

**PENENTUAN FAKTOR DAN LEVEL FAKTOR
PROSES KERAMIK *TABLEWARE* UNTUK
MENGURANGI CACAT *PINHOLE* MENGGUNAKAN
*RESPONSE SURFACE METHODOLOGY***

SKRIPSI



Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Vincentius Chrisaldy Susanto

NPM : 2013610020



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**

No. Kode	: TI SUS P/17	2017
Tanggal	: 22 Desember 2017	
No. Ind.	: 4550 - FTI /SKP 34969	
Divisi	:	
Madrasah	:	
Departemen	: FTI	

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG



Nama : Vincentius Chrisaldy Susanto
NPM : 2013610020
Jurusan : Teknik Industri
Judul Skripsi : *PENENTUAN FAKTOR DAN LEVEL FAKTOR PROSES
KERAMIK TABLEWARE UNTUK MENGURANGI CACAT
PINHOLE MENGGUNAKAN RESPONSE SURFACE
METHODOLOGY*

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Agustus 2017

Ketua Jurusan Teknik Industri

(Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM)

Pembimbing Pertama

(R. Hari A., Drs., M.T.)

Pembimbing Kedua

(Cherish R., S.Si., M.T.)

Pembimbing Lapangan

(DR. Handoko S.K., Ph.D)



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan



Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Vincentius Chrisaldy Susanto

NPM : 2013610020

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

“PENENTUAN FAKTOR DAN LEVEL FAKTOR PROSES KERAMIK TABLEWARE UNTUK MENGURANGI CACAT *PINHOLE* MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*”

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung,

Vincentius Chrisaldy Susanto
2013610020



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan

Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Vincentius Chrisaldy Susanto

NPM : 2013610020

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

“PENENTUAN FAKTOR DAN LEVEL FAKTOR PROSES KERAMIK TABLEWARE UNTUK MENGURANGI CACAT *PINHOLE* MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*”

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung,

Vincentius Chrisaldy Susanto
2013610020

ABSTRAK

Penggunaan material lempung Sukabumi dapat dijadikan alternatif sebagai bahan baku pembuatan keramik. Menurut pihak Balai Besar Keramik kualitas keramik berglasir di Indonesia masih mempunyai tingkat kecacatan sifat tampak yang tinggi. Salah satunya adalah cacat *pinhole* yang ada pada permukaan keramik *tableware*. Cacat *pinhole* ini termasuk ke dalam cacat yang memberikan kerugian ekonomis paling tinggi, karena keramik yang memiliki cacat *pinhole* tidak dapat dijual.

SNI kualitas sifat tampak keramik *tableware* tertuang dalam SNI 7275:2008 tentang Keramik Berglasir-*Tableware*-Alat Makan dan Minum dan SNI ISO 10545-2:2010 tentang ubin keramik-bagian 2: penentuan dimensi dan mutu permukaan. Pada SNI tersebut standar sifat tampak permukaan keramik *tableware* adalah tidak boleh ada cacat *pinhole* yang berdiameter > 0,1 mm dan 95% dari luas permukaan keramik tidak boleh terdapat cacat *pinhole*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Response Surface Methodology* (RSM). Dengan menggunakan metode RSM ini, dapat diketahui kombinasi level faktor proses pembuatan keramik *tableware* yang memenuhi standar kualitas permukaan yang ada di SNI.

Dari hasil penelitian ini, faktor yang memberi pengaruh secara signifikan terhadap kualitas permukaan keramik *tableware* adalah lama waktu pembakaran keramik berglasir, suhu pembakaran keramik berglasir, dan cara pengglasiran. Level faktor yang diusulkan adalah waktu pembakaran glasir selama 0,39 jam, suhu pembakaran glasir sebesar 1286,21°C, dan cara pengglasiran dengan dikuas. Dari hasil implementasi terhadap usulan level faktor, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata respons hasil percobaan konfirmasi adalah 95% dari luas permukaan keramik tidak memiliki cacat yang tampak ke permukaan. Hal ini menunjukkan bahwa level faktor yang diusulkan, mampu memenuhi kualitas SNI permukaan keramik *tableware*.

ABSTRACT

The application of Sukabumi's clay can be used as alternative material to make a ceramic product. According to Balai Besar Keramik, the quality of glazed ceramics in Indonesia still has a high level of defect. One of the defect on ceramic is pinhole. Pinhole is one of the defect which gives the highest economical loss, because the ceramic product can't be sold.

SNI for surface quality of ceramic tableware contained in SNI 7275: 2008 of Ceramic Glazed-Tableware-Tableware and Drinking and SNI ISO 10545-2:2010 of ceramic tile-part 2: determination of dimension and surface quality. The standard of surface quality for tableware ceramic in the SNI is, there must be no pinhole defect which diameter is larger than 0,1 mm and 95% of the ceramic surface there must be no surface defect on it. The method used in this research is Response Surface Methodology (RSM). By using this RSM method, it can be seen the combination of process factor level of ceramic tableware manufacture that meets the surface quality standard in SNI.

