

**PENGARUH PENGGLASIRAN TERHADAP KEKUATAN
TEKAN DAN PENYUSUTAN *CERAMIC HOLDER* PADA
PEMBAKARAN TUNGGAL DAN PEMBAKARAN GANDA**

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI MANUFAKTUR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



YOSEPHINE DEBORA LINANDA
NIM. 145060201111044

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH PENGGLASIRAN TERHADAP KEKUATAN TEKAN
DAN PENYUSUTAN *CERAMIC HOLDER* PADA PEMBAKARAN
TUNGGAL DAN PEMBAKARAN GANDA

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK MANUFAKTUR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



YOSEPHINE DEBORA LINANDA
NIM. 145060201111044

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 13 Juli 2018

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Ir. Wahyono Suprpto, MT.Met.
NIP. 19551117 198601 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc.
NIP. 19490911 198403 1 001

Mengetahui,
KETUA PROGRAM STUDI S1

Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.
NIP. 19740930 200012 1 001



JUDUL SKRIPSI:

PENGARUH PENGLASIRAN TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN PENYUSUTAN *CERAMIC HOLDER* PADA PEMBAKARAN TUNGGAL DAN PEMBAKARAN GANDA

Nama Mahasiswa : Yosephine Debora Linanda

NIM : 145060201111044

Program Studi : Teknik Mesin

Minat : Teknik Manufaktur

KOMISI PEMBIMBING

Pembimbing I : Dr. Ir. Wahyono Suprpto, MT.Met.

Pembimbing II : Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc.

TIM DOSEN PENGUJI

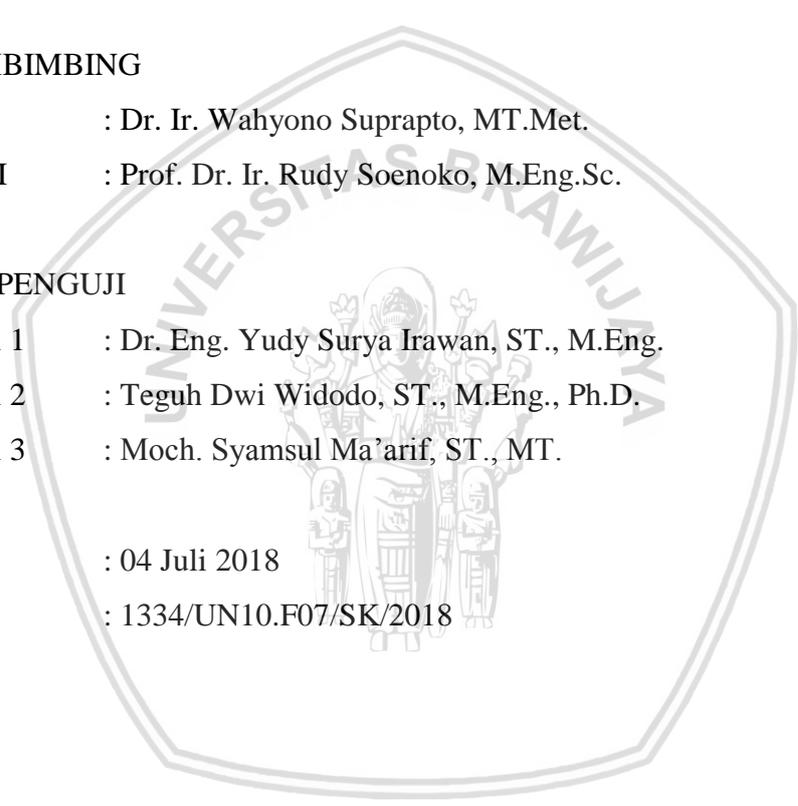
Dosen Penguji 1 : Dr. Eng. Yudy Surya Irawan, ST., M.Eng.

Dosen Penguji 2 : Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D.

Dosen Penguji 3 : Moch. Syamsul Ma'arif, ST., MT.

Tanggal Ujian : 04 Juli 2018

SK Penguji : 1334/UN10.F07/SK/2018



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak pernah terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 10 Juli 2018

Mahasiswa,



Yosephine Debora Linanda
NIM. 145060201111044

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 085/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :



YOSEPHINE DEBORA LINANDA

Dengan Judul Skripsi :

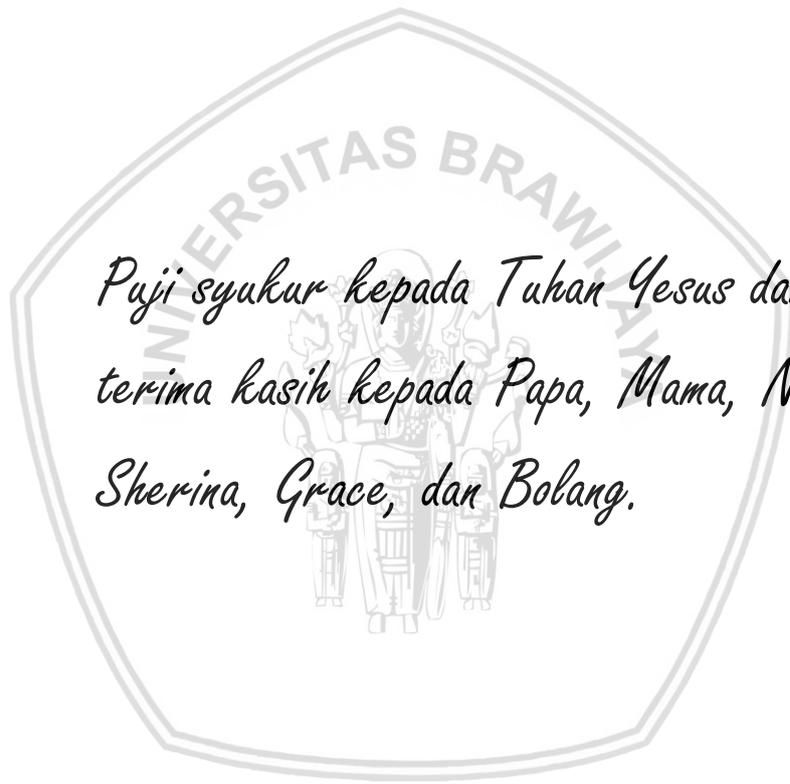
**PENGARUH PENGGILASIRAN TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN PENYUSUTAN
CERAMIC HOLDER PADA PEMBAKARAN TUNGGAL DAN PEMBAKARAN GANDA**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal

12 JUL 2018

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Dr. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D
NIP. 19670518 199412 1 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin
Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.
NIP. 19740930 200012 1 001



Puji syukur kepada Tuhan Yesus dan rasa terima kasih kepada Papa, Mama, Nenek, Sherina, Grace, dan Bolang.

RINGKASAN

Yosephine Debora Linanda, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2018, Pengaruh Pengglasiran Terhadap Kekuatan Tekan dan Penyusutan *Ceramic Holder* pada Pembakaran Tunggal dan Ganda. Dosen Pembimbing: Wahyono Suprpto dan Rudy Soenoko.

Keramik adalah material dari bahan campuran mineral, metal dan non-metal yang dibakar pada suhu tinggi hingga terjadi proses glasisasi dengan sifat-sifat permanen. Proses pembuatan keramik diantaranya terdapat beberapa proses, seperti preparasi serbuk, pengolahan tanah, pembentukan, proses pengeringan, pembakaran dan pengglasiran. Bahan baku yang digunakan adalah kaolin 30%, feldspar 30%, silika 10% sebagai bahan baku utama, dengan penambahan alumina 10% sebagai bahan baku tambahan. Sedangkan untuk glasir, bahan baku yang digunakan adalah silika 25%, alumina 25%, dan fluks 50%.

Pada penelitian ini terdapat 4 spesimen yang dibuat, diantaranya adalah spesimen dengan glasir pada pembakaran tunggal, spesimen tanpa glasir pada pembakaran tunggal, spesimen dengan glasir pada pembakaran ganda, dan spesimen tanpa glasir pada pembakaran ganda. Tujuan dari variasi pembakaran secara tunggal pada suhu 850°C dan ganda pada suhu 1100°C. dan pengglasiran untuk melihat karakteristik dari keramik akibat diberikannya suatu perlakuan. Dimana karakteristik adalah perilaku struktur material akibat diberikannya suatu perlakuan seperti pengeringan, pembakaran dan beban. Penyusutan dan kekuatan tekan dari 4 variasi spesimen yang akan diukur pada penelitian ini untuk melihat karakteristik yang terjadi.

Hasil dari penelitian ini adalah keramik mengalami penyusutan volume rata-rata pada saat proses pengeringan sebesar 1.39% dari volume awal. Pada proses pembakaran tunggal, keramik tanpa glasir mengalami penyusutan volume rata-rata sebesar 3.41% sedangkan keramik dengan glasir mengalami ekspansi volume rata-rata sebesar 7.31%. Pada pembakaran ganda, keramik tanpa glasir mengalami penyusutan volume rata-rata sebesar 8.29% sedangkan keramik dengan glasir mengalami penyusutan volume rata-rata sebesar 2.56%. Kekuatan tekan keramik rata-rata pada pembakaran tunggal tanpa lapisan glasir sebesar 31.89 MPa dan dengan lapisan glasir sebesar 38.73 MPa. Kekuatan tekan keramik rata-rata pada pembakaran ganda tanpa lapisan glasir sebesar 42.57 MPa dan dengan lapisan glasir sebesar 49.61 MPa.

Kata Kunci: alumina, glasir, kekuatan tekan, keramik, pembakaran, penyusutan.

SUMMARY

Yosephine Debora Linanda, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, June 2018, *The Effect of Glazing on Ceramic Holder Compressive Strength and Shrinkage in Single and Double Firing*. Supervisor: Wahyono Suprpto and Rudy Soenoko.

Ceramic is a material mixture of minerals, metals, and non-metals which is baked at high temperatures until the process of glazification with a permanent properties. Ceramic manufacturing process, consist of powder preparation, soil processing, forming, drying process, firing, and glazing. The raw material used are 30% kaolin, 30% feldspar, 10% silica as the main raw material, with the addition of 10% alumina as an additional raw material. While for glazing, the raw materials used are 25% silica, 25% alumina, and 50% flux.

In this study there are 4 specimens made, among them are specimen with glaze in single firing, specimen without glaze in single firing, specimen with glaze in double firing and specimen without glaze in double firing. The purpose of this variations in firing and glazing are to reveal the characteristic of ceramic due to this treatment. The single firing was done at temperature 850°C and the double firing was done at temperature 1100 °C. The examined characteristic is the behavior of the material due the treatment that given to ceramic, such as drying, firing, and loading. Shrinkage and compressive strength of ceramic with 4 variations of specimens are measured in this study to see the characteristics of ceramic that occur.

The result of this study show that average of ceramic shrinkage during drying process is 1,39% from the initial volume. In single firing, ceramic without glaze have the average of volume shrinkage of 3.41% and ceramic with glaze have the average of volume expansion of 7.31%. In double firing, ceramic without glaze have the average of volume shrinkage of 8.29% and ceramic with glaze have the average of volume shrinkage of 2.56%. The average of compressive strength of ceramic without glaze in single firing was 31.89 MPa and with glaze was 38.73 MPa. The average of compressive of ceramic without glaze in double firing was 42.57 MPa and with glaze was 49.61 MPa.

Keywords: alumina, ceramic, compressive strength, shrinkage.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul **"Pengaruh Pengglasiran Terhadap Kekuatan Tekan dan Penyusutan *Ceramic Holder* pada Pembakaran Tunggal dan Pembakaran Ganda"** ini dengan baik. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan gelar program sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyelesaian laporan ini, penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
2. Bapak Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Bapak Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
4. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MSc.CSE selaku KKDK Produksi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
5. Bapak Dr. Ir. Wahyono Suprpto, MT.Met. selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc. selaku Dosen Pembimbing II.
7. Papa, Mama, Nenek, dan Grace sebagai keluarga yang telah memberikan dukungan material, moral, dan spiritualnya.
8. Lea Sherina sebagai adik yang selalu mendukung dan memberikan semangat selama proses pengerjaan skripsi.
9. Eka Prasetyo sebagai teman kelompok yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi dan melakukan penelitian.
10. Nadya Primaasha, Siska Endamia, Yustika Srimay yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
11. Mutia Nur Ardiani, Putri Rahayu, dan Siti Amalina yang telah memberikan dukungan selama proses penyelesaian skripsi.
12. Lava Girls yang telah mendukung dalam mendukung setiap proses skripsi yang dilakukan.

- repository.ub.ac.id
13. M14 yang telah membantu dalam mendukung setiap proses seminar yang dilakukan.
 14. Yehezkiel dan Basis Lapo selaku keluarga yang memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian skripsi ini.
 15. Laboratorium $\alpha\beta\gamma$ selaku tempat penelitian dan asisten laboratorium yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian.
 16. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan lainnya yang telah membantu pelaksanaan dan penyelesaian laporan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karenanya saran dan kritik membangun dari pembaca sangat diharapkan. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.



Malang, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN.....	ix
SUMMARY	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Keramik	5
2.3 Bahan Baku Keramik.....	6
2.4 Pengolahan Keramik.....	10
2.4.1 Pengolahan Tanah.....	10
2.4.2 Penguletan Tanah.....	11
2.4.3 Pembentukan Keramik.....	11
2.4.4 Pengeringan	13
2.4.5 Pembakaran.....	14
2.4.6 Glasir.....	17
2.5 Karakteristik Keramik	20
2.6 <i>Ceramic Holder</i>	21
2.7 Hipotesis	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	23



3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.3	Variabel Penelitian.....	23
3.4	Alat dan Bahan yang Digunakan	24
3.4.1	Alat yang Digunakan	24
3.4.2	Bahan yang Digunakan	25
3.5	Proses Pembuatan Spesimen.....	26
3.6	Skema Penelitian	27
3.7	Prosedur Pengujian	28
3.7.1	Prosedur Pengujian Penyusutan.....	28
3.7.2	Prosedur Pengujian Kekuatan Tekan	28
3.8	Dimensi Spesimen	28
3.9	Prosedur Percobaan	29
3.10	Rancangan Penelitian.....	29
3.11	Diagram Alir Penelitian.....	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Data Hasil Pengujian	33
4.2	Pengolahan Data	35
4.2.1	Perhitungan Nilai Penyusutan <i>Ceramic Holder</i>	35
4.2.2	Perhitungan Nilai Kekuatan <i>Ceramic Holder</i>	35
4.3	Grafik dan Pembahasan	36
4.3.1	Grafik Hasil Pengujian Penyusutan <i>Ceramic Holder</i>	36
4.3.2	Grafik Hasil Pengujian Kekuatan <i>Ceramic Holder</i>	39
4.4	Analisis Pengaruh Pengglasiran <i>Ceramic Holder</i>	40
4.4.1	Analisis Pengaruh Pengglasiran Terhadap Penyusutan <i>Ceramic Holder</i>	40
4.4.2	Analisis Pengaruh Pengglasiran Terhadap Kekuatan Tekan <i>Ceramic Holder</i>	44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Bahan Baku Pembuatan Spesimen.....	26
Tabel 3.2	Bahan Baku Pembuatan Glasir	26
Tabel 3.3	Rancangan Data Penyusutan Kering <i>Ceramic Holder</i>	30
Tabel 3.4	Rancangan Data Kekuatan Tekan <i>Ceramic Holder</i>	30
Tabel 4.1	Data Hasil Penyusutan Kering <i>Ceramic Holder</i>	33
Tabel 4.2	Data Hasil Penyusutan <i>Ceramic Holder</i> Pembakaran Tunggal.....	34
Tabel 4.3	Data Hasil Penyusutan <i>Ceramic Holder</i> Pembakaran Ganda.....	34
Tabel 4.4	Data Kekuatan Tekan <i>Ceramic Holder</i>	34



