorium, terutama dalam pengontrolan terhadap hal-hal yang mempengaruhi jalannya eksperimen. Metode ini bersifat *validation*, yaitu menguji pengaruh satu atau lebih variabel terhadap variabel lain. Variabel yang memberi pengaruh dikelompokkan sebagai variabel bebas (*independent variable*) dan variabel yang dipengaruhi dikelompokkan sebagai variabel terikat (*dependent variable*) [9].

Penelitian ini berfokus untuk menemukan durasi pengeringan yang tepat terhadap tingkat kebasahan awal *clay* yang berbeda-beda hingga menghasilkan tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan yang sesuai spesifikasi ($\leq 2,5\%$). Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah tingkat kebasahan awal *clay* dan durasi pengeringan *clay* sebagai variabel bebas, sedangkan tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan sebagai variabel terikat.

Peneliti melakukan studi eksperimen di laboratorium perusahaan yang dirancang dengan metode *Design of Experiment* (DoE) terhadap lima sampel *clay* dengan tingkat kebasahan awal 18,60%; 19,87%; 20,45%; 21,42%; dan 22,03%. Tingkat kebasahan yang digunakan tersebut merupakan *range* dari tingkat kebasahan *clay* sebelum proses pengeringan yang dialami oleh perusahaan. Masing-masing sampel dikeringkan selama 30, 40, 50, 60, dan 70 menit hingga menghasilkan tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan yang sesuai spesifikasi.

Eksperimen berupa *trial drying* dilakukan terhadap 5 sampel *clay* yang diambil setelah proses ekstrusi di mesin *extruder* dengan tingkat kebasahan 18,60%; 19,87%; 20,45%; 21,42%; 22,03%. Masing-masing *clay* dengan tingkat kebasahan tersebut dibagi ke dalam 5 wadah kecil

untuk dikeringkan selama 30 menit, 40 menit, 50 menit, 60 menit, dan 70 menit hingga tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan sesuai dengan spesifikasi ($\leq 2,5\%$). Hasil eksperimen diolah dengan *Two-Way* ANOVA tanpa interaksi untuk mengevaluasi pengaruh signifikan dari tingkat kebasahan awal *clay* dan durasi pengeringan terhadap tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan. Adapun *Two-Way* ANOVA merupakan metode statistik untuk membandingkan rata-rata dari dua atau lebih kelompok atau perlakuan yang berbeda. Melalui metode ini, dapat diketahui apakah terdapat interaksi kedua variabel bebas (*factor*) dan efek dari masing-masing variabel bebas (*factor*).

Adapun pengolahan dan analisis data pada penelitian ini akan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

A. Eksperimen

Perencanaan eksperimen dirancang dengan *Design of Experiment* (DoE). DoE digunakan untuk mengetahui jumlah data yang harus dikumpulkan hingga jumlah eksperimen yang perlu dilakukan agar diperoleh informasi yang diperlukan [10]. Setelah ditentukan variabel bebas dan terikatnya, langkah selanjutnya adalah menentukan jenis atau model DoE yang akan digunakan. Adapun jenis DoE yang digunakan adalah *factorial design* yang bertujuan untuk menginvestigasi keseluruhan kemungkinan kombinasi yang dapat terjadi dari faktor-faktor yang dipilih. *Factorial design* pada penelitian ini, ditentukan dari jumlah faktor dan jumlah tingkatan (*levels*) dari faktor [11]. Simbol *factorial design* yang digunakan adalah 2^5 , melambangkan 2 faktor (tingkat kebasahan awal *clay* dan durasi pengeringan) dan 5 tingkatan dari masing-masing faktor (*levels*).

B. Uji Analisis

Hasil dari eksperimen akan dianalisis dengan ANOVA. ANOVA terbagi menjadi dua, yaitu tanpa interaksi dan dengan interaksi [12]. Pada ANOVA tanpa interaksi terdapat satu sampel saja pada hubungan antar faktor, sedangkan pada ANOVA dengan interaksi terdapat lebih dari satu sampel pada hubungan antar faktor [13]. Penelitian ini menggunakan *Two-Way* ANOVA tanpa interaksi untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari tingkat kebasahan awal *clay* dan durasi pengeringan terhadap tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan. Langkah-langkah uji *Two-Way* ANOVA sebagai berikut:

1) *Uji Normalitas*: Sebelum dilakukan uji ANOVA, dilakukan uji asumsi *normalitas*. Adapun uji *normalitas* digunakan untuk menentukan apakah sekumpulan data dapat dimodelkan dengan baik oleh distribusi normal dan menghitung seberapa besar kemungkinan variabel acak yang membentuk

kumpulan data tersebut terdistribusi secara normal. *Normalitas* merupakan salah satu asumsi yang sangat penting agar dapat menggambarkan secara akurat dan dapat memberikan kesimpulan yang dapat diandalkan sesuai dengan kondisinya. Pada penelitian ini, uji *normalitas* dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ karena metode ini cocok digunakan untuk sampel berukuran kecil, data tunggal yang belum dikelompokkan, dan data kuantitatif [14]. Adapun hipotesis yang akan diuji dalam pengujian *normalitas* ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Populasi data tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan terdistribusi normal

H_1 : Populasi data tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan tidak terdistribusi normal

Dengan kaidah keputusan jika $KS_{hitung} < KS_{tabel}$, maka H_0 diterima. Jika $KS_{hitung} > KS_{tabel}$, maka H_0 ditolak.