From the results of this study, the factors that give a significant effect on the quality of the surface of ceramic tableware is the duration of combustion, the temperature of ceramic glazing and the method for glazing. The proposed factor level is the time of burning glaze for 0.39 hours, the burning temperature of the glaze is 1286.21°C, and the procedure of glaze the ceramic is brushed. From the results of the implementation of the proposed level of factors, it can be seen that the average response rate of confirmation experiments is 95% of the ceramic surface doesn't have any surface defect. This result shows that the level of proposed factors, able to meet the quality of SNI surface ceramic tableware.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan perlindungan-Nya sehingga proses pembuatan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Penelitian yang berjudul “Penentuan Faktor dan Level Faktor Proses Keramik *Tableware* untuk Mengurangi Cacat *Pinhole* Menggunakan *Response Surface Methodology*” ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam meraih gelar Sarjana di Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa ada banyak sekali bantuan dan dukungan yang telah diberikan dari Tuhan, keluarga, maupun teman-teman penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak R. Hari Adianto, Drs., M.T. dan Ibu Cherish Rikardo, S.Si, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah berkenan untuk meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan petunjuk, bimbingan, dan pengarahan selama pembuatan skripsi ini. Terima kasih atas segala bantuan dan kesabarannya selama ini dalam membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Alfian, S.T., M.T., dan Bapak Sugih Sudharma Tjandra, S.T, M.Si. selaku dosen penguji siding skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu untuk mengikuti sidang skripsi penulis serta memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini
3. Bapak Y.M. Kinley Aritonang, Ph.D. dan Bapak Sani Susanto Ph.D. selaku dosen penguji proposal yang telah bersedia meluangkan waktu untuk mengikuti sidang proposal skripsi penulis serta memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini
4. Bapak DR. Handoko Setyo Kuncoro, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D. sebagai pembimbing dari pihak Balai Besar Keramik. Terima kasih atas waktu dan kesempatan dalam memberikan bantuan dan pengarahan selama penyusunan skripsi ini, terutama dalam pelaksanaan eksperimen dan informasi mengenai keramik.

5. Bapak Ferry Pharama, sebagai pembimbing lapangan dari pihak Balai Besar Keramik Terima kasih atas waktu, dan tenaga dalam membantu dalam pengumpulan data eksperimen yang sangat sulit dan panjang.
6. Mama, dan kakak serta seluruh keluarga yang telah banyak memberikan motivasi, doa, dan bantuan baik secara mental maupun fisik dalam penyusunan skripsi ini.
7. Edwin, Anas, Iwan, Rico, Chris, Vani, Vony, Aaron, Mario, dan Wicak, sebagai teman dekat penulis selama kurang lebih empat tahun masa perkuliahan di Program Studi Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan ini. Terima kasih atas waktu dan dukungannya dalam suka duka yang penulis alami selama ini.
8. Ricky Aryadhi, sebagai teman seperjuangan penelitian di Balai Besar Keramik. Terima kasih atas segala bantuan, masukan, dan informasi yang diberikan ketika di Balai.
9. Tim asisten simulasi sistem, sebagai teman-teman seperjuangan skripsi dan menjaga laboratorium bersama. Terima kasih atas waktu, dukungan, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
10. Teman-teman TI UNPAR angkatan 2013, terima kasih atas segala informasi, dan dukungan yang sangat bermanfaat bagi penulis ketika menyusun skripsi ini.
11. Teman-teman lain yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, karena keterbatasan kemampuan, pengetahuan, dan pengalaman penulis. Oleh karenanya, penulis meminta maaf, dan menerima segala kritik dan saran dengan senang hati. Penulis berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan, terutama pengembangan industri keramik di Indonesia.

Bandung, 12 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	I-3
1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-8
1.4 Tujuan dan Sasaran Penelitian.....	I-8
1.5 Manfaat Penelitian	I-8
1.6 Metodologi Penelitian	I-9
1.7 Sistematika Penulisan	I-12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Keramik.....	II-1
II.2 Bahan Baku Keramik	II-2
II.3 Standar Keramik <i>Tableware</i>	II-4
II.4 Kualitas	II-5
II.5 Pengendalian Kualitas	II-6
II.6 Perancangan Eksperimen.....	II-7
II.7 Metode Taguchi	II-9
II.7.1 Penentuan Masalah atau Area yang Diperhatikan	II-10
II.7.2 Penentuan Tujuan Eksperimen.....	II-10
II.7.3 Penentuan Karakteristik Kualitas	II-11
II.7.4 Penentuan Faktor yang Memengaruhi Karakteristik Kualitas.....	II-11
II.7.5 Penentuan Faktor Terkendali dan Tidak Terkendali	II-12
II.7.6 Penentuan tingkat Perlakuan untuk Masing-masing Faktor .	II-12

II.7.7 Pemilihan <i>Orthogonal Array</i>	II-13
II.7.8 Penentuan Interaksi Faktor yang Memengaruhi Karakteristik Kualitas	II-15
II.7.9 Penugasan Faktor dan Interaksi Faktor ke dalam <i>Orthogonal Array</i>	II-16
II.7.10 Pelaksanaan Eksperimen Berdasarkan <i>Orthogonal Array</i> ..	II-16
II.7.11 Analisis dan Interpretasi Hasil Eksperimen	II-16
II.7.12 Percobaan Konfirmasi	II-17
II.8 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA).....	II-17
II.8.1 Perhitungan ANOVA untuk Faktor yang Mempengaruhi Nilai Rata-rata	II-17
II.8.2 Perhitungan ANOVA untuk Faktor yang Mempengaruhi Nilai Variansi	II-20
II.8.3 Strategi <i>Pooling Up</i>	II-21
II.9 Metode <i>Response Surface</i>	II-22
II.9.1 Pendekatan Fungsi Respons	II-23
II.9.2 Urutan Fasa RSM	II-26
II.10 <i>Central Composite Design</i>	II-27
II.11 Eksperimen Konfirmasi	II-28
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1 Bahan Baku Keramik <i>Tableware</i>	III-1
III.2 Penentuan Variabel Respons	III-1
III.3 Penentuan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Mutu Permukaan Keramik <i>Tableware</i>	III-3
III.4 Penentuan Level Perlakuan Faktor	III-12
III.5 Tahap <i>Sreening Experiment</i>	III-12
III.5.1 Pemilihan <i>Orthogonal Array</i>	III-12
III.5.2 Penempatan Faktor-Faktor dan Interaksi Faktor	III-14
III.5.3 Pengumpulan Data	III-15
III.5.4 Pengujian Syarat ANOVA	III-16
III.5.5 Pengolahan Data	III-19
III.6 <i>First Order Model</i>	III-35
III.7 <i>Second Order Model</i>	III-37
III.8 Pembuatan <i>Contour Plot</i> dan <i>Surface Plot</i>	III-40