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Bahan baku keramik (a) <i>Ballclay</i> , (b) <i>Kaolin</i> , (c) <i>Silica</i> , dan (d) <i>Feldspar</i>	8
Gambar 2.2	Tahapan pemrosesan keramik dari lempung	10
Gambar 2.3	<i>Schematic representation for pressing</i>	11
Gambar 2.4	Proses <i>extrusion molding</i>	12
Gambar 2.5	Jenis cetakan <i>slip casting</i> (a) <i>Solid casting</i> dan (b) <i>Drain casting</i>	13
Gambar 2.6	Proses <i>injection molding</i>	13
Gambar 2.7	Tahapan proses pengeringan keramik (a) <i>Wet body</i> , (b) <i>Partially dry body</i> dan (c) <i>Completely dry body</i>	14
Gambar 2.8	<i>Grain growth during the sintering process</i>	15
Gambar 2.9	Teknik tuang.....	19
Gambar 2.10	Teknik celup.....	19
Gambar 2.11	Teknik semprot.....	20
Gambar 2.12	Teknik kuas.....	20
Gambar 2.13	Instalasi <i>ceramic holder</i>	22
Gambar 3.1	Alat penelitian (a) Timbangan elektrik, (b) Mesin pengguncang rotap, (c) Cetakan spesimen uji, (d) Cetakan spesimen <i>holder</i> , (e) Alat Penekan, (f) Tungku LPG, dan (g) Jangka sorong	25
Gambar 3.2	Skema penelitian	27
Gambar 3.3	Spesimen uji	28
Gambar 3.4	Spesimen <i>ceramic holder</i>	29
Gambar 3.5	Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 4.1	Grafik persentase penyusutan kering <i>ceramic holder</i>	36
Gambar 4.2	Grafik persentase penyusutan <i>ceramic holder</i> pembakaran tunggal.....	37
Gambar 4.3	Grafik presentase penyusutan <i>ceramic holder</i> pembakaran ganda	38
Gambar 4.4	Grafik kekuatan tekan <i>ceramic holder</i> pembakaran tunggal	39
Gambar 4.5	Grafik kekuatan tekan <i>ceramic holder</i> pembakaran ganda	40
Gambar 4.6	Desain spesimen uji dalam satuan mm	41
Gambar 4.7	Desain spesimen <i>ceramic holder</i> dalam satuan mm	42
Gambar 4.8	Spesimen uji pembakaran tunggal (a) Dengan glasir dan (b) Tanpa glasir	42
Gambar 4.9	Spesimen uji pembakaran ganda (a) Dengan glasir dan (b) Tanpa glasir...	42

Gambar 4.10 Spesimen *holder* pembakaran tunggal (a) Dengan glasir dan (b) Tanpa glasir 43

Gambar 4.11 Spesimen *holder* pembakaran ganda (a) Dengan glasir dan (b) Tanpa glasir 43

Gambar 4.12 Permukaan spesimen uji (a) Pembakaran tunggal dengan glasir, (b) Pembakaran tunggal tanpa glasir, (c) Pembakaran ganda dengan glasir, dan (d) Pembakaran ganda tanpa glasir..... 44



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul
Lampiran 1	Data Hasil Penyusutan Kering <i>Ceramic Holder</i>
Lampiran 2	Data Hasil Penyusutan <i>Ceramic Holder</i> Pembakaran Tunggal
Lampiran 3	Data Hasil Penyusutan <i>Ceramic Holder</i> Pembakaran Ganda
Lampiran 4	Data Kekuatan Tekan <i>Ceramic Holder</i> Pembakaran Tunggal
Lampiran 5	Data Kekuatan Tekan <i>Ceramic Holder</i> Pembakaran Ganda



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam suatu proses produksi, ada faktor penting yang mendukung sehingga dapat menghasilkan produk dengan sifat dan karakteristik yang baik, yaitu pemilihan material dan proses yang sesuai untuk membuat produk berkualitas. Begitu pula untuk membuat *holder* yang baik pada suatu alat pemanas seperti tungku (*kiln*) dibutuhkan material dan proses yang sesuai agar *holder* dapat berfungsi untuk menahan koil agar tidak saling berdekatan dan tetap pada posisinya masing-masing karena pada saat pembakaran koil akan memuai dan melendut akibat adanya panas tinggi dalam tungku (*kiln*). *Holder* ini digunakan pada tungku listrik oleh industri pengecoran, industri keramik, dan industri perlakuan panas sehingga dibutuhkan kriteria *holder* yang tahan terhadap suhu tinggi dan memiliki kekuatan yang tinggi untuk menahan koil, serta memiliki koefisien pemuaian yang kecil, seperti material keramik.

Keramik adalah material yang sudah digunakan sejak dahulu untuk memenuhi berbagai jenis kebutuhan. Selain itu, keramik juga ramah lingkungan, mudah dibentuk, tahan terhadap suhu tinggi, kuat, keras, dan multi aplikasi. Keramik juga memiliki kekurangan yaitu kerapuhan yang membuat keramik menjadi getas. Sifat-sifat keramik diantaranya adalah sifat mekanik, termal, elektrik, kimia, optik, serta fisik. Sifat inilah yang mendukung keramik untuk menghasilkan suatu produk yang dibutuhkan seperti *holder*.

Setelah pemilihan material keramik sebagai bahan dasar *holder*, proses selanjutnya yang harus dilakukan adalah proses pembentukan keramik secara umumnya seperti pengolahan, pembentukan, pengeringan, pembakaran, dan pengglasiran yang dapat berpengaruh terhadap kualitas dari *holder* berbahan dasar keramik ini. Dari proses yang dilakukan, terdapat variasi pembakaran, yaitu secara tunggal dan ganda. Proses pembakaran merupakan proses yang utama dan proses akhir yang melakukan pengeringan dalam sebuah tungku dengan suhu tinggi agar tidak ada kadar air yang tersisa dalam keramik. Pembakaran tunggal dilakukan untuk mengurangi kadar air pada keramik dan untuk membuat glasir dapat menempel secara sempurna pada keramik sedangkan

pembakaran ganda dilakukan untuk membakar glasir agar keramik dengan lapisan glasir menjadi lebih halus dan licin. Tidak hanya pembakaran, pengglasiran juga perlu dilakukan. Proses pengglasiran adalah proses melapisi badan keramik dengan lapisan tipis untuk menambah kekuatan, kekerasan dan keindahan dari produk.

Proses ini dilakukan untuk melihat karakteristik yang terjadi. Karakteristik merupakan suatu parameter yang menentukan struktur material akibat diberikannya suatu perlakuan untuk melihat adanya perubahan atau tidak, seperti kekuatan tekan keramik akibat pembebanan tekan yang diberikan dan penyusutan keramik akibat pembakaran yang dilakukan. Dengan mengetahui kekuatan tekan maka kita bisa mengetahui seberapa kuat produk ini untuk menahan pembebanan dan menahan koil selama digunakan pada tungku, sedangkan dengan mengetahui penyusutan yang terjadi maka kita bisa mengetahui apakah produk ini bisa digunakan pada suhu yang tinggi secara berulang. Dengan mengetahui karakteristik material, kita dapat mengetahui produk *holder* tersebut dapat dikatakan produk yang baik dan dapat berfungsi atau tidak sesuai karakteristik *holder* yang kita butuhkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik (kekuatan tekan dan penyusutan) *ceramic holder* dengan pengaruh pengglasiran pada pembakaran tunggal dan ganda.

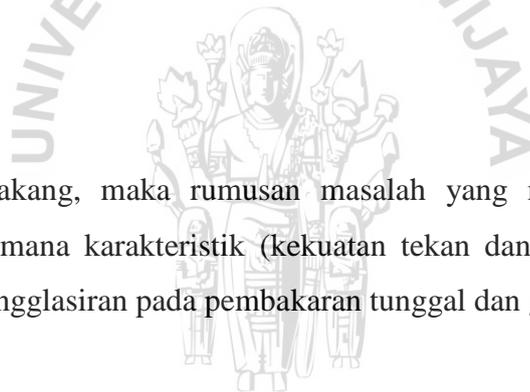
1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah pembakaran dan pemberian glasir terhadap karakteristik (kekuatan tekan dan penyusutan) dari *ceramic holder* dari variasi proses yang dilakukan.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari perbedaan tanggapan dan penelitian ini dapat dilakukan dengan fokus, batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Variasi jumlah pembakaran secara tunggal dan ganda serta pemberian glasir pada *ceramic holder*.
2. Karakteristik yang ingin dibahas dari perbedaan variasi jumlah pembakaran dan pemberian glasir lebih mengarah kepada penyusutan dan kekuatan tekan dari *ceramic holder*.



1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu:

1. Dapat dijadikan referensi tambahan untuk penelitian lanjut mengenai pengaruh pengglasiran terhadap karakteristik keramik.
2. Dapat dijadikan referensi tambahan untuk penelitian lanjut mengenai pengaruh variasi pembakaran terhadap karakteristik keramik.
3. Memberikan masukan dan ilmu tambahan mengenai keramik.
4. Memberikan pengetahuan lanjut mengenai keramik, proses pengglasiran, serta karakteristik keramik secara lanjut.





BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Lewicki (1946) mengembangkan tungku elektrik dan mendapatkan hak paten atas elemen *ceramic holder*. Hasil pengembangan *ceramic holder* ini menyatakan bahwa elemen *ceramic holder* membantu meningkatkan efisiensi dan dapat melindungi elemen panas di dalam tungku elektrik.

Bailey (2009) menemukan elemen *ceramic holder* tungku yang dapat dilepaskan (*removable*). Pada penelitian ini *ceramic holder* memiliki permukaan horizontal dan vertikal agar dapat menahan elemen panas tetap dalam posisi untuk mencegah agar elemen panas (*coil*) tidak jatuh ke dalam tungku.

Suprapedi (2018) meneliti tentang pengaruh pemakaian alumina terhadap karakteristik keramik dalam hal kekuatan dan penyusutan. Pada penelitian ini digunakan alumina sebanyak 5% dan 10%. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa keramik dengan kandungan alumina 10% memiliki kekuatan (780,40 HVN) dan penyusutan (15,53%) dibandingkan dengan kandungan alumina 5%.

2.2 Keramik

Keramik adalah material dari bahan campuran mineral, metal dan non-metal yang dibakar pada suhu tinggi hingga terjadi proses glasisasi dengan sifat-sifat yang permanen (*irreversible*). Kelebihan keramik yaitu tahan terhadap korosi, tahan suhu tinggi, kuat, ringan, keras, tahan terhadap gesekan, densitas relatif rendah dan memiliki koefisien pemuaian yang kecil namun kekurangannya yaitu rapuh.

Keramik dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Keramik Tradisional

Keramik tradisional adalah material industri silikat yang dibuat dari tiga komponen yaitu *clay*, *silica*, dan *feldspar*. Proses pembentukan keramik tradisional menggunakan teknik-teknik yang sederhana seperti dengan menggunakan tangan sendiri, seperti teknik putar, teknik pilin.

- a. Teknik pembentukan dengan alat putar dapat menghasilkan banyak bentuk yang simetris (bulat, silindris) dan bervariasi. Cara pembentukan dengan teknik putar banyak digunakan pengrajin keramik tradisional yang biasanya menggunakan alat putar tangan (*hand wheel*) atau alat putar kaki (*kick wheel*) untuk menghasilkan bentuk- bentuk yang sama seperti gentong, dan guci.
- b. Teknik pilin adalah cara membentuk tanah liat dengan cara membuat bentuk dasar berupa pilin atau seperti tali dengan mengambil segumpal tanah liat kemudian dibentuk pilinan dengan kedua telapak tangan. Ukuran dan panjang pilinan dibuat sesuai kebutuhan. Kemudian pilinan tanah liat disusun menjadi bentuk yang diinginkan. Setiap susunan diberi tambahan air agar tanah merekat dan menempel.

Pengaplikasian jenis keramik tradisional ini seperti:

- a. *Pottery, tableware* : Dapat digunakan sebagai peralatan masak dan peralatan rumah tangga (piring dan gelas).
- b. *Porcelain* : Dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan guci, pot, dan ubin.
- c. *Tiles, brick* : Dapat digunakan sebagai bahan bangunan (genteng dan batu bata).
- d. *Refractories* : Dapat digunakan sebagai bahan industri tahan panas (tungku pembakaran).
- e. *Abrasives* : Dapat digunakan sebagai pendukung dalam kegiatan *manufacturing* (alat pemotong).

2. Keramik Industri

Keramik industri (*engineering ceramic*) adalah keramik yang disusun dengan tambahan bahan oksida maupun non oksida. Keramik industri dibuat dengan senyawa murni seperti *aluminium oxide* (Al_2O_3), *silicon carbide* (SiC), dan *silicon nitride* (Si_3N_4). Jenis-jenis dari keramik industri diantaranya digunakan menjadi turbin, alat otomotif, komponen pesawat, *cutting tools*. Proses pembentukan keramik industri menggunakan teknik-teknik seperti *pressing*, *injection*, *extrusion*, dan lainnya.

2.3 Bahan Baku Keramik

Bahan baku keramik adalah tanah liat (*clay*) yang mudah didapat dan mudah dibentuk, sehingga menguntungkan jika digunakan sebagai bahan dasar. Bahan baku keramik lainnya adalah *silica* (*flint*) dan *feldspar*. Bahan baku keramik dibedakan menjadi bahan baku utama dan bahan baku pendukung.

1. Bahan Baku Utama

a. *Clay*

Tanah liat penyusun utama keramik yang diproduksi dari pelapukan batu aluminosilikat dan pengendapan dengan struktur umum yaitu 46% Al_2O_3 - 54% SiO_2 . *Clay* merupakan material *hydroplastic* karena *clay* berupa *plastic* ketika dalam keadaan basah, dan menguat dalam keadaan kering (yang kekuatannya dapat bertambah ketika dalam keadaan kering).

Tanah liat terdiri dari kumpulan mineral-mineral silikat hidrous yang mengandung unsur alumina, besi, alkali, dan alkali tanah. Secara megaskopis lempung berwarna abu abu kekuningan sampai coklat dan berukuran butir sangat halus. Istilah tanah liat atau disebut pula dengan nama lempung mempunyai arti sebagai endapan mineral yang memiliki partikel halus dengan diameter lebih kecil dari 2 mikron dan bersifat plastis jika diberi air.

Tanah liat (lempung) mempunyai sifat fisik dan kimiawi tertentu, diantaranya adalah sifat plastis tanah liat yang membuat tanah liat harus dapat dibentuk dengan mudah, sifat menggelas karena mengandung mineral bahan gelas pada waktu dibakar yang membuat tanah liat menjadi padat, keras dan kuat pada suhu yang diperlukan untuk menjadi keramik.

Sifat lainnya dari *clay* diantaranya adalah:

- 1) Memiliki bentuk butiran yang halus (*fine-grained*).
- 2) Mudah dibentuk.
- 3) Memiliki sifat plastis yang tinggi.

b. *Ballclay*

Tanah liat yang dicampurkan dengan kaolin yang dihasilkan dari proses pengendapan. *Ballclay* merupakan tanah liat yang dihasilkan dari proses pengendapan butiran-butiran halus. Butiran halus ini membuat *ballclay* mudah menyerap air sehingga sifat keplastisitasan *ballclay* sangat tinggi. Biasanya *ballclay* ikut dicampurkan dengan kaolin agar sifat keplastisitasan tanah liat menjadi seimbang.

Sifat dari *ballclay* diantaranya adalah:

- 1) Memiliki kekuatan yang tinggi.
- 2) Memiliki plastisitas dan kekuatan kering yang tinggi.
- 3) Tahan terhadap suhu bakar tinggi hingga 1500°C.
- 4) *Ballclay* memiliki butiran yang sangat halus dengan warna coklat kemerahan.

c. *Kaolin*

Tanah liat dengan kandungan mineral *kaonlinite* yang tersusun dari Al_2O_3 (39,5%), 2SiO_2 (46,6%), dan $2\text{H}_2\text{O}$ (13,9%). Kaolin juga sering disebut sebagai *China Clays* karena memiliki kandungan mineral yang murni.

Sifat dari kaolin diantaranya adalah:

- 1) Memiliki butiran yang halus dan tidak terlalu plastis.
- 2) Memiliki kandungan besi yang rendah dan berwarna putih.
- 3) Relatif murni.
- 4) Memiliki titik lebur tinggi 1700°C - 1785°C .

d. *Silica*

Batuan yang memudahkan penguapan air. Silika (*flint*) ini digunakan untuk memudahkan penguapan air pada proses pengeringan dan pembakaran, selain itu untuk memberikan kekuatan agar tidak terjadi perubahan bentuk akibat pengeringan dan pembakaran yang dilakukan. Silika juga berfungsi untuk mengurangi penyusutan, mengurangi plastisitas, mengurangi retak-retak dalam proses pengeringan dan glasir. *Silica* memiliki warna putih dan memiliki butiran yang halus.

e. *Feldspar*

Bahan penyusun keramik dengan aluminium silika, *potassium* ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$), *calcium*, dan *sodium*. *Feldspar* berfungsi mengembangkan sifat mekanik dari keramik sendiri, selain itu pengaplikasian *feldspar* juga dapat mengubah spesifikasi sifat kimia dan sifat fisik keramik, (Amairah, 2014). *Feldspar* berfungsi juga untuk mengurangi susut kering yang terjadi pada proses pengeringan keramik. *Feldspar* memiliki warna coklat muda dan memiliki butiran yang sedikit kasar.