2) *Uji Homogenitas*: Setelah terbukti data terdistribusi normal, dilanjutkan dengan uji homogenitas menggunakan uji Bartlett dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Uji homogenitas dilakukan terhadap kelima kelompok tingkat kebasahan awal *clay* dan kelima kelompok durasi pengeringan. Uji homogenitas dilakukan sebagai prasyarat dalam analisis ANOVA karena asumsi yang mendasar dalam ANOVA yaitu varian dari populasi sama. Uji Bartlett merupakan salah satu metode dari uji homogenitas yang sangat peka terhadap *ketidaknormalan* distribusi, sehingga perlu dilakukan uji *normalitas* distribusi skor masing-masing kelompok [15]. Adapun hipotesis yang akan diuji dalam pengujian homogenitas ini adalah sebagai berikut:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2$

$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2 \neq \sigma_4^2 \neq \sigma_5^2$

Dengan kaidah keputusan jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$, maka H_0 diterima. Jika $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$, maka H_0 ditolak.

3) *Uji Two-Way ANOVA*: Setelah terbukti data terdistribusi normal dan homogen, analisis *Two-Way* ANOVA tanpa interaksi dapat dilakukan dengan hipotesis:

Faktor A (Tingkat kebasahan awal *clay*)

$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5$

H_1 : Sedikitnya ada satu *mean* yang berbeda

Faktor B (Durasi pengeringan)

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5$

H_1 : Sedikitnya ada satu *mean* yang berbeda

Untuk mendapatkan keputusan terkait dengan hipotesis, dilakukan perbandingan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} . Adapun F_{hitung} dapat ditentukan berdasarkan rumus yang tertera pada Tabel I.

Dengan:

I = Level faktor A (tingkat kebasahan awal *clay*)

J = Level faktor B (durasi pengeringan)

TABEL I
RUMUS TWO-WAY ANOVA TANPA INTERAKSI

Source of Variation	Sum Square	Degree of Freedom	Mean Square	F _{hitung}
Antar A (Faktor A)	$SSA = JK \sum_{i=1}^I (\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...})^2$	I-1	$MSA = \frac{SSA}{I-1}$	$F_A = \frac{MSA}{MSE}$
Antar B (Faktor B)	$SSB = IK \sum_{j=1}^J (\bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...})^2$	J-1	$MSB = \frac{SSB}{J-1}$	$F_B = \frac{MSB}{MSE}$
Galat (Error)	$SSE = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (Y_{ij.} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{.j.} + \bar{Y}_{...})^2$	(I-1)(J-1)	$MSE = \frac{SSE}{(I-1)(J-1)}$	
Total	SST	IJ-1	-	-

Adapun kriteria penarikan kesimpulan dari hipotesis sesuai dengan dua kondisi berikut yang berdasarkan pada F_{tabel} dengan signifikansi $\alpha = 0,05$. Faktor A (tingkat kebasahan awal *clay*):

1. Jika $F_{hitung} \text{ baris} < F_{tabel} (F_{\alpha(I-1, (I-1)(J-1))})$, maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap variabel terikat.
2. Jika $F_{hitung} \text{ baris} \geq F_{tabel} (F_{\alpha(I-1, (I-1)(J-1))})$, maka H_0 ditolak artinya setidaknya ada satu yang berbeda dalam kategori faktor A.

Faktor B (durasi pengeringan):

1. Jika $F_{hitung} \text{ Kolom} < F_{tabel} (F_{\alpha(J-1, (I-1)(J-1))})$, maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap variabel terikat.
2. Jika $F_{hitung} \text{ Kolom} \geq F_{tabel} (F_{\alpha(J-1, (I-1)(J-1))})$, maka H_0 ditolak artinya setidaknya ada satu yang berbeda dalam kategori faktor B.

4) *Uji Post-Hoc ANOVA*: Uji lanjut ANOVA dilakukan untuk mengidentifikasi secara lebih spesifik kelompok mana yang berbeda [16]. Uji *Post-Hoc* dilakukan dengan uji Tukey HSD untuk mengetahui antar tingkat kebasahan awal *clay* mana saja dan durasi pengeringan mana saja yang memiliki hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan berbeda. Dengan kata lain yang paling berpengaruh terhadap tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan. Uji *Post-Hoc* dilakukan untuk tingkat kebasahan awal *clay* (Faktor A) dan durasi pengeringan (Faktor B) dengan kriteria pengujian sebagai berikut.

1. Jika nilai $P\text{-Value} < \alpha (0,05)$ maka terdapat perbedaan secara signifikan antara kelompok tersebut.
2. Jika nilai $P\text{-Value} > \alpha (0,05)$ maka tidak terdapat perbedaan secara signifikan antara kelompok tersebut.

C. Penyusunan SOP

SOP atau Standar Operasional Prosedur merupakan sebuah dokumen yang dapat memberikan kejelasan dan informasi yang lebih baik kepada seseorang mengenai metode yang digunakan dalam melaksanakan tugas rutin atau berulang untuk mencegah variasi atau potensi penyimpangan yang dapat mengganggu kinerja

[17]. Berdasarkan hasil eksperimen, disusun usulan SOP *release* dari Laboratorium mengenai pengecekan tingkat kebasahan awal *clay* untuk proses pengeringan *clay*. SOP ditunjukkan kepada divisi produksi sebagai usulan perbaikan pada proses pengeringan *clay* sehingga diperoleh tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan yang sesuai spesifikasi perusahaan, yaitu $\leq 2,5\%$.

III. HASIL PENELITIAN

Perancangan eksperimen dengan DoE *Factorial Design* diolah dan menghasilkan rancangan eksperimen pada Tabel II.