III.9 Percobaan Konfirmasi.....	III-44
BAB IV ANALISIS	IV-1
IV.1 Analisis Objek Keramik.....	IV-1
IV.2 Analisis Penentuan Respons	IV-2
IV.3 Analisis Penentuan Faktor yang Mempengaruhi Respons.....	IV-3
IV.3.1 Analisis Penentuan Faktor Suhu Pembakaran Bodi Keramik	IV-4
IV.3.2 Analisis Penentuan Faktor Penahanan Suhu Pembakaran Keramik Berglasir.....	IV-4
IV.3.3 Analisis Penentuan Faktor Suhu Pembakaran Keramik Berglasir	IV-5
IV.3.4 Analisis Penentuan Faktor Cara Pengglasiran.....	IV-5
IV.3.5 Analisis Penentuan Interaksi Faktor Terkendali	IV-5
IV.3.6 Analisis Penentuan Faktor Tidak Terkendali	IV-6
IV.4 Analisis Penentuan Level Faktor	IV-7
IV.5 Analisis Metode <i>Screening Experiment</i>	IV-8
IV.6 Analisis <i>First Order Model</i>	IV-10
IV.7 Analisis <i>Second Order Model</i>	IV-10
IV.8 Analisis <i>Contour</i> dan <i>Surface Plot</i>	IV-11
IV.9 Analisis Percobaan Konfirmasi.....	IV-12
BAB V KESIMPULAN SARAN	V-1
V.1 Kesimpulan.....	V-1
V.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Jenis-jenis Cacat Pada Keramik Glasir	I-4
Tabel I.2	Penilaian Bobot Kepentingan Jenis Cacat.....	I-6
Tabel II.1	Syarat Mutu Sifat Tampak Tableware SNI 7275:2008.....	II-4
Tabel II.2	Penugasan <i>Orthogonal Arrays</i> untuk Faktor dengan Dua Level ...	II-13
Tabel II.3	Penugasan <i>Orthogonal Arrays</i> untuk Faktor dengan Tiga Level ...	II-14
Tabel II.4	<i>Tertiary Table</i> Dua Faktor	II-18
Tabel II.5	<i>Secondary Table</i> Dua Faktor	II-18
Tabel II.6	<i>Primary Table</i> Dua Faktor	II-18
Tabel II.7	Perhitungan ANOVA Untuk Nilai Rata-rata.....	II-18
Tabel III.1	Level Perlakuan Faktor Terkendali	III-12
Tabel III.2	Level Perlakuan Faktor Tidak Terkendali	III-12
Tabel III.3	<i>Orthogonal Array</i> $L_8(2^7)$	III-13
Tabel III.4	Penempatan Faktor-Faktor pada <i>Orthogonal Array</i> $L_8(2^7)$	III-15
Tabel III.5	Data Eksperimen Kualitas Permukaan Keramik <i>Tableware</i>	III-15
Tabel III.6	<i>Tertiary Table</i> Kualitas Permukaan Keramik <i>Tableware</i>	III-19
Tabel III.7	<i>Secondary Table</i> Kualitas Permukaan Keramik <i>Tableware</i>	III-20
Tabel III.8	<i>Primary Table</i> Kualitas Permukaan Keramik <i>Tableware</i>	III-20
Tabel III.9	Rekapitulasi Perhitungan <i>Sum of Square Primary Table</i>	III-23
Tabel III.10	Rekapitulasi Perhitungan <i>Sum of Square Secondary Table</i>	III-26
Tabel III.11	ANOVA <i>Unpooled</i> Rata-Rata Respons	III-27
Tabel III.12	ANOVA <i>Pooled</i> Rata-rata Respons	III-28
Tabel III.13	Hasil Perhitungan Nilai SNR Respons Faktor Terkendali.....	III-31
Tabel III.14	ANOVA <i>Unpooled</i> SNR Respons	III-32
Tabel III.15	ANOVA <i>Pooled</i> SNR Respons	III-33
Tabel III.16	Perancangan Eksperimen Metode CCD	III-38
Tabel III.17	Data Perancangan Eksperimen Metode CCD	III-38
Tabel III.18	Penugasan Level Faktor Percobaan Konfirmasi.....	III-44
Tabel III.19	Data Hasil Percobaan Konfirmasi	III-44