Gambar 2.1 Bahan baku utama (a) *Ballclay*, (b) *Kaolin*, (c) *Silica*, dan (d) *Feldspar*
 Sumber: Budiyanto (2008, p. 131-134)

2. Bahan Baku Pendukung

a. *Oxide Ceramics*

1) Alumina (Al_2O_3)

Bahan baku sintetik yang banyak digunakan dengan sifat:

- Memiliki sifat fisik yang stabil dan kekuatan yang tinggi.
- Tahan terhadap suhu tinggi (dengan titik leleh 2050°C).
- Tahan korosi.

2) Zirconia (ZrO_2)

Merupakan keramik berwarna putih yang memiliki titik leleh 2100°C biasanya digunakan sebagai *refractories* (bahan tahan panas) dengan sifat:

- Memiliki konduktivitas thermal dan koefisien gesek rendah.
- Memiliki ketangguhan dan tahan panas yang tinggi.
- Tahan reaksi kimia, tahan korosi, dan tahan aus.

3) Magnesia (MgO)

Keramik untuk *refractories* (bahan tahan panas) dengan sifat:

- Memiliki titik leleh yaitu 2800°C .
- Memiliki daya tahan listrik yang tinggi.

b. *Non-Oxide Ceramics*

1) *Silicon Carbide* (SiC)

Silicon carbide merupakan salah satu material non-oxide yang paling umum digunakan sebagai elemen pemanas pada tungku pembakaran bersuhu tinggi. *Silicon carbide* dapat digunakan sebagai elemen pemanas, alat *abrasive* dan *refractories* dengan titik leleh 2500°C , yang bersifat:

- Material keramik yang ringan, tahan korosi, dan tahan aus.
- Memiliki koefisien gesek yang rendah.
- Memiliki kekuatan yang tinggi dan tahan terhadap suhu tinggi.

2) *Silicon Nitride* (Si_3N_4)

Mineral yang digunakan untuk pembuatan keramik industri, dengan titik leleh 1900°C , yang bersifat:

- Memiliki kekuatan dan konduktivitas thermal yang tinggi.
- Tahan terhadap mulur pada suhu yang tinggi.

3) *Boron Nitride* (BN)

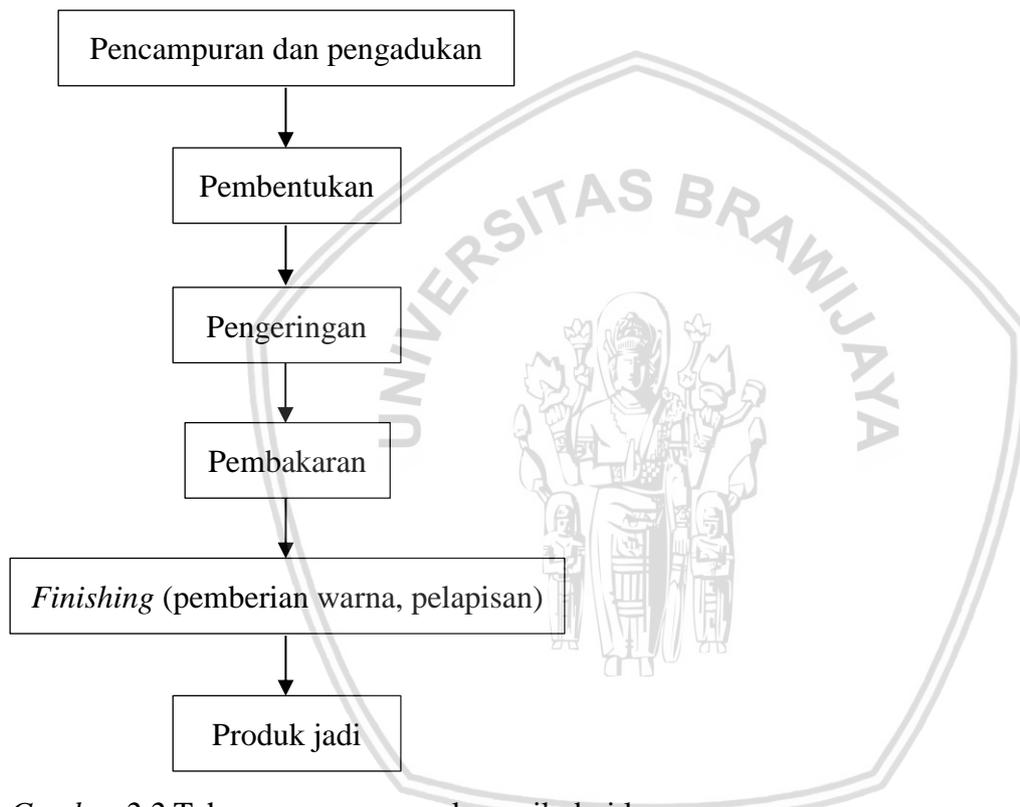
Boron nitride merupakan salah satu material pendukung dalam pembuatan produk keramik, namun *boron nitride* tidak dapat dibandingkan

dengan *silicon carbide* maupun *silicon nitride* dalam hal kekuatan yang dan dalam hal ketahanan abrasi. Material penyusun dengan titik leleh 2450°C, yang bersifat:

- Memiliki konduktivitas thermal yang tinggi.
- Memiliki ketahanan korosi yang tinggi.

2.4 Pengolahan Keramik

Terdapat beberapa langkah pengolahan keramik seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tahapan pemrosesan keramik dari lempung
Sumber: Sofyan (2010, p. 155)

2.4.1 Pengolahan Tanah

Tanah liat harus diolah sebelum digunakan sebagai bahan dasar keramik, karena tanah memiliki banyak grit (batuan kasar) yang menyatu dengan bahan halus dalam tanah yang dapat dilakukan dengan cara manual, yaitu:

1. Cara Kering

Cara ini menggunakan penggiling untuk membuat ukuran butiran tanah menjadi lebih kecil dan mudah diayak sehingga butiran tanah lebih homogen. Pengayak yang digunakan biasanya adalah mesin pengguncang rotap dengan menggunakan *mesh*

untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan dalam proses pengolahan tanah untuk membuat keramik.

2. Cara Basah

Cara ini menggunakan air pada proses pemisahannya sehingga terjadi proses pengendapan pada tanah liat yang akan memisahkan butiran halus dan kasar keramik. Dimana butiran halus berada diatas dan butiran kasar berada dibawah. Setelah butiran halus sudah didapatkan, proses pengolahan tanah ini dapat dilanjutkan ke proses berikutnya.

2.4.2 Penguletan Tanah

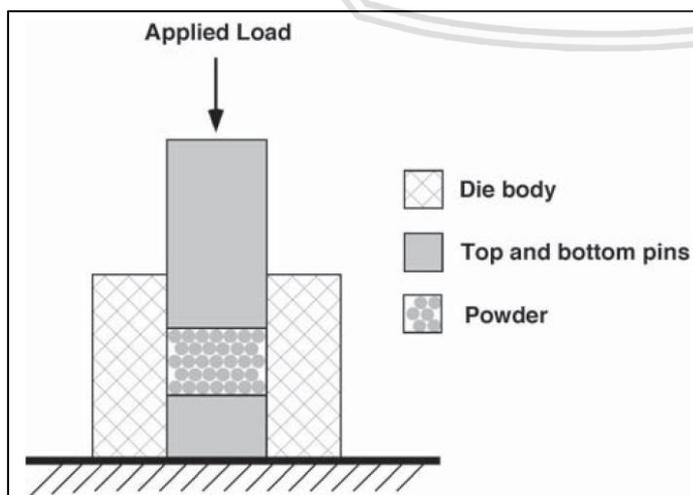
Penguletan tanah dilakukan setelah memisahkan grit dan mencampurkan air dengan tanah, untuk memastikan tidak adanya gelembung udara yang tertinggal di dalam adonan tanah liat. Karena ketika masih ada gelembung udara yang terjebak, akan membuat benda menjadi tidak sempurna bentuknya (dapat pecah) pada saat proses pembakaran.

2.4.3 Pembentukan Keramik

Pembentukan keramik dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain:

1. *Pressing*

Metode ini menggunakan bubuk dari keramik, yang dicampur dengan pengikat dan dimasukkan ke dalam cetakan dan ditekan. Tekanan membuat bubuk keramik menjadi lapisan solid keramik yang berbentuk seperti cetakan. Metode ini digunakan untuk membuat ubin, keramik elektronik, atau produk-produk sederhana lainnya.



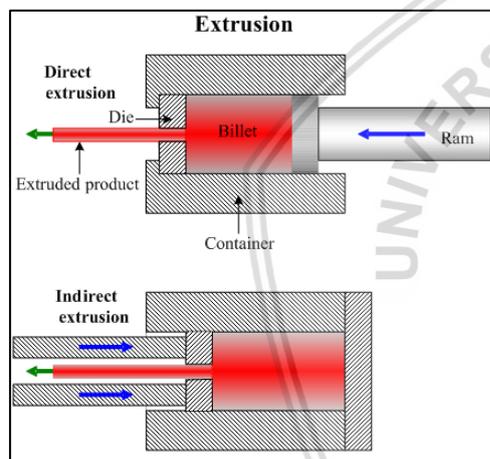
Gambar 2.3 Schematic representation for pressing

Sumber: Doremus (2008, p. 125)

2. *Extrusion Molding*

Ekstrusi adalah proses untuk membuat keramik dengan hasil produk yang panjang (batang, pelat panjang, pipa) penampang biasa, yang dapat dipotong menjadi potongan-potongan panjang yang diperlukan. Metode ini menggunakan lubang cetakan yang akan ditekan dengan ram (penekan) untuk membentuk keramik dengan material berpenampang tetap dan dalam keadaan suhu normal yang dapat digunakan dalam berbagai jenis ukuran yang diinginkan.

Pembentukan keramik dengan ekstrusi ini dapat diaplikasikan untuk batangan kecil (*small rod*) yang digunakan pada penerbangan, alat instrumentasi dan pengukuran pada kesehatan, dapat digunakan untuk tabung resistor, tabung isolasi dan tabung termokopel.



Gambar 2.4 Proses *extrusion molding*
Sumber: Chandramouli (2000, p. 4)

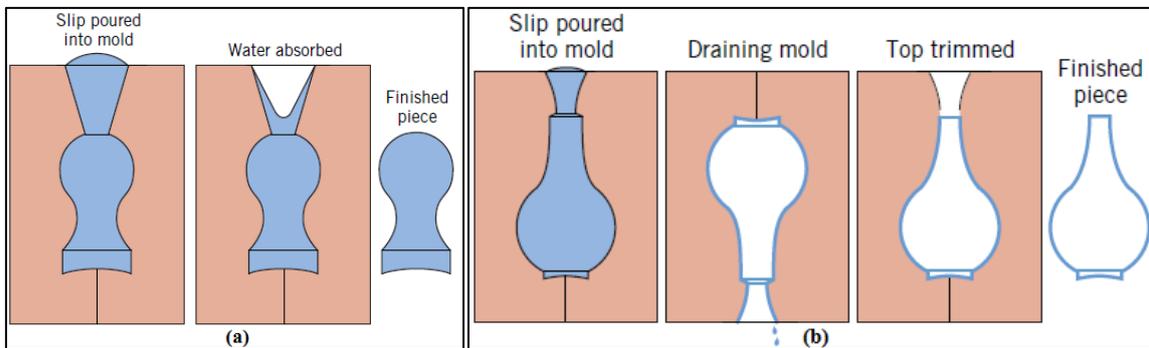
3. *Slip Casting*

Metode *slip casting* ini adalah metode yang digunakan untuk memperkeras campuran yang ada dengan air dan cairan lainnya. Metode *slip casting* ini memiliki fleksibilitas dalam ukuran dan bentuk yang akan dibuat.

Metode ini dilakukan dengan menuangkan adonan tanah liat ke dalam *plestere* berpori yang menyerap air ke dalam cetakan dan akan membuat lapisan tanah liat menjadi kuat yang disebut *solid casting*. *Solid casting* ini dapat digunakan untuk membuat *tableware* dan *giftware*.

Proses *slip casting* ini juga dapat dihentikan ketika dinding cetakan telah mencapai ketebalan tertentu dengan cara membalikkan cetakan, sehingga terbentuk

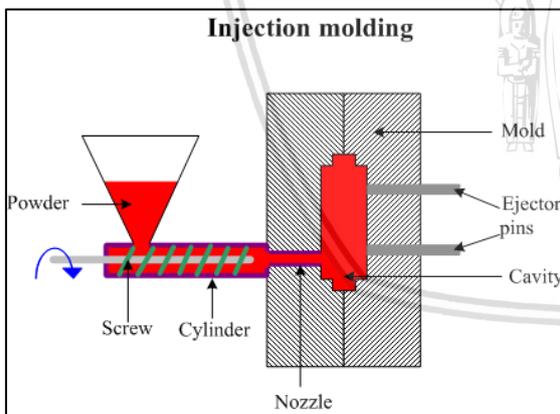
produk yang berongga yang disebut sebagai *drain casting*. *Drain casting* digunakan untuk membuat *sanitaryware*, *crucibles*, dan *sink*.



Gambar 2.5 Jenis cetakan *slip casting* (a) *Solid casting* dan (b) *Drain casting*
Sumber: Callister (2014, p. 534)

4. Injection Molding

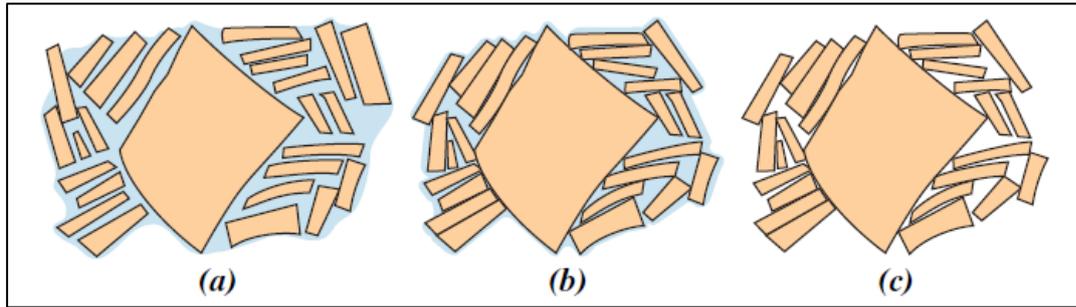
Metode pencampuran bubuk dengan bahan yang bersifat plastis dengan cara injeksi ke dalam cetakan. Metode *injection molding* biasanya digunakan untuk membuat produk dengan bentuk yang kompleks ataupun bentuk dengan ukuran yang kecil.



Gambar 2.6 Proses *injection molding*
Sumber: Chandramouli (2000, p. 4)

2.4.4 Pengeringan

Pengeringan dilakukan sebelum proses pembakaran, karena jika dibakar dalam keadaan basah keramik akan mengalami kerusakan (*crack*, distorsi, dan patah). Pengeringan keramik hanya dapat mengeringkan air plastis. Pada proses pengeringan terjadi penambahan kekuatan yang disebabkan karena densitas meningkat akibat berkurangnya kadar air seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Tahapan proses pengeringan keramik (a) *Wet body*, (b) *Partially dry body*, dan (c) *Completely dry body*

Sumber: Callister (2014, p. 534)

Pengeringan ini bertujuan untuk memberikan kekuatan pada barang barang mentah sehingga dapat disusun dalam tungku pembakaran, selain itu pengeringan dapat menghilangkan air yang berlebihan yang menimbulkan kesukaran pada pembakaran, pengeringan juga bertujuan untuk mengurangi resiko keretakan yang disebabkan oleh tidak homogenya butiran yang dicampur.