TABEL II
PERANCANGAN EKSPERIMEN DENGAN DoE

Run	Block	Kebasahan Awal Clay (%)	Durasi Pengeringan (Menit)
1	1	18,6	30
2	1	18,6	40
3	1	18,6	50
4	1	18,6	60
5	1	18,6	70
6	1	19,87	30
7	1	19,87	40
8	1	19,87	50
9	1	19,87	60
10	1	19,87	70
11	1	20,45	30
12	1	20,45	40
13	1	20,45	50
14	1	20,45	60
15	1	20,45	70
16	1	21,42	30
17	1	21,42	40
18	1	21,42	50
19	1	21,42	60
20	1	21,42	70
21	1	22,03	30
22	1	22,03	40
23	1	22,03	50
24	1	22,03	60
25	1	22,03	70

Berdasarkan hasil pengolahan, dapat disimpulkan bahwa dengan 2 faktor, eksperimen akan dilakukan sebanyak 25 kali dan menghasilkan

25 data. Pada Tabel II, kolom *Run* menyatakan urutan dari pelaksanaan eksperimen, sedangkan kolom *Block* menyatakan kelompok eksperimen yang dilakukan dalam kondisi yang sama atau serupa. Kolom kebasahan awal *clay* merupakan faktor A dan kolom durasi pengeringan merupakan faktor B.

A. Hasil Eksperimen

Hasil eksperimen tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan berdasarkan 5 kelompok tingkat kebasahan awal *clay* dan durasi pengeringan dijabarkan pada Tabel III.

TABEL III
HASIL EKSPERIMEN

Kebasahan Awal (%)	Waktu (Menit)				
	30	40	50	60	70
18,60	3,49%	2,27%	1,41%	0,99%	0,66%
19,87	5,43%	3,53%	2,19%	1,54%	1,02%
20,45	6,89%	4,48%	2,78%	1,95%	1,29%
21,42	8,67%	5,64%	3,50%	2,45%	1,62%
22,03	10,16%	6,61%	4,10%	2,87%	1,90%

B. Hasil Uji Analisis

Berdasarkan pengolahan yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengujian asumsi ANOVA (*normalitas* dan *homogenitas*), *Two-Way* ANOVA, dan *Post-Hoc* yang dijabarkan sebagai berikut.

1) *Pengolahan Uji Normalitas*: Adapun hasil uji *Normalitas* sebagai uji asumsi ANOVA dengan Kolmogorov-Smirnov dijabarkan pada Tabel IV sebagai berikut:

TABEL IV
HASIL PERHITUNGAN UJI STATISTIK

Setelah Pengeringan (%)	Z	Pobabilitas Empiris	FT	FS	[FT – FS]
0,66	-1,13797	0,04	0,13	0,04	0,09
0,99	-1,00563	0,04	0,16	0,08	0,08
1,02	-0,99360	0,04	0,16	0,12	0,04
1,29	-0,88532	0,04	0,19	0,16	0,03
1,41	-0,83720	0,04	0,20	0,20	0,00
1,54	-0,78506	0,04	0,22	0,24	0,02
1,62	-0,75298	0,04	0,23	0,28	0,05
1,9	-0,64069	0,04	0,26	0,32	0,06
1,95	-0,62064	0,04	0,27	0,36	0,09
2,19	-0,52439	0,04	0,30	0,40	0,10
2,27	-0,49231	0,04	0,31	0,44	0,13
2,45	-0,42012	0,04	0,34	0,48	0,14
2,78	-0,28778	0,04	0,39	0,52	0,13
2,87	-0,25169	0,04	0,40	0,56	0,16
3,49	-0,00305	0,04	0,50	0,60	0,10
3,5	0,00096	0,04	0,50	0,64	0,14
3,53	0,01299	0,04	0,51	0,68	0,17
4,1	0,24158	0,04	0,60	0,72	0,12
4,48	0,39398	0,04	0,65	0,76	0,11
5,43	0,77496	0,04	0,78	0,80	0,02
5,64	0,85917	0,04	0,80	0,84	0,04
6,61	1,24818	0,04	0,89	0,88	0,01
6,89	1,36047	0,04	0,91	0,92	0,01
8,67	2,07430	0,04	0,98	0,96	0,02
10,16	2,67184	0,04	1,00	1,00	0,00

Selisih [FT-FS] terbesar akan dibandingkan dengan nilai tabel Kolmogorov-Smirnov (KS) untuk menguji hipotesis yang akan diterima. Berdasarkan tabel KS, dengan jumlah sampel sebanyak 25 dan $\alpha = 0,05$ diperoleh nilai $KS_{\text{tabel}} = 0,264$.

2) *Uji Homogenitas*: Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan Uji Bartlett untuk kelima kelompok durasi pengeringan dan untuk kelima kelompok tingkat kebasahan awal *clay*. Adapun perhitungan uji homogenitas untuk kelompok durasi pengeringan dijabarkan pada Tabel V berikut:

TABEL V
HASIL PERHITUNGAN UJI STATISTIK HOMOGENITAS DURASI PENGERINGAN

Durasi	Df	σ^2	$\text{Log } \sigma^2$	$\text{Df} \times \text{Log } \sigma^2$	$\text{Df} \times \sigma^2$
30 menit	4	6,88642	0,83799351	3,351974	27,54568
40 menit	4	2,91643	0,46485156	1,859406	11,66572
50 menit	4	1,12113	0,04965597	0,198624	4,48452
60 menit	4	0,5464	-0,2624893	-1,04996	2,1856
70 menit	4	0,23762	-0,624117	-2,49647	0,95048
Σ	20	11,708	0,46589472	1,863579	46,832

Setelah mendapat nilai variansi, hitung variansi gabungan (σ^2 gabungan) dari seluruh kelompok dan χ^2_{hitung} .

$$\Sigma^2 \text{gabungan} = \frac{46,832}{20} = 2,3416$$

$$\chi^2_{\text{hitung}} = \text{Ln}10 \times (7,390254 - 1,863579) = 8,894841$$

Kemudian hitung nilai χ^2_{tabel} menggunakan tabel *Chi-Square*. Dengan $\alpha = 0,05$ dan derajat kebebasan gabungan $v = 5 - 1 = 4$ maka diperoleh nilai $\chi^2_{\text{tabel}} = 9,49$.