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Metodologi Penelitian	I-10
Gambar II.1	Faktor Yang Mempengaruhi Karakteristik Kualitas	II-7
Gambar II.2	Contoh Diagram Sebab Akibat (<i>Cause and Effect Diagram</i>)	II-12
Gambar II.3	<i>Linear Graph</i> $L_8(2^7)$	II-15
Gambar II.4	Permukaan Respons dan <i>Contour Plot</i>	II-23
Gambar II.5	<i>Response Surface</i> dan <i>Contour Plot</i> $\eta = 50 + 8x_1 + 3x_2$	II-25
Gambar II.6	<i>Response Surface</i> dan <i>Contour Plot</i> $\eta = 50 + 8x_1 + 3x_2 + 7x_1^2$ + $3x_2^2 + 4x_1x_2$	II-26
Gambar II.7	<i>Central Composite Design</i> untuk $k=2$ dan $\alpha = 0.2$	II-27
Gambar III.1	Pembuatan <i>Grid</i> pada Keramik.....	III-3
Gambar III.2	<i>Flowchart</i> Proses Pembuatan Keramik <i>Tableware</i>	III-4
Gambar III.3	Penggilingan Bahan Baku	III-5
Gambar III.4	Alat Pengayakan Bahan Baku	III-5
Gambar III.5	Proses Pencampuran Bahan Baku	III-6
Gambar III.6	Alat <i>Pressing</i> Bahan Baku Kering	III-6
Gambar III.7	<i>Oven</i> Pengering Bodi Keramik.....	III-7
Gambar III.8	Tungku Pembakaran Keramik.....	III-9
Gambar III.9	Diagram Sebab-Akibat Mutu Permukaan Keramik <i>Tableware</i>	III-9
Gambar III.10	<i>Linear Graph</i> $L_8(2^7)$	III-14
Gambar III.11	Sampel Keramik pada <i>Trial ke-8 dan Replikasi ke-2</i>	III-16
Gambar III.12	Pengujian Normalitas Data Respons	III-17
Gambar III.13	Pengujian Homogenitas Data Respons	III-18
Gambar III.14	<i>Scatter Plot</i> Data Respons	III-18
Gambar III.15	<i>Main Effect Plot</i> Faktor Terkendali Terhadap Mean.....	III-29
Gambar III.16	<i>Interaction Plot</i> Faktor Terkendali Terhadap Mean	III-30
Gambar III.17	<i>Interaction Plot</i> Faktor Terkendali dengan Faktor Tidak Terkendali Terhadap Mean	III-30
Gambar III.18	<i>Main Effect Plot</i> Faktor Terkendali Terhadap SNR	III-34
Gambar III.19	<i>Interaction Plot</i> Faktor Terkendali Terhadap SNR	III-34
Gambar III.20	Model Persamaan Regresi Orde Satu Terhadap Mean	III-35

Gambar III.21 ANOVA Model Regresi Orde Satu Terhadap Mean	III-36
Gambar III.22 Model Persamaan Regresi Orde Satu Terhadap SNR.....	III-37
Gambar III.23 ANOVA Model Regresi Orde Satu Terhadap SNR	III-37
Gambar III.24 Model Persamaan Orde Dua Terhadap Mean	III-38
Gambar III.25 ANOVA Model Orde Dua Terhadap Mean	III-39
Gambar III.26 <i>Contour Plot</i> untuk Respons Rata-Rata Persentase Kualitas Permukaan	III-40
Gambar III.27 <i>Surface Plot</i> untuk Respons Rata-Rata Persentase Kualitas Permukaan	III-41
Gambar III.28 <i>Contour Plot</i> untuk Respons SNR Persentase Kualitas Permukaan	III-41
Gambar III.29 <i>Surface Plot</i> untuk Respons SNR Persentase Kualitas Permukaan	III-42
Gambar III.30 Penentuan Titik Optimum Respons Rata-Rata <i>Response Optimizer</i>	III-42
Gambar III.31 Penentuan Titik Optimum Respons SNR <i>Response Optimizer</i>	III-43
Gambar III.32 Hasil Pengujian <i>T-test</i> 1 Percobaan Konfirmasi	III-45
Gambar III.33 Hasil Pengujian <i>T-test</i> 2 Percobaan Konfirmasi	III-46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A HASIL PENGUJIAN MINITAB DAN SPSS.....A-1

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan ini akan dibahas mengenai landasan-landasan penelitian yang dilakukan. Pendahuluan meliputi latar belakang masalah, identifikasi masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Pada latar belakang masalah, identifikasi masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian akan dijelaskan mengenai masalah yang terjadi dan akan diselesaikan dalam penelitian ini. Pada tujuan penelitian, metodologi kerja praktek, dan sistematika penulisan akan dijelaskan tujuan dari penelitian yang dilakukan dan langkah-langkah metode penelitian yang dipakai dalam memecahkan masalah yang ada.

I.1 Latar Belakang Masalah

Penemuan material-material baru menuntut manusia untuk melakukan pengembangan perlengkapan manusia menjadi semakin baik. Hal ini sejalan dengan tuntutan pemerintah untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas barang-barang penunjang kehidupan manusia di Indonesia melalui peningkatan mutu industri. Produk industri saat ini dituntut untuk memberikan pelayanan yang baik atau berjalan sesuai dengan fungsinya, aman dan nyaman dalam pemakaiannya, tahan lama, dan tentunya sesuai dengan preferensi estetika masing-masing individu. Setiap konsumen dapat memilah produk industri dari beberapa segi seperti dari segi kualitas, fungsi, seni, ataupun kekuatannya.

Saat ini perkembangan industri Indonesia mulai meningkat seiring dengan perkembangan teknologi yang pesat. Menurut laporan berita harian Kompas 17 Maret 2016 "Soal Industri Keramik, Indonesia Terbesar Ke-6 Dunia" (Alexander, 2016), diketahui bahwa Indonesia menduduki peringkat keenam dalam industri keramik di dunia. Hal ini membuktikan bahwa perkembangan industri keramik di Indonesia berkembang pesat dan dipandang oleh mata dunia. Oleh karena itu, untuk mempertahankan posisi industri keramik Indonesia di mata dunia, pemerintah harus melakukan peningkatan kualitas produk keramik sesuai dengan standar yang ada. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan

Industri (BPPI) Kementerian Perindustrian Haris Munandar mengatakan industri keramik di dalam negeri berkembang dalam kurun waktu 30 tahun terakhir. Salah satu strategi yang dianggapnya dapat menjaga pertumbuhan pasar industri keramik adalah dengan mengencangkan penerapan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Pemerintahan Indonesia memiliki institusi yang mengurus penelitian dan pengembangan bahan baku perlengkapan yang berbahan dasar keramik, yaitu Balai Besar Keramik. Balai Besar Keramik ini berada di bawah Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Kementerian Perindustrian. Melalui unit pelaksana ini, pemerintah berusaha untuk melakukan pengembangan dan juga peningkatan kualitas terhadap bahan perlengkapan keramik. Balai Besar Keramik merupakan sebuah badan penelitian dan pengembangan bahan-bahan material keramik. Balai Besar Keramik memiliki tugas untuk memberikan pelayanan mengenai pengujian dan sertifikasi bahan baku sehingga dapat membantu dalam pengembangan industri bahan keramik.