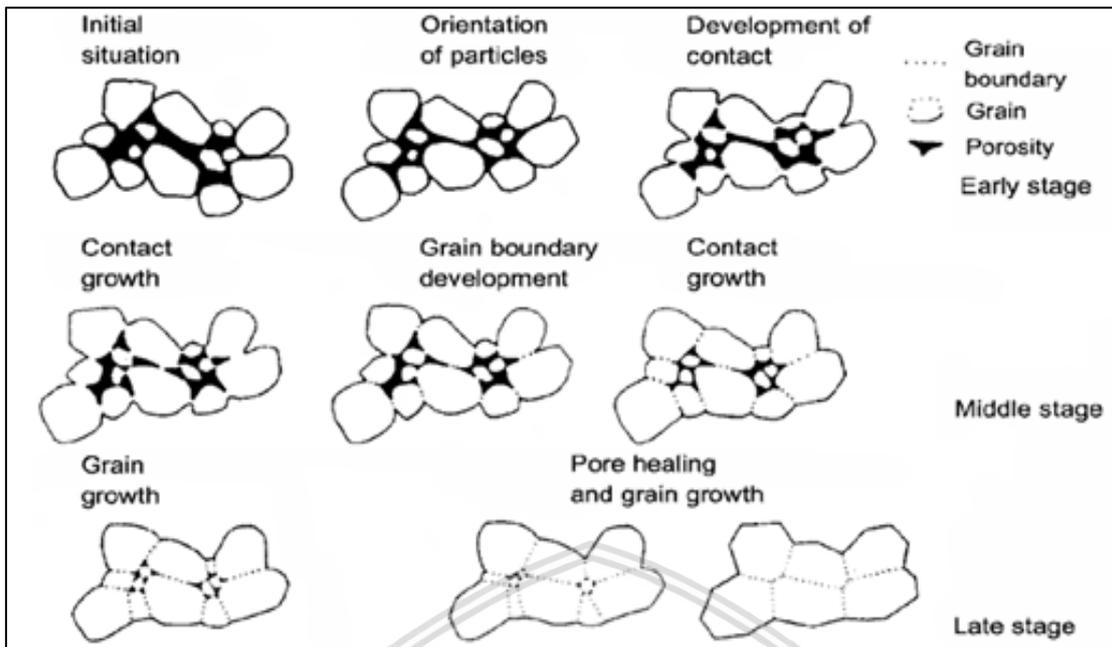
Beberapa cara pengeringan yang baik antara lain dengan mengangin-anginkan keramik pada ruangan terbuka (tidak terpapar langsung sinar matahari) atau dapat dikeringkan pada ruang dengan suhu ruang.

2.4.5 Pembakaran

Pembakaran merupakan proses pembuatan keramik yang akan dibakar pada temperatur antara 900°C (1650°F) sampai 1400°C (2250°F). Pembakaran menyebabkan keramik mengalami perubahan ukuran (penyusutan) dan bentuk butir, serta pengurangan pori-pori. Selama pembakaran, densitas meningkat yang disebabkan porositas menurun sehingga kekuatan dapat ditingkatkan.

Pembakaran tergantung pada komposisi keramik dan sifat yang diinginkan dari hasil produk yang diinginkan. Pembakaran menyebabkan keramik mengalami permukaan yang mengecil, pengurangan pori, perubahan ukuran dan bentuk butir, volume berkurang (penyusutan), serta bertambah kekuatan keramik. Selama pembakaran berlangsung, densitas meningkat yang menyebabkan porositas menurun sehingga kekuatan dapat ditingkatkan.

Ketika pembakaran keramik, terjadi tiga tahapan diantaranya adalah tahap awal, tahap menengah, dan tahap akhir yang dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Grain growth during the sintering process

Sumber: Brevier *Technical Ceramics* (2004, p. 218)

Pada saat proses pembakaran dilakukan, tingkat kematangan keramik juga perlu diperhatikan. Tingkat kematangan keramik dapat dinyatakan dengan sifat *hygroscopic* (penyerapan terhadap uap air), keramik dengan tingkat kematangan tinggi maka semakin rendah kemampuan uap air dan keramik semakin stabil berat jenisnya. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses pembakaran keramik adalah:

1. Perubahan sifat permanen yaitu tanah liat/keramik harus dibakar terlebih dahulu, sebab tanah liat yang telah mengeras karena sinar matahari dapat hancur oleh air. Tanah liat yang telah dibakar melebihi suhu $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ maka tanah liat tersebut mengalami perubahan fisik dan kimia menjadi keramik yang tidak hancur atau lapuk oleh air. Peristiwa itu disebut perubahan keramik atau *ceramic change*, sebab keramik tidak bisa dikembalikan lagi menjadi tanah liat. Suhu yang dibutuhkan untuk mematangkan tanah liat bervariasi sesuai dengan jenis tanah liatnya.
2. Kematangan (vitriifikasi) adalah kondisi keramik yang telah mencapai kematangan secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk, hal ini ditentukan oleh peleburan bahan-bahan feldspatik dan kwarsa bebas dalam badan keramik, yang berfungsi sebagai pelekat partikel-partikel tanah liat, sehingga setelah proses pendinginan partikel-partikel tanah tersebut seolah-olah direkatkan satu sama lain membentuk badan keramik yang keras.

Dalam proses pembakaran keramik, pembakaran dapat dilakukan secara tunggal (satu kali pembakaran) dan ganda (dua kali pembakaran).

1. Pembakaran Tunggal

Pembakaran tunggal (*biscuit firing*) dilakukan pada suhu 700°C-1000°C yang bertujuan membuat benda menjadi kuat dan mampu menyerap glasir secara optimal. Kelebihan dan kekurangan pembakaran tunggal, yaitu:

Kelebihan:

- a. Membuat keramik menjadi kuat, keras, dan kedap air.
- b. Membuat keramik dapat menghasilkan warna. (Astuti, 1997, p. 58)
- c. Membuat waktu dan biaya menjadi lebih efisien.

Kekurangan:

- a. Kerusakan yang disebabkan teknik *single firing* seperti adanya gelembung udara di dalam glasir yang dapat menyebabkan warna keramik menjadi belang dan keramik mengalami kepecahan.

2. Pembakaran Ganda

Pembakaran ganda dilakukan dengan memberikan lapisan glasir di atas keramik setelah melakukan pembakaran pertama. Pembakaran ganda ini merupakan pembakaran yang dilakukan pada suhu 1000°C-1150°C. Pada pembakaran ganda terdapat kelebihan dan kekurangan, diantaranya yaitu:

Kelebihan:

- a. Keramik menjadi tahan air, tahan api, dan mudah dibersihkan.
- b. Mempunyai bentuk padat, tidak berpori, dan berwarna lebih tajam.
- c. Memiliki kemampuan tahan korosi dan ketahanan akan bahan kimia

Kekurangan:

- a. Membutuhkan biaya tinggi dan waktu yang lama.

Pada saat dilakukan pembakaran tunggal pada keramik, pembakaran tunggal ini bertujuan untuk membuat kandungan air hilang sehingga membuat keramik menjadi lebih kuat dan padat. Sedangkan untuk pembakaran ganda, pembakaran ganda ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh kandungan air sudah tidak ada lagi pada keramik yang akan meningkatkan kekuatan dan kepadatan keramik. Selain itu pembakaran ganda juga dilakukan untuk merekatkan lapisan yang ada pada keramik, seperti lapisan glasir.

2.4.6 Glasir

Glasir merupakan lapisan yang diberikan pada keramik sebelum pembakaran. Glasir merupakan salah satu tipe glas yang tipis sebagai lapisan keramik. Glasir adalah cairan suspensi yang mempunyai butiran mineral sangat kecil yang diterapkan dengan penuangan, pengkuasan, pencelupan atau penyemprotan pada permukaan keramik biskuit dan setelah kering dibakar kembali pada temperatur dimana kandungan didalamnya akan meleleh bersama-sama membentuk lapisan kaca pada permukaan yang dilapisi, (Nelson, 1986).

Glasir tahan terhadap reaksi kimia dan memiliki nilai estetika yang baik juga. Keramik yang dilapisi glasir menjadi produk yang memiliki kekuatan dan kekerasan tinggi, tahan terhadap jenis korosi, serta memiliki porositas yang rendah, dan kedap air.

Dalam pembuatan glasir ini terdapat tiga bahan utama yang digunakan, diantaranya adalah:

1. Silika

Silika merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan glasir karena silika berfungsi sebagai unsur pengglas yang akan membentuk lapisan gelas dalam keadaan cair dan dapat membeku. Silika murni memiliki bentuk yang menyerupai kristal, yang dapat menjadi faktor estetika dalam penggunaan glasir.

2. Alumina

Alumina juga merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan glasir yang berfungsi sebagai bahan pengeras dalam glasir. Selain menjadi bahan pengeras dalam keramik, alumina juga berfungsi membuat lapisan glasir menjadi kental, membuat glasir menjadi kuat dan keras, menambahkan kestabilan pada benda keramik, meningkatkan daya tahan, kekerasan, dan kilap serta mengurangi pemuai glasir.

3. Fluks

Fluks adalah bahan utama yang digunakan selain silika dan alumina. Fluks dalam lapisan glasir ini berfungsi sebagai bahan peleleh yang digunakan untuk menurunkan suhu lebur bahan glasir tersebut. Selain itu, fluks juga berfungsi untuk membantu melekatnya glasir pada badan keramik yang telah dibakar.

Menurut Supriyadi (2012), keuntungan menggunakan lapisan glasir pada keramik diantaranya adalah:

1. Menambah nilai estetika dengan warna dan kehalusan permukaannya.
2. Menutup badan (pori-pori) keramik sehingga tidak tertembus oleh gas ataupun cairan.
3. Menambah dan meningkatkan kekuatan mekanis dari keramik.

4. Melindungi badan keramik dari kerusakan secara mekanis seperti penggarukan oleh makanan dari asam cuka ataupun lingkungan.
5. Menambah ketahanan keramik dari bahan kimia yang bersifat asam ataupun basa.
6. Menutupi cacat dari keramik.
7. Permukaan keramik mudah dibersihkan.
8. Membuat badan keramik tidak mudah ditembus dan melindungi keramik dari masuknya embun yang dapat merusak badan keramik.

Menurut Astuti (1997) temperatur pembakaran jenis glasir dibagi tiga, yaitu:

1. Glasir Bakaran Rendah

Glasir bakaran rendah dibakar pada suhu 792°C-1120°C. Glasir bakaran rendah berbentuk halus dan mengkilap dengan warna-warna yang terang yang biasanya digunakan untuk membuat tembikar berwarna cerah dan patung gerabah. Bahan-bahan untuk glasir bakaran rendah adalah:

- a. Fluks glasir alkalin: *borax*, *colemanite*, *kapur*, *kaolin*, dan *soda ash*
- b. Fluks glasir timbal: *lead carbonate/white lead* dan *red lead*, (Budiyanto, 2008, p.432).

2. Glasir Bakaran Menengah

Glasir campuran rendah dan tinggi. Glasir bakaran menengah dibakar pada suhu 1165°C-1210°C. Glasir bakaran menengah akan menjadi lebih kuat dan tahan lama, tahan panas, dan menghasilkan warna terang dan *glossy* yang biasanya digunakan untuk membuat *pottery* dan *stoneware*. Bahan yang digunakan untuk glasir bakaran menengah adalah campuran silika dan *lead oxide*. Selain itu dapat juga menggunakan bahan *barium oxide*, (Budiyanto, 2008, p.426).

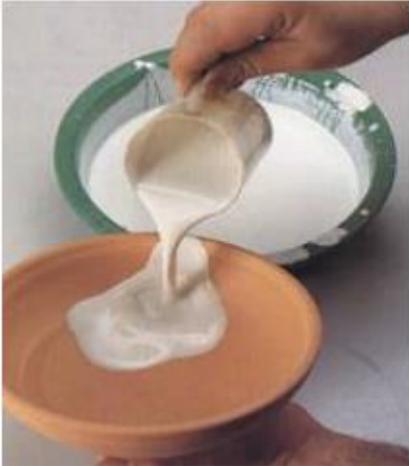
3. Glasir Bakaran Tinggi

Glasir yang dibakar pada suhu tinggi yaitu 1260°C-1390°C yang bersifat halus, tahan terhadap panas, kuat, keras, dan tahan terhadap asam yang biasanya digunakan untuk *stoneware* (barang pecah belah) dan *porcelain*. Feldspar adalah bahan utama pada glasir bakaran tinggi ini maka glasirnya disebut glasir feldspatik (*feldspathic glaze*), (Budiyanto, 2008, p.432).

Penggunaan glasir ada beberapa cara, diantaranya yaitu:

1. Teknik Tuang (*Pouring*)

Teknik pengglasiran dengan cara menuang larutan glasir pada benda keramik. Teknik ini digunakan untuk keramik dengan penampang yang lebar sehingga proses pengglasiran lebih mudah dilakukan, seperti piring.



Gambar 2.9 Teknik tuang
Sumber: Budiyanto (2008, p. 475)

2. Teknik Celup (*Dipping*)

Teknik pengglasiran dengan cara mencelupkan ke dalam larutan glasir menggunakan tangan langsung. Teknik ini merupakan teknik yang paling baik untuk mendapatkan glasir yang merata secara keseluruhan dan merupakan salah satu teknik pengglasiran yang menghemat glasir dalam pengaplikasiannya. Teknik celup ini digunakan untuk benda berongga yang kecil, seperti mangkuk dan vas bunga kecil.



Gambar 2.10 Teknik celup
Sumber: Budiyanto (2008, p.476)

3. Teknik Semprot (*Spraying*)

Teknik pengglasiran dengan cara menyemprotkan larutan glasir pada benda keramik menggunakan spray gun atau air brush dengan jarak penyemprotan 30-40cm arah melingkar dan naik turun. Teknik ini digunakan untuk benda yang besar dan lebar seperti guci atau pot yang besar.



Gambar 2.11 Teknik semprot
Sumber: Budiyanto (2008, p. 478)

4. Teknik Kuas (*Brush*)

Teknik pengglasiran dengan cara melapisi benda keramik dengan glasir menggunakan kuas yang biasanya digunakan untuk benda yang kecil dan rumit, seperti benda dengan ukiran yang timbul



Gambar 2.12 Teknik kuas
Sumber: Budiyanto (2008, p. 479)

2.5 Karakteristik Keramik

Karakteristik merupakan perilaku struktur material akibat diberikannya suatu perlakuan seperti pengeringan dan pembakaran. Salah satu karakteristik dari keramik adalah penyusutan dan kekuatan tekan. Dimana penyusutan terjadi akibat pemanasan (proses pengeringan dan pembakaran) yang dilakukan, sedangkan kekuatan tekan terjadi akibat beban penekanan yang diberikan kepada material.

Penyusutan adalah berkurangnya ukuran material yang terjadi pada proses pengeringan dan pembakaran. Keramik yang berkualitas baik adalah keramik yang memiliki nilai penyusutan yang rendah. Penyusutan selama proses pengeringan secara linear adalah 50% sedangkan penyusutan volumenya adalah 90%. Sedangkan penyusutan yang terjadi pada proses pembakaran secara linear adalah 20% dan penyusutan volumenya adalah 50%, (Carter, 2013, p. 471).

Untuk menghitung susut kering dan susut bakar pada keramik digunakan rumus:

$$\text{Susut Kering} = \frac{\text{Panjang plastis} - \text{Panjang kering}}{\text{Panjang plastis}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-1)$$

$$\text{Susut Bakar} = \frac{\text{Panjang plastis} - \text{Panjang bakar 1}}{\text{Panjang plastis}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-2)$$

$$\text{Susut Bakar} = \frac{\text{Panjang plastis} - \text{Panjang bakar 2}}{\text{Panjang plastis}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-3)$$

Sumber: Budiyanto (2008, p. 179)

Kekuatan tekan adalah kemampuan material untuk menahan beban tekan (penekanan) yang diberikan. Kekuatan tekan suatu material diukur dari ketahanan suatu bahan untuk menahan deformasi secara permanen. Besarnya kekuatan tekan suatu bahan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan bahan dengan luas penampang bahan. Pada keramik, kekuatan tekan lebih baik dan lebih tinggi dibandingkan kekuatan tariknya.