Sedangkan perhitungan uji homogenitas untuk kelompok tingkat kebasahan awal *clay* dijabarkan pada Tabel VI berikut:

TABEL VI
HASIL PERHITUNGAN UJI STATISTIK HOMOGENITAS TINGKAT KEBASAHAN AWAL

Kebasahan	Df	σ^2	$\text{Log } \sigma^2$	$\text{Df} \times \text{Log } \sigma^2$	$\text{Df} \times \sigma^2$
18,60%	4	1,29458	0,11212889	0,448516	5,17832
19,87%	4	3,14027	0,49696699	1,987868	12,56108
20,45%	4	5,06377	0,70447397	2,817896	20,25508
21,42%	4	8,02713	0,9045603	3,618241	32,10852
22,03%	4	11,02317	1,04230651	4,169226	44,09268
Jumlah	20	28,54892	3,26043666	13,04175	114,1957

Setelah mendapat nilai variansi, hitung variansi gabungan (σ^2 gabungan) dari seluruh kelompok dan χ^2_{hitung} .

$$\Sigma^2 \text{gabungan} = \frac{114,1957}{20} = 5,709784$$

$$\chi^2_{\text{hitung}} = \text{Ln}10 \times (15,13239 - 13,04175) = 4,81476$$

Kemudian hitung nilai χ^2_{tabel} menggunakan tabel *Chi-Square*. Dengan $\alpha=0,05$ dan derajat kebebasan gabungan $v = 5 - 1 = 4$ maka diperoleh nilai $\chi^2_{\text{tabel}} = 9,487729$.

3) Uji ANOVA Dua Arah Tanpa Interaksi: Uji ANOVA dilakukan dengan 2 faktor, yaitu

- Tingkat kebasahan awal *clay* (Faktor A): 18,60%; 19,87%; 20,45%; 21,42%; 22,03%.
- Durasi pengeringan (Faktor B): 30 menit, 40 menit, 50 menit, 60 menit, 70 menit.

Adapun hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan (%) dari setiap kombinasi dapat dilihat pada Tabel VII. Perhitungan *Two-Way ANOVA* dengan menggunakan *Toolpack Analysis Excel* disajikan pada Tabel VIII

TABEL VII
HASIL TINGKAT KEBASAHAN CLAY SETELAH PENGERINGAN (%) DARI SETIAP KOMBINASI

Kebasahan Awal	Waktu (Menit)					Σ
	30	40	50	60	70	
18,60%	3,49	2,27	1,41	0,99	0,66	8,82
19,87%	5,43	3,53	2,19	1,54	1,02	13,71
20,45%	6,89	4,48	2,78	1,95	1,29	17,39
21,42%	8,67	5,64	3,50	2,45	1,62	21,88
22,03%	10,16	6,61	4,10	2,87	1,90	25,64
Σ	34,64	22,53	13,98	9,8	6,49	87,44

TABEL VIII

HASIL PERHITUNGAN *TWO-WAY* ANOVA DENGAN *TOOLPACK ANALYSIS EXCEL*

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-Value	F crit
Kebasahan Awal (Rows)	35,032376	4	8,75809	11,87576011	0,00011	3,006917
Durasi Pengeringan (Column)	102,39606	4	25,599	34,71163352	1,1E-07	3,006917
Error	11,799624	16	0,73748			
Total	149,22806	24				

Dari hasil perhitungan pada Tabel VIII, nilai F_{hitung} yang terdapat pada kolom F akan dibandingkan dengan nilai F_{tabel} dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ yang terdapat pada kolom F_{crit} .

4) *Uji Post-Hoc ANOVA*: Dilakukan untuk mengidentifikasi secara lebih spesifik kelompok mana yang berbeda secara signifikan setelah analisis ANOVA menunjukkan adanya perbedaan secara keseluruhan di antara beberapa kelompok. Pada penelitian ini uji *Post-Hoc ANOVA* dilakukan menggunakan Uji Tukey HSD dan $\alpha = 0,05$. Adapun hasil uji *Post-Hoc* sebagai berikut.

- Tabel IX menunjukkan hasil Uji *Post-Hoc* Faktor A (tingkat kebasahan awal *clay*):

TABEL IX
HASIL UJI *POST-HOC* FAKTOR A

Difference of Kebasahan Awal Levels	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted P-Value
19,87% - 18,60%	0,978	0,543	0,407
20,45% - 18,60%	1,714	0,543	0,042
21,42% - 18,60%	2,612	0,543	0,002
22,03% - 18,60%	3,364	0,543	0,000
20,45% - 19,87%	0,736	0,543	0,663
21,42% - 19,87%	1,634	0,543	0,056
22,03% - 19,87%	2,386	0,543	0,004
21,42% - 20,45%	0,898	0,543	0,487
22,03% - 20,45%	1,65	0,543	0,053
22,03% - 21,42%	0,752	0,543	0,645

- Tabel X menunjukkan hasil Uji *Post-Hoc* Faktor B (durasi pengeringan):