Kualitas dari sebuah bahan baku keramik memiliki berbagai macam variabel yang mempengaruhi respons dari produk tersebut. Sebagai contoh, dalam pembuatan bata klinker terdapat pengaruh faktor komposisi bahan, faktor gradasi butir, faktor tekanan pembentukan, faktor interaksi antara komposisi bahan dengan gradasi butir, faktor interaksi antara komposisi bahan dan tekanan pembentukan, serta faktor interaksi antara komposisi bahan, gradasi butir, hingga tekanan pembentukan (Prasetyo, 2016).

Banyaknya faktor yang mempengaruhi kualitas dari produk akhir keramik ini, membuat industri bahan keramik perlu melakukan penelitian untuk menjamin kualitas hasil produksinya. Penelitian terhadap proses pembuatan produk keramik ini dilakukan untuk mendapatkan faktor dan level faktor yang baik dalam pembuatannya. Sehingga hasil dari pembuatan bahan konstruksi tersebut memiliki kualitas yang baik, dan aman bagi konsumen.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Balai Besar Keramik didapatkan bahwa kualitas keramik berglasir di Indonesia masih mempunyai tingkat kecacatan sifat tampak yang tinggi. Salah satu bahan keramik berglasir adalah keramik *tableware*. Keramik *tableware* adalah keramik perlengkapan meja yang digunakan untuk alat makan dan minum. Keramik *tableware* ini sangat dibutuhkan perlakuan yang sangat hati-hati, karena menyangkut dengan

makanan dan minuman yang masuk ke dalam tubuh manusia. Jika terjadi kesalahan dalam pembuatan produk *tableware* dapat merugikan kesehatan manusia.

Pemerintah Indonesia melalui kementerian perindustrian mengeluarkan Standar Nasional Indonesia mengenai standar keramik *tableware*. SNI keramik *tableware* yang akan ditetapkan tertuang dalam SNI 7275:2008 tentang Keramik Berglasir-*Tableware*-Alat Makan dan Minum. Penerapan SNI secara wajib ini dimaksudkan untuk mengoptimalkan penerapan SNI keramik *tableware* guna meningkatkan mutu hasil industri, melindungi konsumen, dan sekaligus untuk menciptakan persaingan usaha yang sehat, dan adil.

Dalam mewujudkan produksi keramik *tableware* yang memenuhi SNI dari pemerintah, maka diperlukan penelitian mengenai identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dari keramik *tableware*. Faktor-faktor yang diidentifikasi ini akan membuat kualitas produk keramik *tableware* meningkat dan mengurangi biaya produksi untuk memproduksi keramik *tableware* yang gagal memenuhi standar SNI.

Oleh karena itu, Balai Besar Keramik melakukan pengujian terhadap keramik *tableware* tersebut agar kualitas produk keramik *tableware* dapat ditingkatkan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas keramik *tableware* adalah metode perancangan eksperimen. Perancangan eksperimen dilakukan agar biaya pengujian dapat ditekan sekaligus menghasilkan desain eksperimen yang efektif.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Produk *tableware* memiliki beberapa standar yang harus dicapai diantaranya adalah sifat tampak visual, kekerasan permukaan glasir, ketahanan kejut suhu, tingkat penyerapan air, ketahanan pukul, dan kelarutan Pb & Cd. Setiap standar tersebut harus dipenuhi oleh sebuah keramik *tableware* agar dapat dikatakan mempunyai kualitas yang baik. Jika salah satu syarat tidak dapat dipenuhi maka produk tersebut tidak layak untuk dipakai. Standar sifat tampak *tableware* yang ada pada SNI 7275:2008 mengenai Keramik Berglasir-*Tableware*-Alat Makan dan Minum adalah tidak ada noda, lubang jarum (*pinhole*) $\geq 0,1$ mm, gelembung udara, retak, dan glasir mengelupas (glasir harus menutupi semua permukaan).

Walaupun keramik berglasir sudah dapat memenuhi standar kuat lentur, penyerapan air, dan standar lain, namun jika terjadi cacat sifat tampak pada saat pengglasiran seperti munculnya *pinhole* pada permukaan keramik, maka keramik tersebut tidak dapat digunakan. Hal ini dikarenakan cacat *pinhole* ini menyebabkan permukaan glasir terbuka sehingga *body* keramik tidak tertutup sempurna. Bahan *body* ini dapat menyebabkan kontaminasi terhadap makanan atau minuman yang kontak dengannya sehingga higienisasi makanan atau minuman berkurang.

Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian untuk menentukan faktor dan level faktor yang menyangkut cacat sifat tampak visual pada keramik sebagai peningkatan kualitas keramik berglasir *tableware*. Jenis cacat yang ada pada keramik glasir cukup banyak namun terdapat jenis cacat yang dominan daripada cacat yang lain. Untuk melihat jenis-jenis cacat yang ada pada keramik glasir dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Jenis-jenis Cacat Pada Keramik Glasir

No.	Gambar	Jenis Cacat	Keterangan
1		<i>Pinhole</i>	Cacat berbentuk lubang jarum yang terjadi pada permukaan keramik.
2		<i>Warping/Crawling</i>	Cacat glasir di mana lapisan glasir secara tidak beraturan menggulung membentuk pulau-pulau dengan bentuk, ukuran, dan ketebalan berbeda-beda.
3		<i>Crack/Crazing</i>	Terbentuknya jaringan retak-retak rambut pada lapisan glasir.
4		<i>Lamination/Peeling</i>	Lapisan glasir terkelupas dari bagian <i>body</i> keramik.