Untuk menghitung kekuatan tekan pada keramik digunakan rumus 2-4:

$$\sigma_c = \frac{P_{Max}}{A} \dots \dots \dots (2-4)$$

dengan:

σ_c = Kekuatan tekan (Pa)

P_{Max} = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang sampel awal (m²)

Sumber: Setiawan (2017, p. 25)

2.6 Ceramic Holder

Ceramic holder adalah suatu penahan (*holder*) yang digunakan untuk menahan coil pada suatu tungku pembakaran. *Ceramic holder* ini merupakan penahan berbahan dasar keramik yang digunakan untuk menahan coil agar tidak terjadi lendutan pada saat dilakukannya pembakaran dengan menggunakan tungku. Selain menahan coil agar tidak terjadi lendutan, *ceramic holder* ini juga berfungsi untuk mencegah agar coil tidak keluar dari jalur pada tungku dan tidak jatuh ke dalam tungku.

Dengan adanya *ceramic holder*, tungku pembakaran yang digunakan dapat melakukan pembakaran dengan baik dan bisa meningkatkan efisiensi pada tungku pembakaran.



Gambar 2.13 Instalasi ceramic holder
Sumber: Wattco (2018)

2.7 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan tinjauan pustaka di atas, hipotesis penelitian mengenai pengaruh pengglasiran terhadap karakteristik *ceramic holder* pada pembakaran tunggal dan pembakaran ganda adalah semakin tinggi suhu pembakaran, penyusutan yang terjadi pada keramik akan lebih besar dimana keramik akan menyusut dan mengalami pengurangan ukuran. Begitu pula dengan keramik yang dilapisi dengan glasir, karena ketika dipanaskan pada pembakaran glasir akan meleleh dan menyusut mengikuti bentuk keramik yang menyusut. Sedangkan pada kekuatan tekan, keramik dengan lapisan glasir pada pembakaran ganda memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan kekuatan keramik dengan lapisan glasir pada pembakaran tunggal.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yaitu melakukan pengujian serta pengamatan langsung untuk mengetahui pengaruh pengglasiran terhadap *ceramic holder* pada pembakaran tunggal dan pembakaran ganda. Di samping itu untuk mendukung penelitian ini, dilakukan studi literatur baik dari buku, jurnal, skripsi sebelumnya, maupun internet untuk mendapatkan informasi tambahan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat yang digunakan untuk melakukan penelitian dan pengujian ini adalah Laboratorium Material $\alpha\beta\gamma$ Landungsari, Malang. Waktu penelitian ini dilakukan pada 23 April 2018 sampai 04 Juli 2018.

3.3 Variabel Penelitian

Terdapat tiga variabel yang ada dalam penelitian ini, diantaranya yaitu:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas yang dipakai adalah massa bahan baku keramik, massa bahan baku glasir, dan jumlah pembakaran.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besar nilainya bergantung pada besar nilai variabel bebas. Pada penelitian kali ini variabel terikatnya adalah kekuatan tekan dan penyusutan pada keramik.

3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dijaga konstan selama penelitian berlangsung. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah ukuran butir (*mesh* 100) dan temperatur pembakaran tunggal 850°C sedangkan temperatur pembakaran ganda 1100°C.

3.4 Alat dan Bahan yang Digunakan

3.4.1 Alat yang Digunakan

Pada penelitian ini terdapat alat-alat yang digunakan, diantaranya adalah:

1. Timbangan Listrik

Alat ini digunakan untuk menimbang bahan baku yang akan digunakan untuk membuat adonan tanah liat.

Spesifikasi alat:

<i>Merk</i>	: Melter
<i>Tipe</i>	: PJ 3000
<i>Beban Maksimal</i>	: 3000 gram
<i>Ketelitian</i>	: 0,01 gram

2. Mesin Pengguncang Rotap

Alat ini digunakan untuk menyaring material agar ukuran butir yang digunakan sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

Spesifikasi alat:

<i>Merk</i>	: Retsch
<i>Tipe</i>	: VS 1
<i>Jenis</i>	: Rotap
<i>Voltase</i>	: 220 V
<i>Daya</i>	: 430 watt

3. Cetakan

Alat ini digunakan untuk membentuk spesimen agar sesuai dengan dimensi yang diinginkan sebelum dilakukannya proses pembakaran.

Spesifikasi:

<i>Diameter dalam</i>	: 40 mm
-----------------------	---------

4. Alat Penekan

Alat ini digunakan untuk memadatkan spesimen agar lebih padat merata.

Spesifikasi alat:

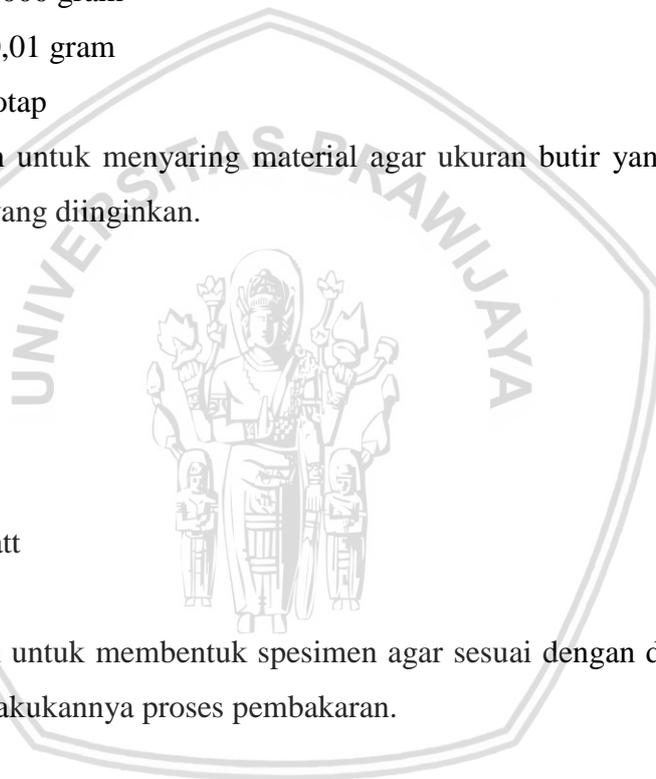
<i>Penekanan</i>	: 0 – 600 kg/cm ² (0 – 8000 psi).
------------------	--

5. Tungku LPG

Alat ini digunakan sebagai alat pembakar spesimen keramik (*green ceramic*) menjadi keramik matang.

Spesifikasi alat:

<i>Suhu maksimal</i>	: 1300°C
----------------------	----------



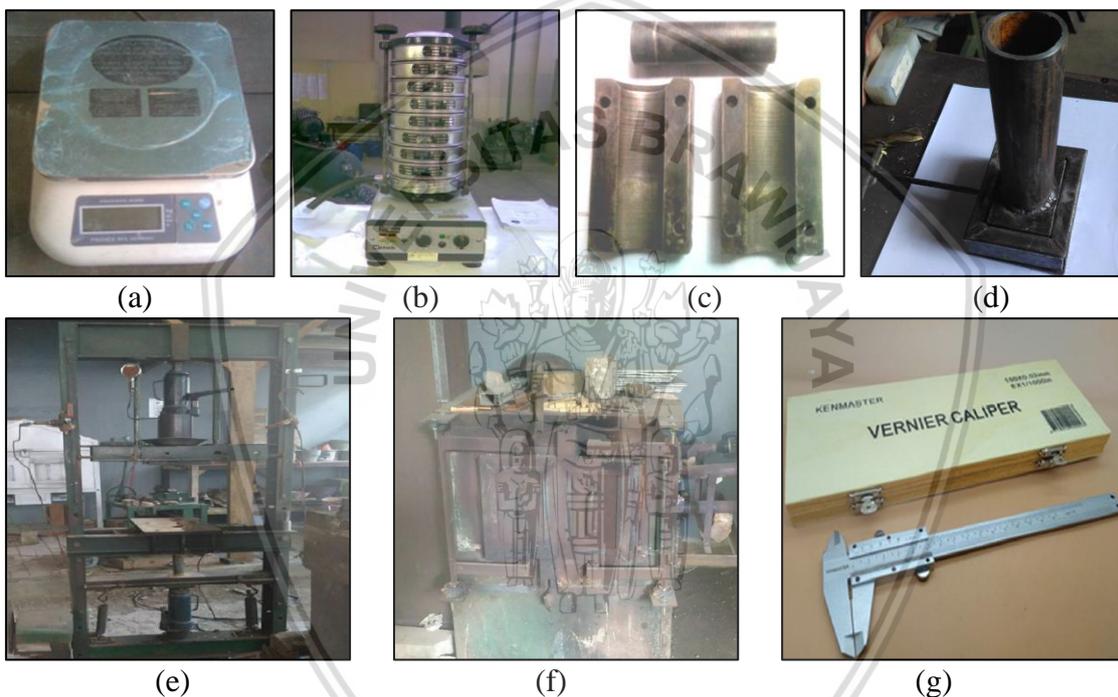
Burner : 3
 Dimensi *in gate* : 23 x 33 cm
 Dimensi dalam : 45 x 40 x 45 cm

6. Jangka Sorong

Alat ini digunakan untuk mengukur dimensi spesimen.

Spesifikas alat:

Merk : Mitutoyo stainless steel
Range : 0-25 cm
Ketelitian : 0,01 mm



Gambar 3.1 Alat penelitian (a) Timbangan elektrik, (b) Mesin pengguncang rotap, (c) Cetakan spesimen uji, (d) Cetakan spesimen *holder*, (e) Alat Penekan, (f) Tungku LPG, dan (g) Jangka sorong

3.4.2 Bahan yang Digunakan

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan dalam pembuatan spesimen keramik adalah *kaolin*, *feldspar*, alumina, silika.

Tabel 3.1
Bahan Baku Pembuatan Spesimen

No.	Bahan Baku	Massa (g)	Persentase (%)
1.	Kaolin	300	30
2.	Feldspar	300	30
3.	Alumina	100	10
4.	Silika	100	10
5.	Air	200	20
Total		1000	100

Tabel 3.2
Bahan Baku Pembuatan Glasir

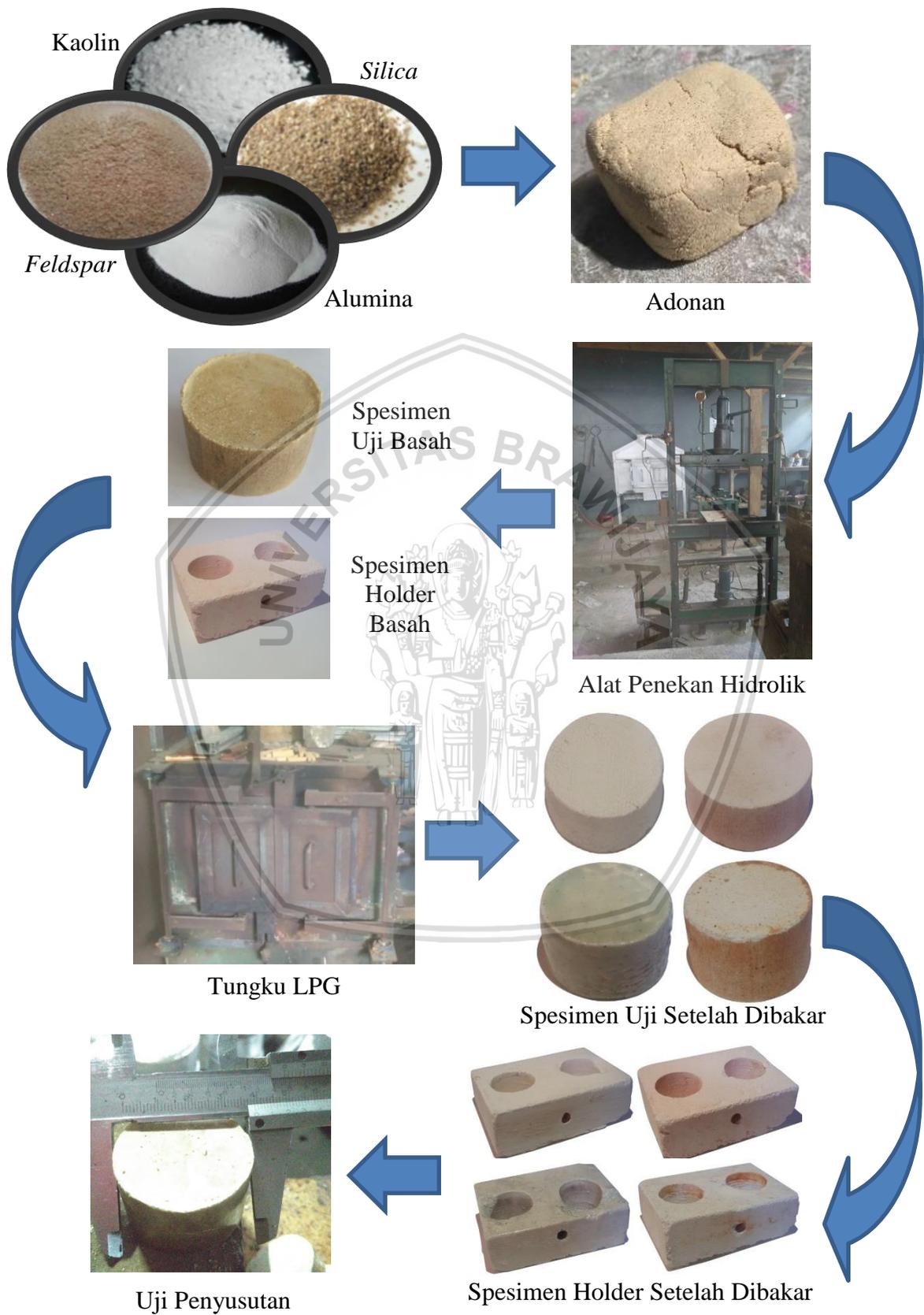
No.	Bahan Baku	Massa (g)	Persentase (%)
1.	Silika	250	25
2.	Alumina	250	25
3.	Fluks	500	50
Total		1000	100

3.5 Proses Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen memiliki langkah-langkah sebagai berikut.

1. Mempersiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Mengayak bahan baku (*mesh* 100) dan menimbang bahan yang akan dibuat.
3. Mencampur semua bahan baku dan dicampurkan air sebanyak 20%, kemudian diaduk sampai homogen dan plastis sehingga dapat dicetak.
4. Menunggu selama 1 hari agar kandungan air dalam adonan hilang.
5. Mencetak hasil campuran yang homogen menggunakan cetakan spesimen.
6. Mengeluarkan spesimen dari cetakan kemudian dikeringkan dengan udara terbuka sampai air plastis yang terkandung habis.
7. Membakar spesimen pada tungku dengan variasi jumlah pembakaran:
 - a. Pembakaran tunggal dengan temperatur 850°C selama 5 jam secara bertahap.
 - b. Pembakaran ganda dengan temperatur 1100°C selama 3 jam.
8. Pemberian glasir pada spesimen.

3.6 Skema Penelitian



Gambar 3.2 Skema penelitian

3.7 Prosedur Pengujian

3.7.1 Prosedur Pengujian Penyusutan

Pengujian penyusutan spesimen memiliki langkah-langkah sebagai berikut.

1. Mengukur panjang spesimen keramik dalam keadaan plastis (baru selesai dicetak).
2. Melakukan proses pengeringan spesimen keramik selama 1 minggu.
3. Setelah keramik dikeringkan, nilai susut kering keramik dapat dihitung dengan menggunakan rumus susut kering.
4. Melakukan proses pembakaran tunggal pada suhu 850°C dan pembakaran ganda pada suhu 1100°C serta pemberian glasir dan melakukan proses pendinginan.
5. Setelah keramik dibakar, nilai susut bakar keramik dapat dihitung menggunakan rumus susut bakar.

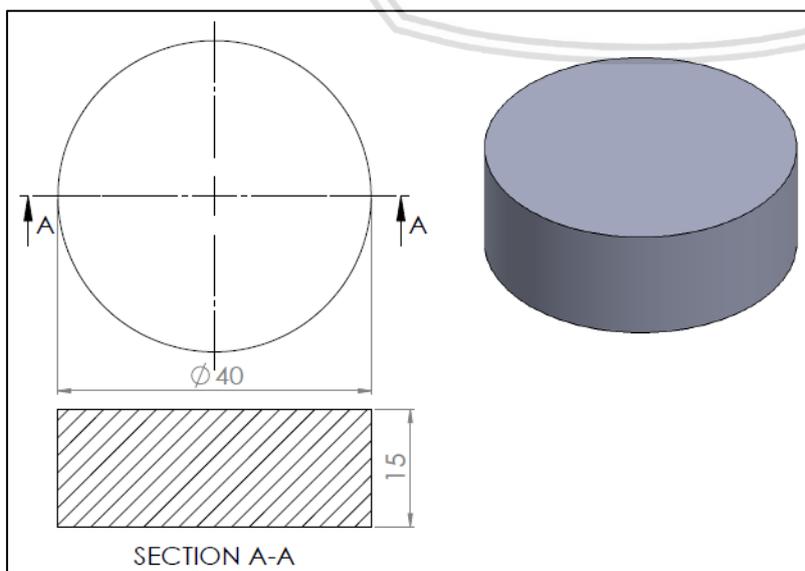
3.7.2 Prosedur Pengujian Kekuatan Tekan

Pengujian kekuatan tekan spesimen memiliki langkah-langkah sebagai berikut.