TABEL X
HASIL UJI *POST-HOC* FAKTOR B

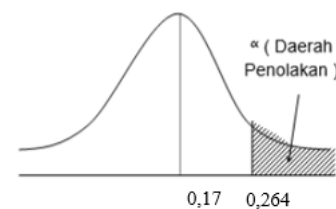
Difference of Durasi Pengeringan Levels	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted P-Value
40 menit - 30 menit	-2,422	0,543	0,003
50 menit - 30 menit	-4,132	0,543	0,000
60 menit - 30 menit	-4,968	0,543	0,000
70 menit - 30 menit	-5,630	0,543	0,000

Difference of Durasi Pengeringan Levels	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted P-Value
50 menit - 40 menit	-1,710	0,543	0,043
60 menit - 40 menit	-2,546	0,543	0,002
70 menit - 40 menit	-3,208	0,543	0,000
60 menit - 50 menit	-0,836	0,543	0,554
70 menit - 50 menit	-1,498	0,543	0,088
70 menit - 60 menit	-0,662	0,543	0,741

IV. PEMBAHASAN

A. Uji Normalitas

Berdasarkan hasil pengolahan uji normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov, dapat disimpulkan sebagai berikut (Gambar 1):



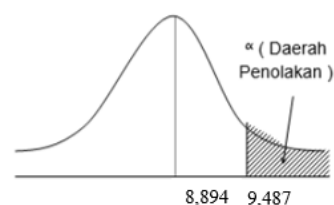
Gambar 1. Kurva Normal Uji Normalitas

KS_{hitung} maksimal yang merupakan selisih terbesar $[F_T - F_S] = 0,17 < KS_{tabel} = 0,264$, sehingga H_0 diterima. Artinya data tingkat kebasahan *clay*.

Uji Homogenitas

Berdasarkan hasil pengolahan uji homogenitas dengan Uji Bartlett, dapat disimpulkan sebagai berikut:

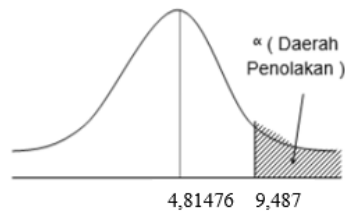
1) Uji Homogenitas untuk Kelima Kelompok Durasi Pengeringan:



Gambar 2. Kurva Uji Bartlett Durasi Pengeringan

Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa nilai $\chi^2_{hitung} = 8,89 < \text{nilai } \chi^2_{tabel} = 9,49$ sehingga H_0 diterima, artinya ada kesamaan variansi tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari kelima durasi pengeringan.

2) Uji Homogenitas untuk kelima kelompok tingkat kebasahan awal *clay*:

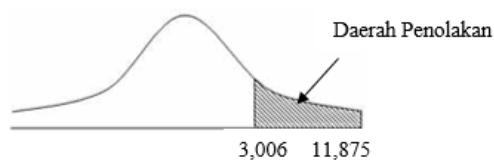


Gambar 3. Kurva Uji Bartlett Tingkat Kebasahan Awal

Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa nilai $\chi^2_{hitung} = 4,81 < \text{nilai } \chi^2_{tabel} = 9,49$ sehingga H_0 diterima, artinya ada kesamaan variansi tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari kelima tingkat kebasahan awal *clay*.

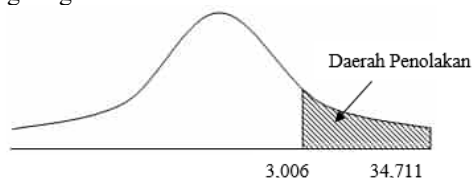
C. Uji ANOVA Dua Arah Tanpa Interaksi

Berdasarkan pengolahan uji ANOVA dua arah tanpa interaksi pada faktor A, didapatkan F_{hitung} baris = 11,88 dan nilai $F_{0,05(4,16)} = 3,01$. Maka, dapat disimpulkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$, artinya H_0 ditolak (Gambar 4), setidaknya ada satu perbedaan yang signifikan dari hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan di antara kelima tingkat kebasahan awal *clay*.



Gambar 4. Kurva Uji Two-Way ANOVA Faktor A

Sedangkan pada faktor B, didapatkan F_{hitung} kolom = 34,71 dan nilai $F_{0,05(4,16)} = 3,01$. Maka, dapat disimpulkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$. Artinya H_0 ditolak (Gambar 5), setidaknya ada satu perbedaan yang signifikan dari hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan diantara kelima durasi pengeringan.



Gambar 5. Kurva Uji Two-Way ANOVA Faktor B

Hasil pengujian hipotesis untuk Faktor A dan Faktor B menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (H_0 ditolak) sehingga perlu dilakukannya uji lanjutan ANOVA yaitu uji *Post-Hoc* untuk melihat perbedaan tiap kelompok secara nyata.

D. Uji Post-Hoc ANOVA

Berdasarkan hasil pengolahan uji *Post-Hoc* ANOVA dengan Tukey HSD, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1) Hasil Uji *Post-Hoc* Faktor A (Tingkat Kebasahan Awal *Clay*): Berdasarkan pengolahan data, didapatkan kelompok-kelompok yang memiliki perbedaan yang signifikan.

- Tingkat kebasahan awal *clay* 20,45% dan tingkat kebasahan awal *clay* 18,60% memiliki nilai $P\text{-Value}$ (0,042) $< \alpha$ (0,05), artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari tingkat kebasahan awal 20,45% dan hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari tingkat kebasahan awal 18,60%.
- Tingkat kebasahan awal *clay* 21,42% dan tingkat kebasahan awal *clay* 18,60% memiliki nilai $P\text{-Value}$ (0,002) $< \alpha$ (0,05), artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari tingkat kebasahan awal 21,42% dan hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari tingkat kebasahan awal 18,60%.
- Tingkat kebasahan awal *clay* 22,03% dan tingkat kebasahan awal *clay* 18,60% memiliki nilai $P\text{-Value}$ (0,000) $< \alpha$ (0,05), artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari tingkat kebasahan awal 22,03% dan hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari tingkat kebasahan awal 18,60%.
- Tingkat kebasahan awal 22,03% dan tingkat kebasahan awal 19,87% memiliki nilai $P\text{-Value}$ (0,004) $< \alpha$ (0,05), artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari tingkat kebasahan awal 22,03% dan hasil tingkat kebasahan *clay* setelah proses pengeringan dari tingkat kebasahan awal 19,87%.