(lanjut)

Tabel I.1 Jenis-jenis Cacat Pada Keramik Glasir (Lanjutan)

No.	Gambar	Jenis Cacat	Keterangan
5		<i>Bubbling</i>	Sifat tampak adanya gelembung-gelembung yang berisi gas dan pecah membentuk lubang-lubang.
6		<i>Specking</i>	Cacat glasir yang berupa bintik-bintik atau bercak-bercak dari material yang tidak melebur dan tidak bereaksi dengan glasir.
7		<i>Dent</i>	Cacat glasir yang membentuk lekukan terhadap <i>body</i> keramik.
8		<i>Color Different</i>	Perubahan warna glasir yang tidak merata

Saat ini Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, khususnya Balai Besar Keramik, masih mengalami kendala yaitu masih belum ada standar proses yang menjamin peningkatan mutu dalam pembuatan keramik berglasir untuk memenuhi standar sifat tampak. Selain itu, pihak Balai Besar Keramik sedang melakukan pengembangan bahan baku keramik yang berbahan baku lempung Sukabumi.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian agar kualitas dari keramik berglasir berbahan baku lempung Sukabumi dapat ditingkatkan dari segi sifat tampaknya. Cacat sifat tampak yang ada pada keramik berglasir tentunya akan menurunkan kualitas dari keramik tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan

pengendalian kualitas terhadap proses pembuatan keramik *tableware* agar produk yang dihasilkan memenuhi standar SNI.

Pada penelitian ini akan dilakukan perbaikan kualitas sifat tampak pada satu jenis cacat yang paling berdampak bagi nilai ekonomis keramik berglasir. Pertimbangan dari aspek ekonomis perlu diperhatikan untuk mengetahui cacat mana yang diprioritaskan untuk diperbaiki. Penilaian aspek ekonomis dari setiap cacat yang ada dinilai oleh seorang *expert* di bidang keramik. *Expert* yang ada dalam penelitian ini adalah seorang peneliti keramik dari pihak Balai Besar Keramik dan seorang operator yang berpengalaman dalam bidang keramik selama 20 tahun. Hasil penilaian yang dilakukan oleh *expert* untuk setiap jenis cacatnya dapat dilihat pada Tabel I.2

Berdasarkan Tabel I.2, dapat diketahui bahwa dari hasil pembobotan menunjukkan bahwa nilai yang paling tinggi berada pada cacat *pinhole*. Hal ini dikarenakan menurut *expert*, cacat *pinhole* ini berpengaruh besar terhadap nilai ekonomis keramik *tableware*. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, cacat *pinhole* menyebabkan penurunan tingkat kehygienisan produk *tableware*. Sementara itu, cacat *dent*, *color different* diberi bobot kecil karena walaupun terdapat lekukan ataupun perubahan warna keramik tersebut masih dapat dijual. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada perbaikan kualitas sifat tampak dari keramik *tableware* dengan mengurangi cacat *pinhole*.

Tabel I.2 Penilaian Bobot Kepentingan Jenis Cacat

No.	Jenis Kerusakan	Bobot Penilaian
1	<i>Dent</i>	4
2	<i>Pinhole</i>	7
3	<i>Color different</i>	2
4	<i>Crack/Crazing</i>	5
5	<i>Lamination/Peeling</i>	4
6	<i>Warping/Crawling</i>	6
7	Lain-lain	1

Peningkatan kualitas keramik berglasir *tableware* ini memiliki banyak pilihan metode. Pengendalian kualitas sendiri dibagi menjadi dua (Mitra, 1998) yaitu, *offline quality control* dan *online quality control*. *Online quality control* adalah pengendalian kualitas yang dilakukan pada saat proses produksi sedang

berjalan. *Offline quality control* adalah pengendalian kualitas yang dilakukan sebelum atau setelah proses produksi dengan tujuan untuk mengoptimalkan desain proses atau produk. *Offline quality control* ini dilakukan dengan merancang desain eksperimen terhadap proses atau produk agar produk yang dihasilkan berkualitas baik.

Pada penelitian ini akan dilakukan perbaikan kualitas sebelum produksi dimulai, dan difokuskan pada pengendalian kualitas secara preventif. Usaha perbaikan akan diterapkan pada parameter-parameter yang dapat mempengaruhi proses produksi. Perbaikan kualitas secara *offline* terhadap keramik berglasir untuk bahan-bahan keramik *tableware* perlu dilakukan rancangan desain eksperimen.

Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Response Surface Model* (RSM). *Response Surface Model* (RSM) adalah rangkaian teknik statistik dan matematik yang berguna dalam pengembangan, peningkatan, dan optimasi proses. Melalui pendekatan RSM ini, hasil desain eksperimen akan memberikan hasil yang efektif dan memberikan output yang paling optimum. Dalam penelitian kali ini, metode *Response Surface Model* diharapkan mampu memberikan parameter atau faktor yang menghasilkan kondisi proses yang bersifat *robust*. Sehingga seluruh proses pembuatan keramik baik di industri kecil maupun industri besar dapat menghasilkan produk keramik *tableware* berkualitas baik.