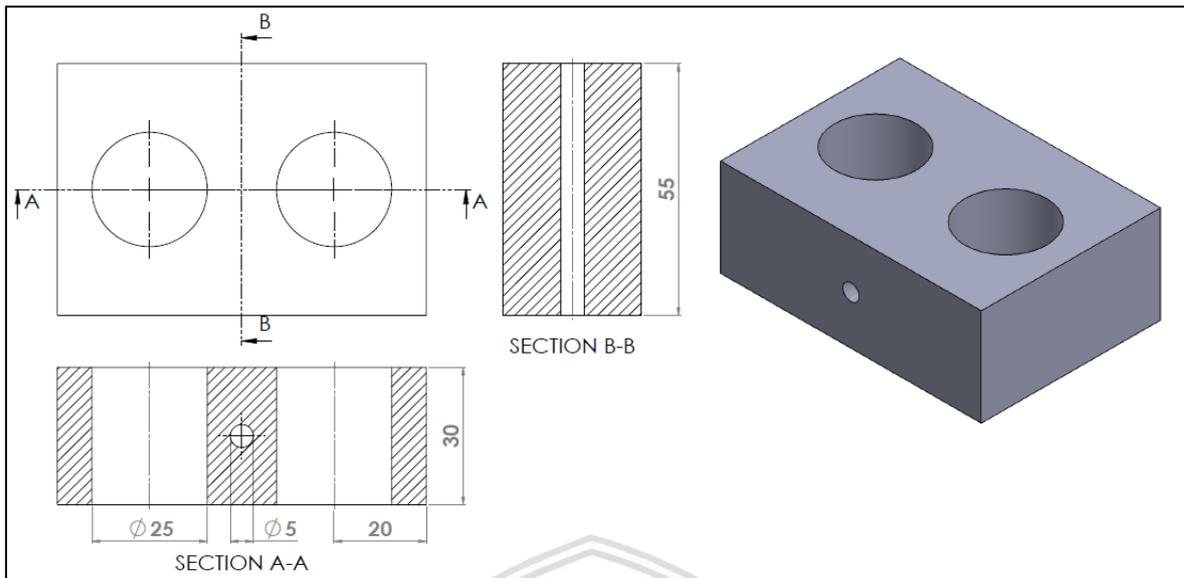
1. Mengukur panjang spesimen keramik setelah melakukan proses pembakaran.
2. Melakukan penekanan keramik dengan alat penekan hidrolik hingga keramik pecah.
3. Mencatat besar tekanan pada alat penekan hidrolik.
4. Menghitung kekuatan tekan keramik dengan menggunakan rumus kekuatan tekan.

3.8 Dimensi Spesimen

Pada penelitian ini terdapat spesimen uji dan spesimen *holder* dengan desain seperti gambar 3.3 dan 3.4. Dimensi spesimen ini digunakan dalam satuan mm.



Gambar 3.3 Spesimen uji



Gambar 3.4 Spesimen *ceramic holder*

3.9 Prosedur Percobaan

Prosedur penelitian memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan untuk membuat spesimen.
2. Membuat spesimen benda uji dan *holder*.
3. Jika keramik yang dibuat terdapat cacat retak atau pecah maka kembali ke langkah 2, jika tidak maka lanjut ke langkah 4.
4. Melakukan proses pembakaran dan pengglasiran keramik.
5. Jika keramik yang dihasilkan terdapat cacat retak atau pecah maka kembali ke langkah 2, jika tidak maka lanjut ke langkah 6.
6. Melakukan pengujian kekuatan tekan dan penyusutan pada keramik yang telah jadi.
7. Mengambil data hasil pengujian kekuatan tekan dan penyusutan.
8. Menganalisis data hasil pengujian kekuatan tekan dan penyusutan.
9. Membuat kesimpulan dan saran.

3.10 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini merupakan cara untuk menentukan keberhasilan suatu penelitian dan juga menentukan analisa yang tepat, sehingga didapatkan suatu analisis dan kesimpulan yang tepat.

Tabel 3.3
Rancangan Data Penyusutan Kering *Ceramic Holder*

No Spesimen	V_P (mm ³)	V_K (mm ³)	S_K (%)
1	V_{P1}	V_{K1}	S_{K1}
2	V_{P2}	V_{K2}	S_{K2}
3	V_{P3}	V_{K3}	S_{K3}
4	V_{P4}	V_{K4}	S_{K4}
5	V_{P5}	V_{K5}	S_{K5}
6	V_{P6}	V_{K6}	S_{K6}
7	V_{P7}	V_{K7}	S_{K7}
8	V_{P8}	V_{K8}	S_{K8}
9	V_{P9}	V_{K9}	S_{K9}
10	V_{P10}	V_{K10}	S_{K10}
11	V_{P11}	V_{K11}	S_{K11}
12	V_{P12}	V_{K12}	S_{K12}

V_P : Volume plastis

V_K : Volume kering

S_K : Susut kering

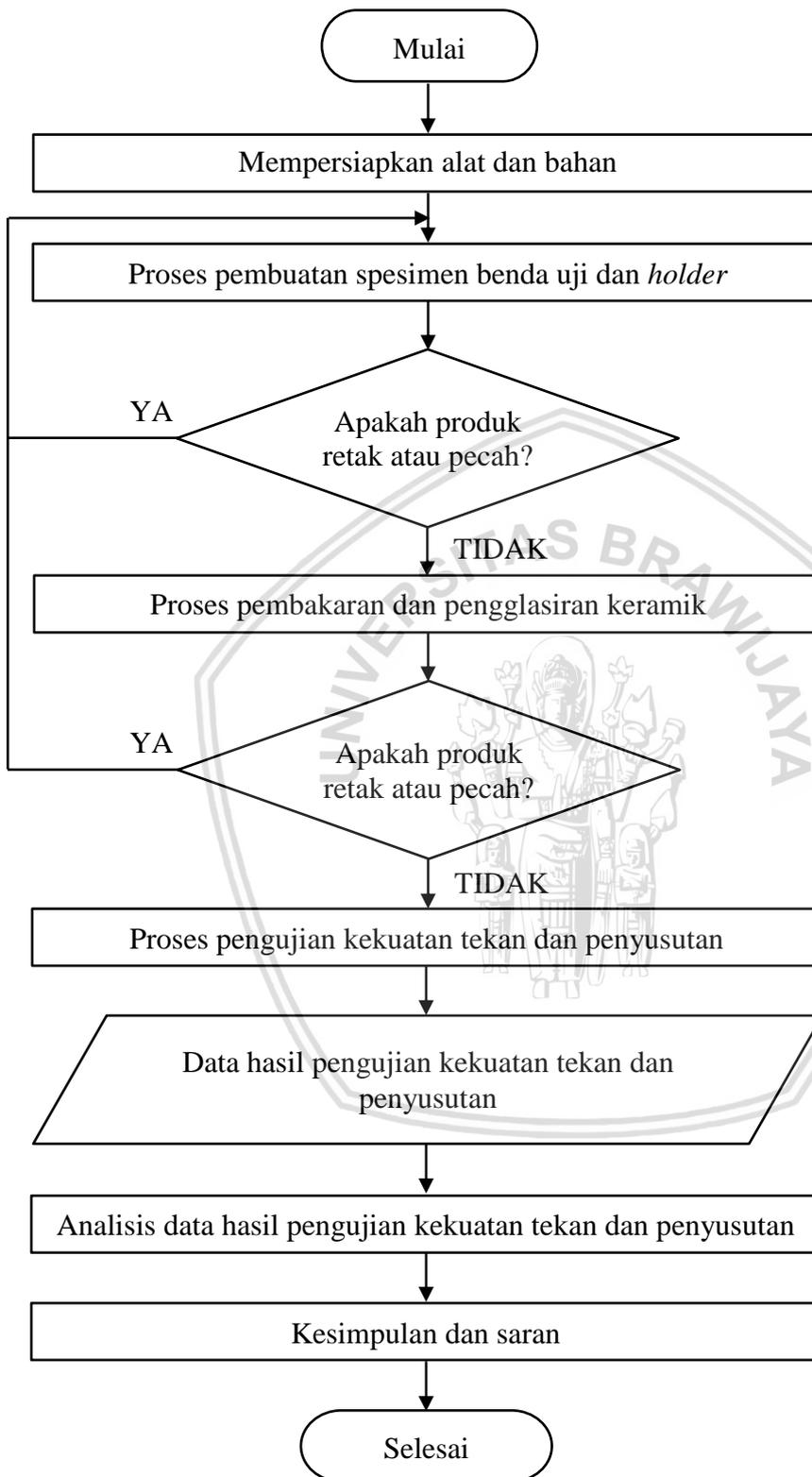
Tabel 3.4
Rancangan Data Kekuatan Tekan *Ceramic Holder*

Variasi Pengglasiran	No Spesimen	Kekuatan tekan	
		P_1 (kgf/cm ²)	P_2 (kgf/cm ²)
Dengan glasir	1	$P_{1(1.1)}$	$P_{2(1.1)}$
	2	$P_{1(1.2)}$	$P_{2(1.2)}$
	3	$P_{1(1.3)}$	$P_{2(1.3)}$
Tanpa glasir	1	$P_{1(2.1)}$	$P_{2(2.1)}$
	2	$P_{1(2.2)}$	$P_{2(2.2)}$
	3	$P_{1(2.3)}$	$P_{2(2.3)}$

P_1 : Pembakaran tunggal

P_2 : Pembakaran ganda

3.11 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.5 Diagram alir penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian didapatkan beberapa data penyusutan keramik. Pengolahan data penyusutan ini dapat dilihat pada tabel 4.1 sampai tabel 4.3, dan pengolahan data kekuatan tekan dapat dilihat pada table 4.4.

Tabel 4.1
Data Hasil Penyusutan Kering *Ceramic Holder*

No Spesimen	V_P (mm ³)	V_K (mm ³)	S_K (%)
1	19884.00	19747.47	0.69
2	26481,68	26258.91	0.84
3	28851,16	28583.79	0.93
4	19174,25	18971.45	1.06
5	23944,66	23678.29	1.11
6	17505.94	17266.42	1.37
7	14968.91	16401.74	1.38
8	26518,14	26146.23	1.40
9	18580.67	18312.44	1.44
10	29614,83	29123.73	1.66
11	27204,58	26625.37	2.13
12	16664.68	17743.72	2.63

V_P : Volume plastis

V_K : Volume kering

S_K : Susut kering

Tabel 4.2
Data Hasil Penyusutan *Ceramic Holder* Pembakaran Tunggal

Variasi pengglasiran	No Spesimen	V_P (mm ³)	V_B 1 (mm ³)	S_B 1 (%)
Dengan glasir	1	14968.91	16401.74	-9.57
	2	16664.68	17743.72	-6.48
	3	19174,25	20303,75	-5.89
Tanpa glasir	1	19884.00	19495.72	1.95
	2	18580.67	17876.62	3.79
	3	17505.94	16720.49	4.49

V_P : Volume plastis

V_B 1: Volume bakar tunggal

S_B 1: Susut bakar tunggal

Tabel 4.3
Data Hasil Penyusutan *Ceramic Holder* Pembakaran Ganda

Variasi pengglasiran	No Spesimen	V_P (mm ³)	V_B 2 (mm ³)	S_B 2 (%)
Dengan glasir	1	26518.14	26191.74	1.23
	2	29614.83	28972.59	2.17
	3	28851.16	27613.79	4.29
Tanpa glasir	1	23944.66	22583.62	5.68
	2	26481.68	24003.35	9.36
	3	27204.58	24531.80	9.83

V_P : Volume plastis

V_B 2: Volume bakar ganda

S_B 2: Susut bakar ganda

Tabel 4.4
Data Kekuatan Tekan *Ceramic Holder*

Variasi Pengglasiran	No Spesimen	Kekuatan tekan	
		P_1 (kgf/cm ²)	P_2 (kgf/cm ²)
Dengan glasir	1	387.14	470.18
	2	396.90	499.84
	3	400.90	547.66
Tanpa glasir	1	302.47	398.09
	2	324.73	450.10
	3	348.29	454.12

P_1 : Pembakaran tunggal

P_2 : Pembakaran ganda

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Perhitungan Nilai Penyusutan *Ceramic Holder*

1. Perhitungan Nilai Penyusutan Kering *Ceramic Holder*

Dari hasil pengujian *ceramic holder*, didapatkanlah data seperti tabel 4.1 yang selanjutnya adalah menghitung besar penyusutan kering dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Susut kering} = \frac{\text{Volume plastis} - \text{Volume kering}}{\text{Volume plastis}} \times 100\%$$

$$\text{Susut kering} = \frac{11743.09 \text{ mm}^3 - 11515.55 \text{ mm}^3}{11743.09 \text{ mm}^3} \times 100\%$$

$$\text{Susut kering} = 2.63\% \quad (\text{data sampel 8})$$

2. Perhitungan Nilai Penyusutan Bakar Tunggal *Ceramic Holder*

Dari hasil pengujian *ceramic holder*, didapatkanlah data seperti tabel 4.2 yang selanjutnya adalah menghitung besar penyusutan kering dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Susut bakar 1} = \frac{\text{Volume plastis} - \text{Volume bakar 1}}{\text{Volume plastis}} \times 100\%$$

$$\text{Susut bakar 1} = \frac{25887.62 \text{ mm}^3 - 28312.17 \text{ mm}^3}{25887.62 \text{ mm}^3} \times 100\%$$

$$\text{Susut bakar 1} = 4.49\% \quad (\text{data sampel 3 tanpa glasir})$$

3. Perhitungan Nilai Penyusutan Bakar Ganda *Ceramic Holder*

Dari hasil pengujian *ceramic holder*, didapatkanlah data seperti tabel 4.3 yang selanjutnya adalah menghitung besar penyusutan kering dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Susut bakar 2} = \frac{\text{Volume plastis} - \text{Volume bakar 2}}{\text{Volume plastis}} \times 100\%$$

$$\text{Susut bakar 2} = \frac{27204.58 \text{ mm}^3 - 24531.80 \text{ mm}^3}{27204.58 \text{ mm}^3} \times 100\%$$

$$\text{Susut bakar 2} = 9.83\% \quad (\text{data sampel 2 tanpa glasir})$$

4.2.2 Perhitungan Nilai Kekuatan Tekan *Ceramic Holder*

1. Perhitungan Nilai Kekuatan Tekan Bakar Tunggal *Ceramic Holder*

Dari hasil pengujian *ceramic holder*, didapatkanlah data seperti tabel 4.4 yang selanjutnya adalah menghitung besar penyusutan kering dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$\sigma = \frac{4710.50 \text{ kgf}}{12.17 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma = 387.14 \text{ kgf/cm}^2 \quad (\text{data sampel 1 dengan glasir})$$

2. Perhitungan Nilai Kekuatan Tekan Bakar Ganda *Ceramic Holder*

Dari hasil pengujian *ceramic holder*, didapatkanlah data seperti tabel 4.4 yang selanjutnya adalah menghitung besar penyusutan kering dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