2) Hasil Uji *Post-Hoc* Faktor B (Durasi Pengeringan): Berdasarkan pengolahan data, didapatkan kelompok-kelompok yang memiliki perbedaan yang signifikan.

- Durasi pengeringan 40 menit dan durasi pengeringan 30 menit memiliki nilai $P\text{-Value}$ (0,003) $< \alpha$ (0,05), artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan *clay* setelah dikeringkan selama 40 menit dan hasil tingkat kebasahan *clay* setelah dikeringkan selama 30 menit.
- Durasi pengeringan 50 menit dan durasi pengeringan 30 menit memiliki nilai $P\text{-Value}$ (0,000) $< \alpha$ (0,05), artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan

clay setelah dikeringkan selama 50 menit hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 30 menit.

- Durasi pengeringan 60 menit dan durasi pengeringan 30 menit memiliki nilai $P\text{-Value}$ $(0,000) < \alpha$ $(0,05)$, artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 60 menit dan hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 30 menit.
- Durasi pengeringan 70 menit dan durasi pengeringan 30 menit memiliki nilai $P\text{-Value}$ $(0,000) < \alpha$ $(0,05)$, artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 70 menit dan hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 30 menit.
- Durasi pengeringan 50 menit dan durasi pengeringan 40 menit memiliki nilai $P\text{-Value}$ $(0,043) < \alpha$ $(0,05)$, artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 50 menit dan hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 40 menit.
- Durasi pengeringan 60 menit dan durasi pengeringan 40 menit memiliki nilai $P\text{-Value}$ $(0,002) < \alpha$ $(0,05)$, artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 60 menit dan hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 40 menit.
- Durasi pengeringan 70 menit dan durasi pengeringan 40 menit memiliki nilai $P\text{-Value}$ $(0,000) < \alpha$ $(0,05)$, artinya terdapat perbedaan secara signifikan antara hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 70 menit dan hasil tingkat kebasahan clay setelah dikeringkan selama 40 menit.

E. Standar Operasional Prosedur (SOP) Pemeriksaan Kebasahan Awal Clay untuk Proses Pengeringan.

Untuk mempertahankan kualitas produknya, perusahaan memiliki standar spesifikasi untuk genteng keramik yang telah melalui proses pengeringan, yaitu tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan $\leq 2,5\%$. Oleh karena itu, disusun usulan SOP mengenai pemeriksaan kebasahan awal clay di Laboratorium sehingga dapat diketahui pengaturan durasi pada proses pengeringan yang tepat untuk menghasilkan tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan $\leq 2,5\%$. Adapun SOP dijabarkan pada Tabel XI.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengolahan dan analisis data, didapatkan kesimpulan yang dapat menjawab rumusan masalah yang dijabarkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan terhadap lima tingkat kebasahan awal clay yang dikeringkan selama durasi waktu 30 menit, 40 menit, 50 menit, 60 menit, dan 70 menit, dapat disimpulkan durasi pengeringan yang tepat bagi masing-masing tingkat kebasahan awal clay sehingga menghasilkan genteng keramik setelah proses pengeringan yang sesuai spesifikasi. Untuk kebasahan awal 18,60% minimal dikeringkan selama 40 menit, kebasahan awal 19,87% minimal dikeringkan selama 50 menit, kebasahan awal 20,45% dan 21,42% minimal dikeringkan selama 60 menit, dan kebasahan awal 22,03% minimal dikeringkan selama 70 menit dengan suhu 180°C.

Berdasarkan Uji ANOVA dan *Post-Hoc*, didapatkan kelompok-kelompok yang tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Adapun pada kelompok tingkat kebasahan awal clay yang tidak memiliki perbedaan hasil tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan yang signifikan adalah tingkat kebasahan awal clay 19,87% dan 18,60%, tingkat kebasahan awal clay 20,45% dan 19,87%, tingkat kebasahan awal clay 21,42% dan 19,87%, tingkat kebasahan awal clay 21,42% dan 20,45%, tingkat kebasahan awal clay 22,03% dan 20,45%, tingkat kebasahan awal clay 22,03% dan 21,42%.