Permasalahan kualitas sifat tampak pada pembuatan keramik *tableware* dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi cacat *pinhole* pada keramik *tableware* secara signifikan?
2. Bagaimana desain proses produksi yang baik dalam pembuatan keramik *tableware* agar cacat *pinhole* dapat dikurangi?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dibuat agar penelitian tetap fokus pada inti masalah, dalam hal ini mengurangi jumlah cacat sifat tampak pada keramik *tableware*. Batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian berfokus pada cacat *pinhole* pada permukaan keramik *tableware*.

2. Sampel penelitian *tableware* adalah keramik berbentuk persegi berukuran 4,5 cm x 4,5 cm.

Selain pembatasan masalah, terdapat asumsi yang digunakan dalam penelitian ini. Asumsi yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Operator memiliki performansi yang sama pada setiap perlakuan.
2. Data saling independen pada setiap replikasi yang dilakukan.

I.4 Tujuan dan Sasaran Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini dalam memecahkan masalah yang ada adalah:

1. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi cacat *pinhole* pada keramik *tableware* secara signifikan.
2. Mengetahui desain proses produksi yang baik dalam pembuatan keramik *tableware* agar cacat *pinhole* dapat dikurangi.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan di Balai Besar Keramik ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak. Manfaat penelitian perancangan eksperimen ini bagi:

1. Peneliti
Dari hasil penelitian ini, penulis dapat menambah wawasan dan pengalaman mengenai proses pengujian dan penelitian di lembaga pemerintahan Balai Besar Keramik. Selain itu, peneliti mampu menerapkan teori yang dipelajari untuk menyelesaikan suatu masalah.
2. Balai Besar Keramik
Balai Besar Keramik mendapatkan solusi atau usulan mengenai masalah yang ada dalam pengujian bahan konstruksi. Selain itu, Balai Besar Keramik dapat menerapkan metode penelitian yang sama untuk pengujian bahan lainnya.
3. Pembaca
Pembaca mendapatkan ilmu dari penelitian ini terutama berhubungan dengan desain eksperimen dalam mengurangi cacat. Selain itu, pembaca dapat menjadikan penelitian ini sebagai referensi untuk melakukan penelitian yang serupa untuk menyelesaikan masalah lain.

I.6 Metodologi Penelitian

Seluruh tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk *flowchart* atau diagram alir. Dalam penelitian ini, metodologi penelitian yang dibuat dalam bentuk *flowchart* akan membantu membimbing peneliti dalam mencapai tujuan dari penelitiannya. *Flowchart* metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar I.1.

Penelitian yang dilakukan mencakup beberapa tahapan yang digambarkan dalam metodologi penelitian. Tahap-tahap tersebut mencakup:

1. Penelitian Pendahuluan

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan penelitian pendahuluan di Balai Besar Keramik. Penelitian pendahuluan ini dilakukan dengan melakukan diskusi dan konsultasi mengenai masalah yang terjadi di Balai Besar Keramik. Selain itu, penelitian pendahuluan ini dilakukan untuk mendalami objek-objek penelitian yang ada di Balai Besar Keramik sehingga

peneliti dapat mengerti secara mendalam mengenai pokok permasalahan yang ada.

2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

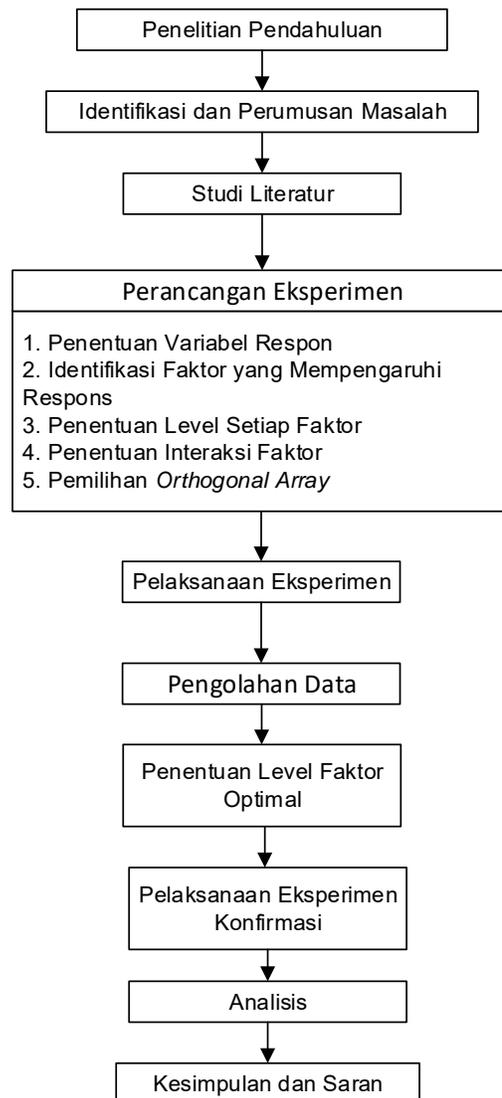
Pada tahap ini, masalah yang sudah didapatkan dari hasil penelitian pendahuluan akan diperdalam dan dirumuskan. Peneliti akan melakukan pendataan awal mengenai kualitas produk yang bermasalah untuk mendukung permasalahan yang ada di Balai Besar Keramik. Setelah didapatkan rumusan masalah yang akan diselesaikan maka peneliti menentukan batasan masalah dan asumsi penelitian. Batasan masalah dan asumsi penelitian harus diidentifikasi dengan tepat agar sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai.