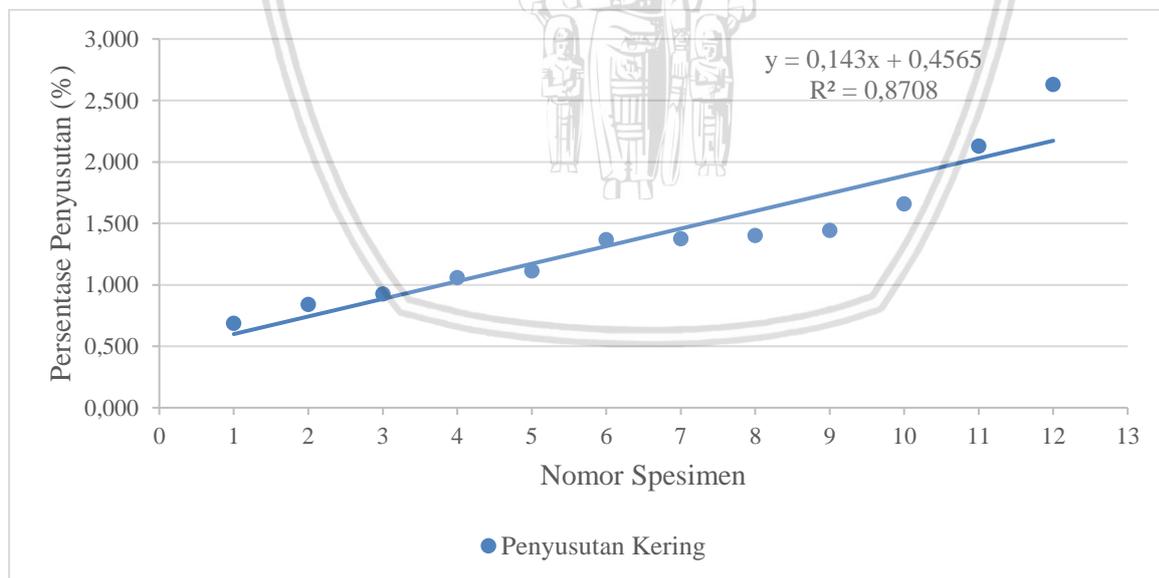
$$\sigma = \frac{5680.31 \text{ kgf}}{12.08 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma = 470.18 \text{ kgf/cm}^2 \quad (\text{data sampel 2 dengan glasir})$$

4.3 Grafik dan Pembahasan

4.3.1 Grafik Hasil Pengujian Penyusutan *Ceramic Holder*

1. Data Hasil Pengujian Penyusutan Kering *Ceramic Holder*



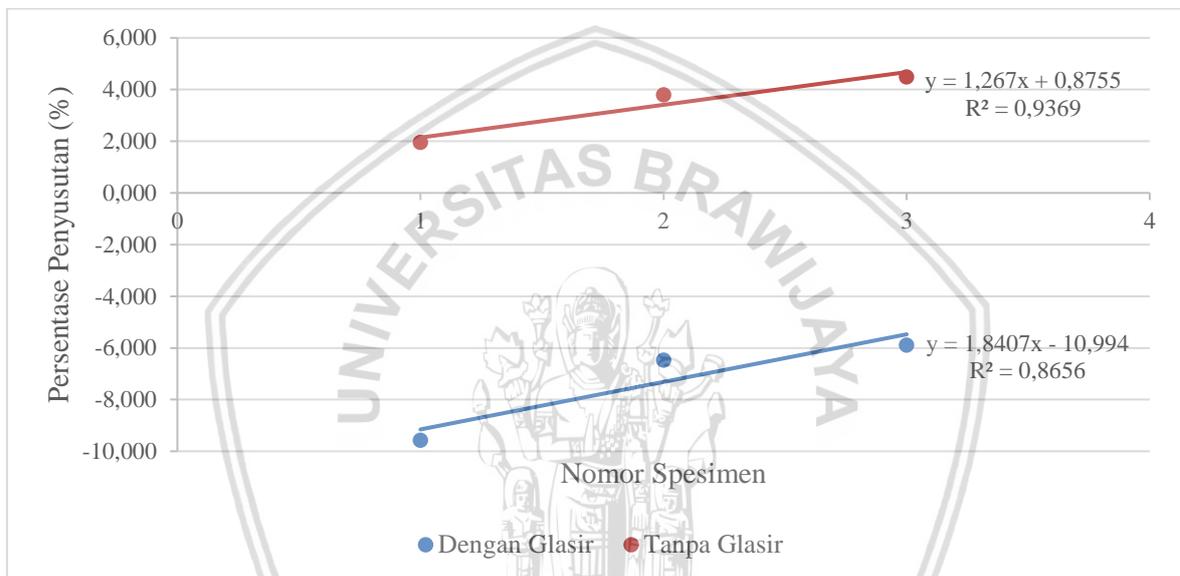
Gambar 4.1 Grafik persentase penyusutan kering *ceramic holder*

Dari grafik pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa penyusutan keramik pada saat proses pengeringan (sebelum dilakukannya pembakaran) menyebabkan mengeringnya kandungan air plastis dari spesimen. Penyusutan yang terjadi dari 12 spesimen adalah 0.69-2.63%. Penyusutan terjadi karena kandungan air pada campuran tanah liat sudah

berkurang akibat adanya proses pengeringan yang dilakukan selama 2 minggu sebelum dilakukannya pembakaran pada spesimen. Penyusutan tertinggi terjadi pada spesimen 12 sebesar 2.63% dan penyusutan terendah terjadi pada spesimen 1 sebesar 0.69% dengan rata-rata penyusutan yang terjadi pada saat proses pengeringan sebesar 1.39%.

2. Data Hasil Pengujian Penyusutan Bakar *Ceramic Holder*

a. Penyusutan Pembakaran Tunggal

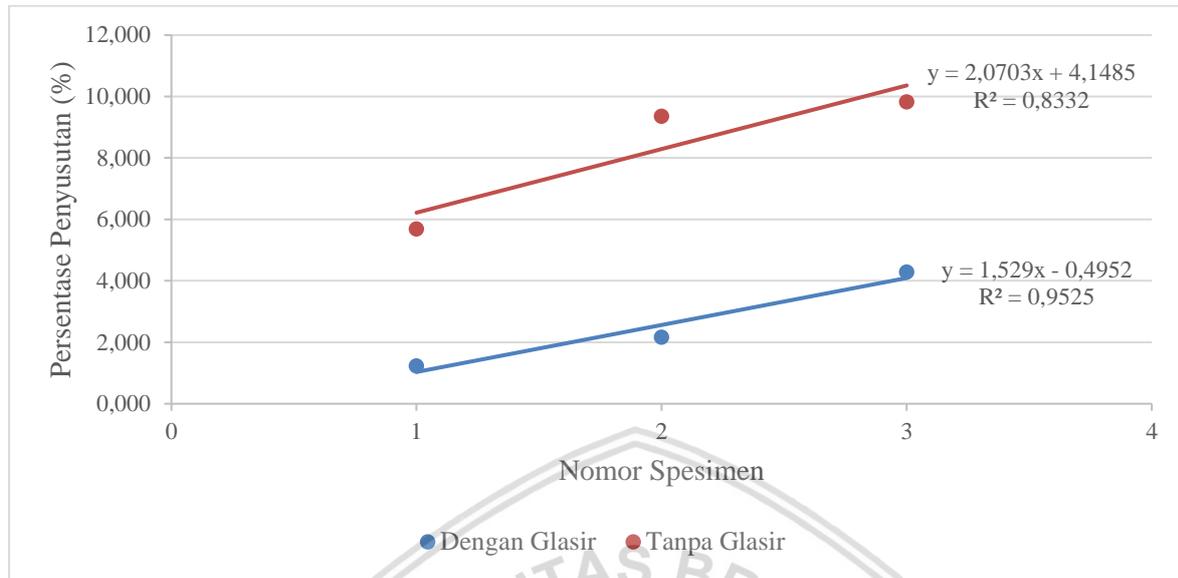


Gambar 4.2 Grafik persentase penyusutan *ceramic holder* pembakaran tunggal

Dari grafik pada gambar 4.2 menunjukkan perbedaan penyusutan yang terjadi pada keramik tanpa glasir dan keramik dengan glasir. Pada grafik tanpa glasir, terlihat penyusutan bakar (pembakaran tunggal) yang terjadi pada keramik sebesar 1.95-4.49% dengan penyusutan terbesar pada spesimen 3 sebesar 4.49% dan penyusutan terendah pada spesimen 1 sebesar 1.95%. Penyusutan rata-rata pada proses pembakaran tunggal tanpa lapisan glasir sebesar 3.41%.

Sedangkan pada keramik dengan glasir, spesimen tidak mengalami penyusutan dan mengalami ekspansi sebesar 5.89-9.57% dengan ekspansi terbesar pada spesimen 1 sebesar 9.57% dan ekspansi terendah pada spesimen 3 sebesar 5.89%. Ekspansi ini terjadi karena adanya tambahan glasir pada spesimen. Dengan penyusutan rata-rata pada proses pembakaran tunggal dengan glasir adalah 7.31%.

b. Penyusutan Pembakaran Ganda



Gambar 4.3 Grafik presentase penyusutan *ceramic holder* pembakaran ganda

Dari grafik pada gambar 4.3 menunjukkan perbedaan penyusutan yang terjadi pada keramik tanpa glasir dan keramik dengan glasir. Pada gambar 4.3 keramik tanpa glasir, terlihat penyusutan bakar (pembakaran ganda) yang terjadi pada keramik sebesar 5.68-9.83% dengan penyusutan terbesar pada spesimen 3 sebesar 9.83% dan penyusutan terendah pada spesimen 1 sebesar 5.68%. Penyusutan rata-rata pada proses pembakaran ganda tanpa lapisan glasir sebesar 8.29%.

Sedangkan pada keramik dengan glasir, penyusutan bakar yang terjadi sebesar 1.23-4.29% dengan penyusutan terbesar pada spesimen 3 sebesar 4.29% dan penyusutan terendah pada sampel 1 sebesar 1.23%. Penyusutan rata-rata pada proses pembakaran ganda dengan lapisan glasir sebesar 2.56%.

Penyusutan ini terjadi karena pembakaran yang dilakukan pada suhu 1100°C terhadap spesimen yang sudah dibakar sebelumnya (sudah dua kali melakukan pembakaran), sehingga menyebabkan penyusutan akibat jumlah pembakaran yang dilakukan dan tingginya suhu pembakaran yang membuat kandungan air pada spesimen uji sudah hilang secara keseluruhan.

4.3.2 Grafik Hasil Pengujian Kekuatan *Ceramic Holder*

1. Kekuatan Tekan Pembakaran Tunggal

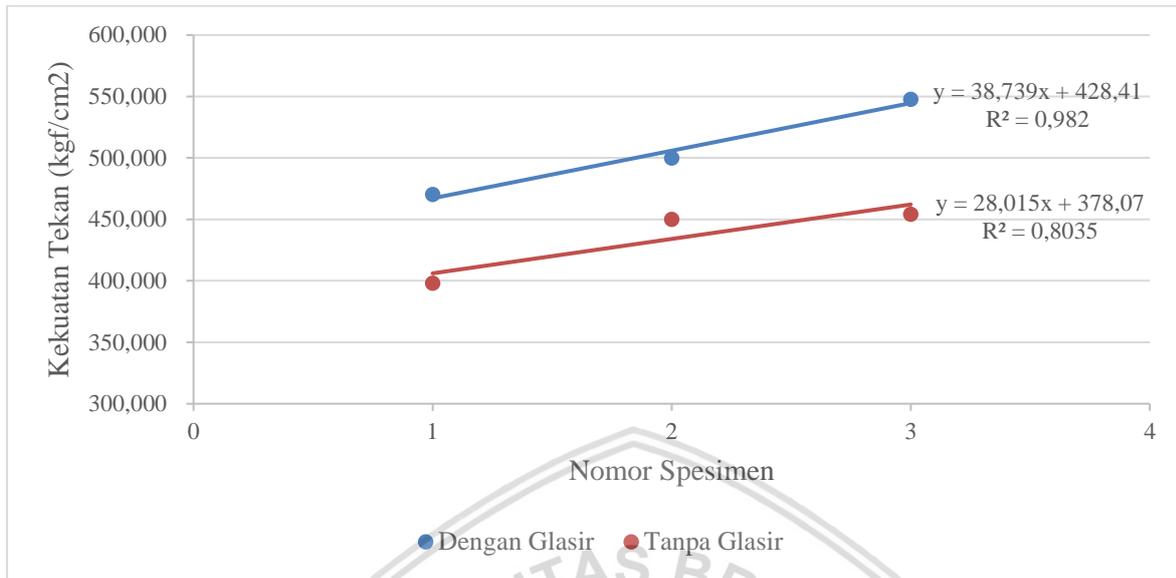


Gambar 4.4 Grafik kekuatan tekan *ceramic holder* pembakaran tunggal

Dari grafik pada gambar 4.4 menunjukkan perbedaan kekuatan tekan keramik dengan lapisan glasir dan tanpa lapisan glasir setelah dilakukannya pembakaran tunggal pada spesimen. Pada spesimen dengan lapisan glasir memiliki kekuatan tekan lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen tanpa lapisan glasir. Keramik dengan lapisan glasir memiliki kekuatan tekan sebesar 387.14-400.90 kgf/cm² dengan kekuatan tertinggi pada spesimen 3 sebesar 400.90 kgf/cm² dan kekuatan terendah pada spesimen 1 sebesar 387.14 kgf/cm². Kekuatan tekan rata-rata keramik dengan lapisan glasir sebesar 394.98 kgf/cm².

Sedangkan pada ceramic tanpa lapisan glasir memiliki kekuatan tekan tertinggi memiliki kekuatan tekan sebesar 302.47-348.29 kgf/cm² dengan kekuatan tertinggi pada spesimen 3 sebesar 348.29 kgf/cm² dan kekuatan terendah pada spesimen 1 sebesar 302.47 kgf/cm². Kekuatan tekan rata-rata keramik tanpa lapisan glasir sebesar 325.16 kgf/cm².

2. Kekuatan Tekan Pembakaran 2



Gambar 4.5 Grafik kekuatan tekan *ceramic holder* pembakaran ganda

Dari grafik pada gambar 4.5 menunjukkan perbedaan kekuatan tekan keramik dengan lapisan glasir dan tanpa lapisan glasir setelah dilakukannya pembakaran ganda pada spesimen. Pada spesimen dengan lapisan glasir memiliki kekuatan tekan lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen tanpa lapisan glasir. Keramik dengan lapisan glasir memiliki kekuatan tekan sebesar 470.18-547.66 kgf/cm² dengan kekuatan tertinggi pada spesimen 3 sebesar 547.66 kgf/cm² dan kekuatan terendah pada spesimen 1 sebesar 470.18 kgf/cm². Kekuatan tekan rata-rata keramik dengan lapisan glasir sebesar 505.89 kgf/cm².

Sedangkan pada ceramic tanpa lapisan glasir memiliki kekuatan tekan sebesar 398.09-454.12 kgf/cm² dengan kekuatan tertinggi pada spesimen 3 sebesar 454.12 kgf/cm² dan kekuatan terendah pada spesimen 1 sebesar 398.09 kgf/cm². Kekuatan tekan rata-rata keramik tanpa lapisan glasir sebesar 434.10 kgf/cm².

4.4 Analisis Pengaruh Pengglasiran *Ceramic Holder*

4.4.1 Analisis Pengaruh Pengglasiran Terhadap Penyusutan *Ceramic Holder*

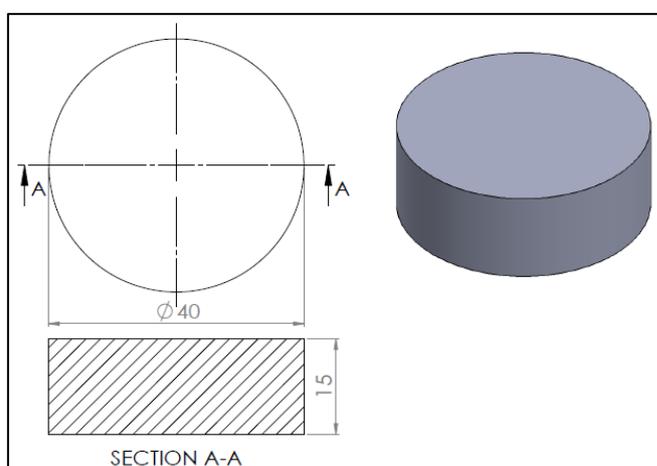
Penyusutan adalah berkurangnya ukuran material yang terjadi pada proses pengeringan dan pembakaran. Susut kering merupakan tingkat penyusutan badan tanah liat dari kondisi plastis menjadi kering. Pada saat proses pengeringan yang dilakukan, spesimen menunjukkan berkurangnya volume spesimen dari keadaan basah sebesar

1.39% dari keseluruhan spesimen uji. Spesimen tanah liat ini dikeringkan pada suhu kamar (tidak terkena matahari secara langsung) selama dua minggu sebelum dilakukannya pembakaran.