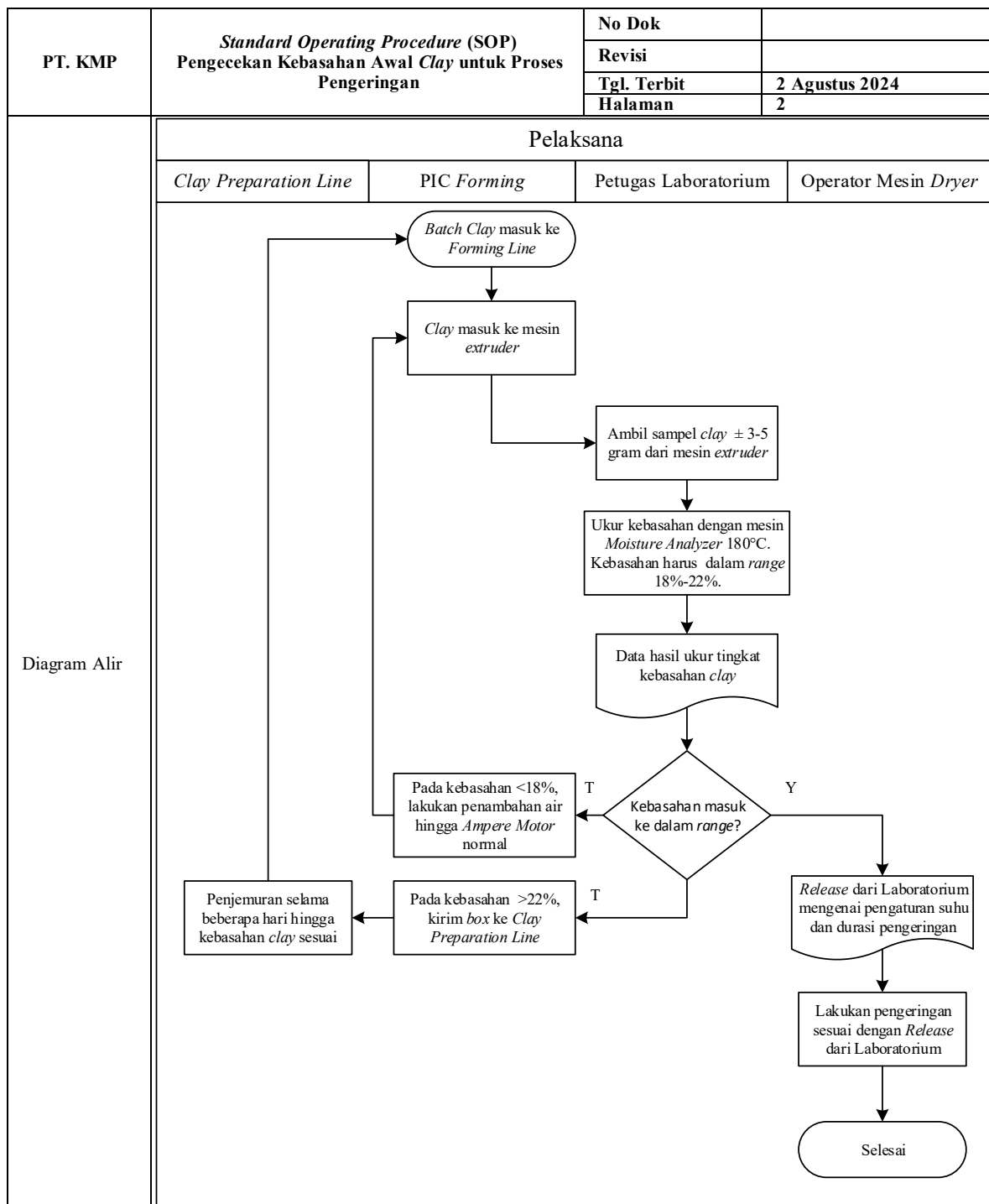
Sedangkan pada kelompok durasi pengeringan clay, kelompok-kelompok yang tidak memiliki perbedaan hasil tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan yang signifikan adalah durasi pengeringan 60 menit dan 50 menit, durasi pengeringan 70 menit dan 50 menit, durasi pengeringan 70 menit dan 60 menit.

2. Untuk mempertahankan kualitas produk, perusahaan memiliki standar spesifikasi untuk genteng keramik yang telah melalui proses pengeringan, yaitu tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan $\leq 2,5\%$. Oleh karena itu, sesuai dengan tujuan penelitian, disusun SOP *release* dari Laboratorium kepada Divisi Produksi mengenai pemeriksaan kebasahan awal clay di Laboratorium sehingga dapat diketahui pengaturan durasi pengeringan pada proses pengeringan yang tepat untuk menghasilkan tingkat kebasahan clay setelah proses pengeringan $\leq 2,5\%$. Adapun SOP tersebut harus diikuti secara konsisten sehingga menghasilkan *ouput* yang diinginkan. Dengan adanya SOP, diharapkan perusahaan dapat

memastikan bahwa proses pengeringan *clay* berjalan sesuai dengan standar.