3. Studi Literatur

Tahapan ini dilakukan untuk mencari referensi-referensi mengenai penelitian yang dilakukan. Referensi-referensi ini akan menjadi landasan dasar peneliti untuk melakukan penelitian dan memecahkan masalah yang ada. Referensi-referensi ini dapat berupa teori pustaka dan juga dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

4. Pengumpulan data

Pada tahap ini, langkah awal perancangan eksperimen yang akan dilakukan adalah dengan mengidentifikasi ukuran performansi dari masalah yang akan diteliti. Respon yang diberikan oleh produk akan menjadi input data dari pengolahan data. Respon ini pula yang akan menjadi ukuran apakah proses atau produk sudah dapat dikatakan baik atau belum.



Gambar I.1 Metodologi Penelitian

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi variabel respon yang sudah ditetapkan. Identifikasi faktor ini dilakukan dengan melakukan observasi, dan wawancara. Hasil identifikasi ini juga dilakukan dengan menggambarkan diagram sebab akibat terhadap masalah yang akan diselesaikan. Faktor-faktor yang dianggap berpengaruh terhadap respon akan dikelompokkan menjadifaktor terkendali dan faktor tidak terkendali. Selain itu faktor-faktor yang telah diidentifikasi akan dicari level dan nilai levelnya, hal ini dilakukan sebagai salah satu langkah dalam melakukan perancangan eksperimen.

Pada tahapan ini, peneliti akan melakukan perhitungan derajat kebebasan untuk setiap faktor yang telah diidentifikasi sebelumnya. Derajat kebebasan ini dibuat untuk menentukan *orthogonal arrays* yang akan dipakai dalam pelaksanaan eksperimen. *Orthogonal arrays* ini akan menjadi panduan peneliti dalam melakukan pelaksanaan eksperimen dan pengambilan data.

5. Pelaksanaan Eksperimen

Pelaksanaan eksperimen dilakukan untuk memperoleh data sesuai dengan pengaruh setiap level faktor terhadap respon yang diamati. Level faktor pada faktor terkendali dapat dilakukan dengan mudah, sementara itu untuk level faktor tidak terkendali peneliti harus mengamati dan memutuskan bahwa respon yang dihasilkan berasal dari satu level faktor tidak terkendali.

6. Pengolahan Data

Setelah melakukan pelaksanaan eksperimen maka selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan metode Taguchi dan *Response Surface Model*. Metode ini menggunakan perhitungan statistik *analysis of variance* (ANOVA) untuk memperoleh faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap respon yang ada. Pengujian ANOVA pada tahap ini dibagi menjadi dua, yaitu pengujian terhadap faktor yang mempengaruhi nilai rata-rata respon, dan pengujian terhadap faktor yang mempengaruhi nilai variansi respon.

7. Penentuan Level Faktor Optimal

Penentuan level faktor optimal dilakkan untuk mengetahui pada level mana faktor dapat menghasilkan nilai respon yang optimal. Penentuan level faktor optimal ini dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata respon yang dihasilkan dari setiap level faktor yang dianggap berpengaruh signifikan dari hasil pengujian ANOVA sebelumnya. Nilai rata-rata respon dari setiap level faktor

akan diplot ke dalam grafik garis untuk melihat level faktor mana yang memberikan respon yang lebih baik.

8. Pelaksanaan Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk memeriksa hasil yang diperoleh dari pengolahan data menggunakan metode RSM. Rata-rata data aktual akan dibandingkan dengan rata-rata hasil perbandingan dengan kondisi penugasan level faktor dari hasil metode RSM. Hasil dari eksperimen konfirmasi ini akan diuji menggunakan uji hipotesis untuk mengetahui adanya perbedaan atau tidak terhadap respon yang diberikan. Apabila hasil pengujian konfirmasi tidak sesuai dengan syarat maka akan dilakukan pengumpulan dan pengolahan data kembali.

9. Analisis

Pada tahap analisis ini akan dilakukan analisa terhadap seluruh data-data dan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Pada tahap ini juga akan dijelaskan mengenai hasil dari perancangan eksperimen menggunakan metode Taguchi dalam mencapai tujuan yang diinginkan.

10. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah membuat kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan mencakup jawaban dari masalah yang diselesaikan dalam penelitian ini, serta dapat memberikan usulan konkret berupa hasil perancangan eksperimen yang memberikan respon optimal. Selain itu, terdapat saran mengenai penelitian yang dilakukan agar peneliti lain dapat menggunakan penelitian ini sebagai bahan rujukan untuk penelitian lainnya.

I.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini dibuat bertujuan agar pembaca mudah dalam memahami proses atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini. Sistematika penulisan dalam penelitian ini terbagi menjadi 5 bagian yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, penulis akan menjelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah, asumsi penelitian yang digunakan, dan tujuan penelitian agar pembaca dapat memahami masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini secara

mendalam, serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan laporan penelitian yang dibuat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini terdapat dasar teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah yang dibutuhkan dan berguna dalam penelitian ini. Teori yang ada pada bab ini juga berguna untuk memperkuat analisis yang dibuat. Bab ini juga berisi mengenai hasil studi pustaka yang telah dilakukan. Salah satu teori yang ada pada bab ini berisi tentang metode Taguchi dan metode *Response Surface Methodology*.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengumpulan data dan hasil pengolahan data yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Bab ini diawali dengan studi pendahuluan yang berisi penjelasan mengenai keramik *tableware* baik proses pembuatan dan bahan-bahan yang digunakan. Pengumpulan data yang dilakukan berdasarkan metode yang ditetapkan akan diolah dan akan menentukan level faktor produksi yang digunakan dalam metode konfirmasi.

BAB IV ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang analisis dari hasil pengolahan data dan analisis mengenai percobaan konfirmasi yang telah dilakukan. Serta terdapat analisis mengenai alasan-alasan penetapan nilai level faktor dalam perancangan eksperimen.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan dalam pemecahan masalah beserta saran yang dapat diberikan bagi pembaca yang dapat berguna sebagai landasan penelitian lanjutan.