TABEL XI
SOP PENGECEKAN KEBASAHAN *CLAY* UNTUK PROSES PENGERINGAN

PT. KMP	Standard Operating Procedure (SOP) Pengecekan Kebasahan Awal Clay untuk Proses Pengeringan		No Dok	
			Revisi	
			Tgl. Terbit	2 Agustus 2024
			Halaman	2
Tujuan	Memastikan bahwa clay dikeringkan dengan baik sesuai dengan hasil pengecekan tingkat kebasahan awal clay di Laboratorium sehingga menghasilkan tingkat kebasahan clay setelah proses dryer ≤2,5%			
Ruang Lingkup	Laboratorium, Production Line, Clay Preparation Line			
Referensi	1. Peraturan Genteng Keramik Indonesia 2. Peraturan Badan Standardisasi Nasional Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2021 3. Production Management PT. Keramindo Megah Pertiwi			
Definisi	Forming Line	:	Lini pembentukan clay(extruder, cutting, press, dan pengeringan) setelah melalui proses preparation clay	
	Clay Preparation Line	:	Lini persiapan clay setelah diterima dari tambang, seperti pengecekan kelayakan sebagai bahan baku, penjemuran, proses pug mill dan roll crusher	
	Extruder	:	Mesin yang berfungsi untuk memadatkan clay sehingga massa clay homogen dan gelembung-gelembung udara yang terdapat dalam clay terbebas	
	Moisture Analyzer	:	Alat pendeteksi kebasahan sampel clay	
	Press	:	Mesin pembentuk clay hingga menjadi berbentuk genteng dengan kontur yang diinginkan	
Prosedur	1.	Batch produksi clay masuk ke forming line		
	2.	Clay masuk ke mesin extruder		
	3.	Ambil sampel clay sebanyak ± 3-5 gram dari mesin extruder untuk dilakukan pengecekan tingkat kebasahan awal clay di Laboratorium.		
	4.	Ukur tingkat kebasahan awal clay menggunakan mesin moisture analyzer dengan suhu 180°C. Hasil tingkat kebasahan clay harus berada pada range 18% - 22%.		
	5.	Pengaturan suhu dan durasi pengeringan :		
	a.	Clay yang memiliki kebasahan awal 18,60% dikeringkan dengan suhu 180°C selama minimal 40 menit.		
	b.	Clay yang memiliki kebasahan awal 19,87% dikeringkan dengan suhu 180°C selama minimal 50 menit.		
	c.	Clay yang memiliki kebasahan awal 20,45% dikeringkan dengan suhu 180°C selama minimal 60 menit.		
	d.	Clay yang memiliki kebasahan awal 21,42% dikeringkan dengan suhu 180° selama minimal 60 menit.		
	e.	Clay yang memiliki kebasahan awal 22,03% dikeringkan dengan suhu 180° selama minimal 70 menit.		
	6.	Pengaturan jika hasil pengecekan Laboratium tingkat kebasahan awal clay tidak masuk ke dalam range 18% - 22%:		
	a.	Jika tingkat kebasahan clay < 18%, buat perintah kepada PIC Forming untuk menambahkan air pada clay di mesin extruder hingga ampere motor normal dan genteng yang tercetak tidak gundul.		
	b.	Jika tingkat kebasahan clay > 22% buat perintah kepada PIC Forming untuk mengganti box clay dengan tingkat kebasahan yang sudah sesuai atau berada di dalam range 18% - 22%. Box yang berisi clay dengan kebasahan >22% dikirim ke Clay Preparation Line untuk dijemur beberapa hari hingga kebasahan sesuai standar.		
	7.	Jika tingkat kebasahan clay masuk dalam range 18% - 22%, buat perintah kepada Operator Mesin Dryer untuk melakukan pengeringan sesuai dengan release dari Laboratorium.		



REFERENSI

- [1] A. F. Wati, E. Y. Erwan, N. Azizah dan P. Jurdila, "Analisis Industri Keramik di Indonesia," INA-Rxiv Papers, p. 2, 2019.
- [2] T. I. Sari, "Keberlanjutan dan Kontribusi Industri Kecil Kerajinan Gentang Dalam Meningkatkan Kesejahteraan Pengrajin," Tesis Sarjana, Institut Agama Islam Purwokero, Purwokerto, 2018.
- [3] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Persentase Rumah Tangga Menurut Provinsi dan Bahan Bangunan Utama Atap Rumah Terluas," 2021. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id>. [Diakses 1 April 2024].
- [4] Asosiasi Aneka Industri Keramik Indonesia, "About: Asosiasi Aneka Industri Keramik Indonesia," 2022. [Online]. Available: <https://asaki.or.id/>. [Diakses 1 April 2024].
- [5] F. Zuhra, "Pengaruh Kebisingan Terhadap Status Pendengaran Pekerja di PT. KIA Keramik MAS Plant Gresik," Tesis Sarjana, Universitas Airlangga, Surabaya, 2019.
- [6] A. B. Adhyatma, "Studi Eksperimen Pengaruh Keseragaman Bahan Baku dan Proses Produksi Terhadap Keseragaman Kekuatan Briket Shisha," Tesis Sarjana, Universitas Indonesia, Depok, 2024.

- [7] [1] Z. Noer and I. Dayana, Buku Fisika dan Teknologi Keramik, Medan: Guepedia, 2021.
- [8] N. Khikmah, "Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan *Statistical Process Control* (SPC) Pada PT. Keramindo Megah Pertiwi," Tesis Sarjana, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, 2016.
- [9] t. D. Untari, Metodologi Penelitian (Penelitian Kontemporer Bidang Ekonomi dan Bisnis), Purwokerto Selatan: CV. Pena Persada Redaksi, 2018.
- [10] M. K. Damayanti, "Desain Parameter Eksperimen untuk Optimasi Nilai *Frangibility Factor* Material Komposit dengan Metode Taguchi dan *Neural Network*," Tesis Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2020.
- [11] B. I. A. Muttaqin, "Telaah Kajian dan *Literature Review Design of Experiment* (DOE)," *Journal of Advances in Information and Industrial Technology (JAIIIT)*, vol. I, no. 1, pp. 33-34, 2019.
- [12] A. S. Rahmawati dan R. Erina, "Rancangan Acak Lengkap (RAL) Dengan Uji ANOVA Dua Jalur," *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [13] B. Nurgiyantoro, Gunawan dan Marzuki, Statistik Terapan, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017.
- [14] Usmadi, "Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas dan Uji Normalitas)," *Inovasi Pendidikan*, vol. VII, no. 1, pp. 58-61, 2020.
- [15] R. Sianturi, "Uji Homogenitas sebagai Syarat Pengujian Analisis," *Jurnal Pendidikan, Sains Sosial, dan Agama*, vol. V, no. 1, pp. 388-395, 2022.
- [16] Usmadi, "Uji Tukey Dan Uji Scheffee Uji Lanjut (*Post Hoc Test*)," Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Padang, 2021.
- [17] N. N. Hidayanti, M. Murrudin dan Hidayat, "Perancangan *Standard Operating Procedure* (SOP) proses produksi pada TEFA (*Teaching Factory*) (Studi Kasus: SMK Manbaul Ulum)," *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, vol. II, no. 2, pp. 303-305, 2022.