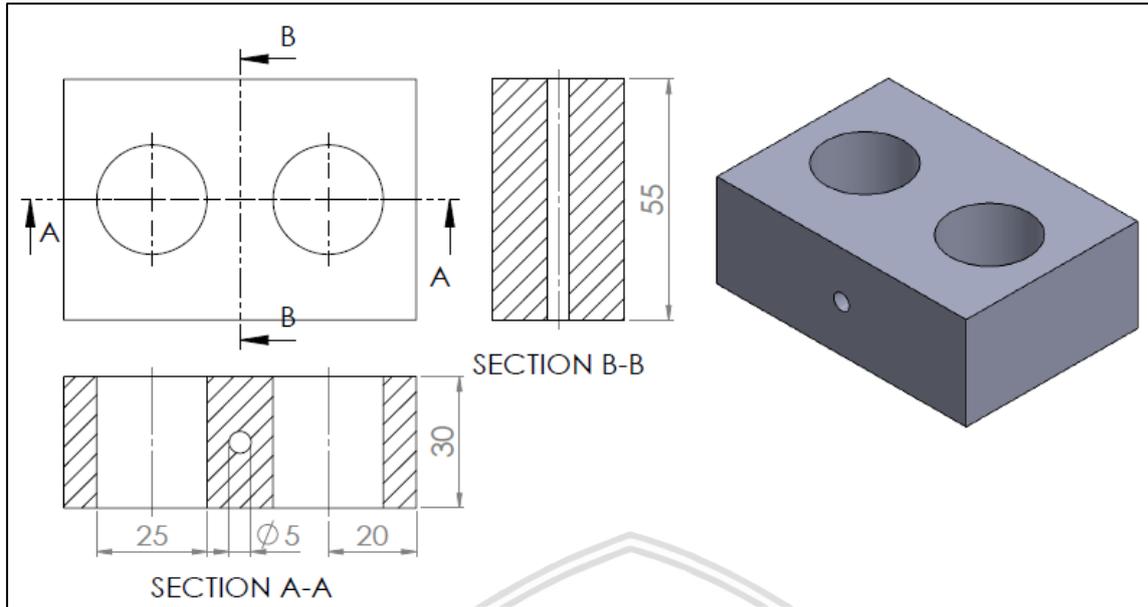
Susut bakar merupakan tingkat penyusutan badan tanah liat dari kondisi plastis menjadi *biscuit*, yang ditunjukkan dengan sifat fisik yang tampak sesuai temperatur bakarnya. Hasil penelitian Ridayani (2017) menunjukkan bahwa penyusutan (susut bakar) pada spesimen uji dengan pengurangan volume hingga 1.44%. Penyusutan yang baik adalah penyusutan sebesar 5-12% dari volume awal spesimen, (Budiyanto, 2008, p. 170).

Pengaruh pengglasiran yang dilakukan terhadap sampel pada pembakaran pertama (850°C) menyebabkan terjadinya penyusutan pada keramik tanpa glasir sebesar 3.41% sedangkan pada keramik dengan glasir tidak menyebabkan penyusutan dan menyebabkan terjadinya ekspansi pada spesimen sebesar 7.31%. Ekspansi ini disebabkan karena keramik belum kering secara sempurna namun diberikan lapisan glasir sebelum pembakaran dilakukan yang menyebabkan penyerapan glasir tidak sempurna sehingga glasir menambah volume dari sampel dengan glasir pada pembakaran pertama.

Sedangkan pada pembakaran kedua (1100°C) glasir menempel dengan badan keramik yang menyebabkan glasir ikut mengalami penyusutan bersamaan dengan spesimen, sehingga tidak terjadi ekspansi pada spesimen uji. Penyusutan yang terjadi pada spesimen dengan glasir sebesar 2.56% dan pada spesimen tanpa lapisan glasir sebesar 8.29%. Ini disebabkan karena keramik sudah lebih dulu dilakukan pembakaran awal sebelum glasir diberikan kepada spesimen sehingga lapisan glasir menempel dan ikut menyusut. Selain itu suhu pembakaran yang diberikan termasuk suhu pembakaran yang tinggi yaitu 1100°C yang membuat spesimen keramik menyusut, karena semakin tinggi suhu pembakaran maka penyusutan yang terjadi akan lebih tinggi.



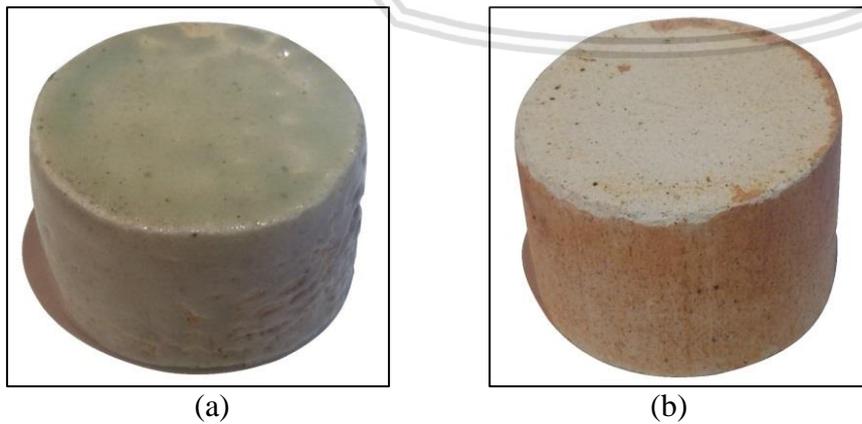
Gambar 4.6 Desain spesimen uji dalam satuan mm



Gambar 4.7 Desain spesimen *ceramic holder* dalam satuan mm



Gambar 4.8 Spesimen uji pembakaran tunggal (a) Dengan glasir dan (b) Tanpa glasir



Gambar 4.9 Spesimen uji pembakaran ganda (a) Dengan glasir dan (b) Tanpa glasir



(a)



(b)

Gambar 4.10 Spesimen *holder* pembakaran tunggal (a) Dengan glasir dan (b) Tanpa glasir



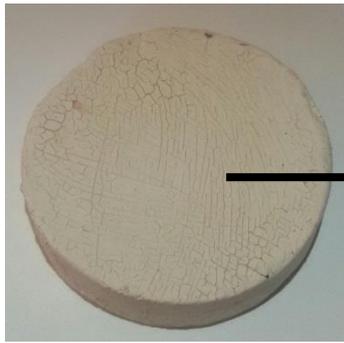
(a)



(b)

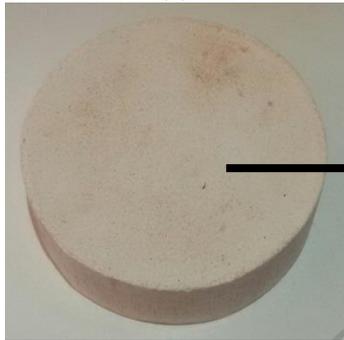
Gambar 4.11 Spesimen *holder* pembakaran ganda (a) Dengan glasir dan (b) Tanpa glasir





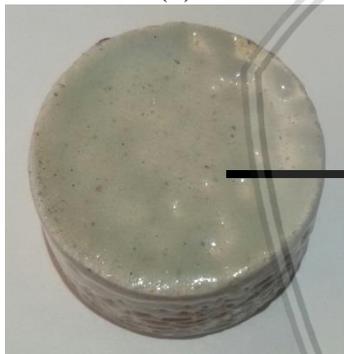
(a)

1. Glasir tidak terserap secara sempurna ke dalam keramik.
2. Lapisan permukaan keramik tidak mengkilap akibat penyerapan glasir yang tidak maksimal.
3. Lapisan permukaan keramik pecah-pecah akibat diberikannya lapisan glasir sebelum pembakaran.



(b)

1. Lapisan permukaan keramik tidak mengkilap karena tidak adanya lapisan glasir
2. Permukaan berwarna cream akibat dilakukannya dua kali pembakaran.



(c)

1. Keramik menyerap glasir secara sempurna.
2. Lapisan permukaan keramik akibat adanya glasir membuat keramik menjadi mengkilap.
3. Lapisan permukaan keramik akibat adanya glasir membuat keramik menjadi licin.



(d)

1. Lapisan permukaan keramik tidak mengkilap karena tidak adanya lapisan glasir.
2. Permukaan berwarna coklat akibat dilakukannya dua kali pembakaran.

Gambar 4.12 Permukaan spesimen uji (a) Pembakaran tunggal dengan glasir, (b) Pembakaran tunggal tanpa glasir, (c) Pembakaran ganda dengan glasir, dan (d) Pembakaran ganda tanpa glasir

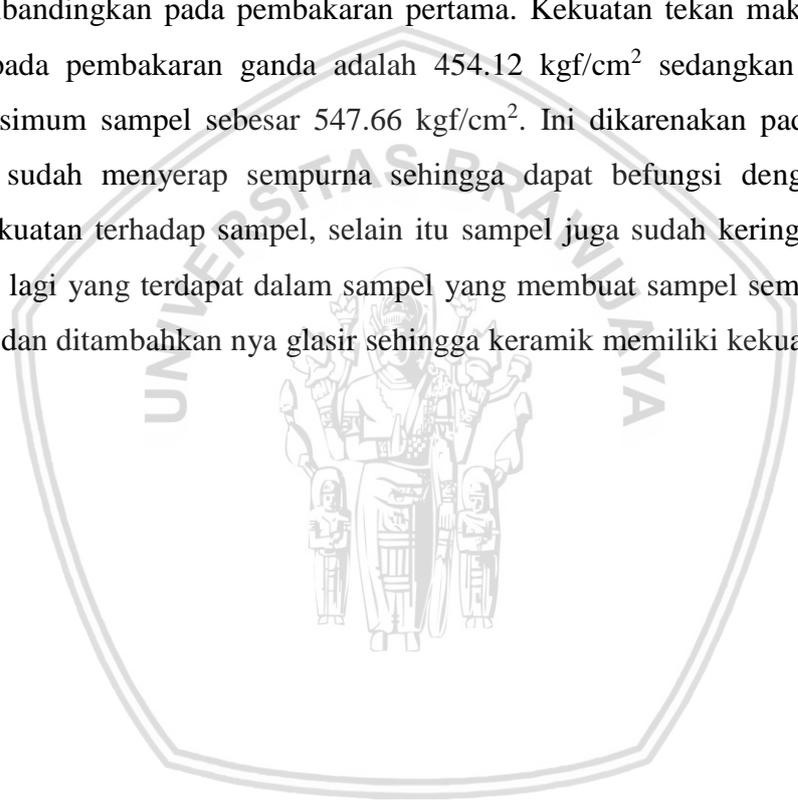
4.4.2 Analisis Pengaruh Pengglasiran Terhadap Kekuatan Tekan *Ceramic Holder*

Kekuatan tekan adalah kemampuan material untuk menerima beban tekan (penekanan) yang diberikan. Hasil penelitian Setiawan (2017) kekuatan tekan keramik sebesar 286.76-

525.54 kgf/cm² dengan nilai kekuatan maksimum sebesar 525.54 kgf/cm² dengan komposisi keramik yaitu 50% kaolin dan 50% pasir kuarsa.

Pengaruh penambahan glasir terhadap kekuatan tekan spesimen pada pembakaran tunggal menghasilkan kekuatan tekan yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen tanpa lapisan glasir. Kekuatan tekan maksimum sampel tanpa glasir pada pembakaran tunggal adalah 348.29 kgf/cm² sedangkan dengan glasir kekuatan maksimum sampel sebesar 400.89 kgf/cm².

Begitu pula pada pembakaran ganda, kekuatan tekan sampel dengan lapisan glasir lebih tinggi dibandingkan pada pembakaran pertama dan sampel tanpa lapisan glasir juga lebih tinggi dibandingkan pada pembakaran pertama. Kekuatan tekan maksimum sampel tanpa glasir pada pembakaran ganda adalah 454.12 kgf/cm² sedangkan dengan glasir kekuatan maksimum sampel sebesar 547.66 kgf/cm². Ini dikarenakan pada pembakaran kedua, glasir sudah menyerap sempurna sehingga dapat berfungsi dengan baik yaitu menambah kekuatan terhadap sampel, selain itu sampel juga sudah kering dan tidak ada kandungan air lagi yang terdapat dalam sampel yang membuat sampel semakin padat dan semakin kuat, dan ditambahkan nya glasir sehingga keramik memiliki kekuatan tekan yang tinggi.





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah:

1. Penyusutan kering rata-rata yang terjadi pada proses pengeringan spesimen uji sebesar 1.39%. Pada pembakaran tunggal (850°C) spesimen tanpa lapisan glasir mengalami susut bakar sebesar 3.41% dan dengan glasir mengalami ekspansi sebesar 7.31%. Sedangkan pembakaran ganda (1100°C) spesimen tanpa glasir mengalami susut bakar sebesar 8.29% dan dengan glasir sebesar 2.56%. Penyusutan pada keramik tanpa glasir dengan pembakaran ganda merupakan penyusutan terbesar diantara penyusutan spesimen lainnya, karena semakin tinggi suhu pembakaran dan banyaknya pembakaran yang dilakukan, penyusutan juga semakin tinggi.
2. Kekuatan tekan spesimen pada pembakaran tunggal tanpa lapisan glasir memiliki kekuatan tekan rata-rata sebesar 31.89 MPa dan dengan lapisan glasir memiliki kekuatan tekan rata-rata sebesar 38.73 MPa. Pada pembakaran ganda tanpa lapisan glasir memiliki kekuatan tekan rata-rata sebesar 42.57 MPa dan dengan lapisan glasir memiliki kekuatan tekan rata-rata sebesar 49.61 MPa. Kekuatan tekan pada keramik dengan lapisan glasir dan dengan pembakaran ganda lebih tinggi diantara kekuatan tekan spesimen lainnya, karena keramik dengan lapisan glasir serta dilakukannya pembakaran ganda akan menambah kekuatan tekan dari keramik.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pengglasiran terhadap karakteristik *ceramic holder* pada pembakaran tunggal dan ganda.
2. Perlu dilakukannya pemberian variasi massa bahan baku keramik dan massa bahan baku glasir pada penelitian selanjutnya.
3. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai pembakaran tunggal dan ganda pada keramik dengan suhu pembakaran yang lebih tinggi.



DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Ambar, 1997, Pengetahuan Keramik, Yogyakarta: Gajah Mada Universiti Press.
- Bailey, James G, 2009, *Kiln Removable Ceramic Element Holder*, United States of America: Ceramic Science, Inc.
- Barsoum, Michel, 1997, *Fundamentals of Ceramics*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Barsoum, M.W., 2003, *Fundamentals of Ceramics*, Cornwall, UK: IoP Publishing Ltd.
- Callister, W.D. and Rethwisch, D.G., 2009, *Material Science and Engineering, An Introduction, Eight*, USA: John Wiley Co.
- Groover, Mikell. P, 2010, *Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Systems 4^{Ed}*, United States of America: John Wiley and Sons, Inc.
- Hill, McGraw, 1997, *Fundamentals of Ceramic*, Singapore: John Wiley and Sons, Inc.
- Jacobs, James A, 1997, *Engineering Materials Technology Structures, Processing, Properties and Selection*, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Jukdin, Tengku, 2012, Pengaruh Komposisi Terhadap Sifat Mekanik Keramik Berpori Menggunakan Debu Vulkanik Gunung Sinabung, Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNA, Kisaran, Sumatera Utara.
- Kalpakjian, Serope, 1989, *Manufacturing Engineering and Techmology*, United States of America: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Kavanova, M., Klouzkova, A., Klouzek, J., 2017, *Characterization of The Interaction Between Glazes and Ceramic Bodies*, Prague: University of Chemistry and Technology Prague.
- Kingery, K. D., Bowen, H. K., Uhlmann, D. R., 1960, *Introduction to Ceramics*, Canada: John Wiley and Sons, Inc.
- Lewicki, Stephen, 1946, *Ceramic Industry*, Chester: L&L Kiln Manufacturing.
- Rangel, Enrique Rocha, 2012, *Fracture Toughness Determinations by Means of Indentation Fracture*, Mexico: Universidad Politécnica de Victoria.
- Ridayani, Dian, 2017, Analisis Porositas dan Susut Bakar Keramik Berbasis Clay Dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit, Jurnal Prisma Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia.

- Setiawan, 2017, Analisis Porositas dan Kuat Tekan Campuran Tanah Liat Kaolin dan Kuarsa sebagai Keramik. Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia.
- Smith, William. F, 1996, *Principle of Material Science and Engineering 3^{Ed}*, New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Soumiya, Shigeyuki, 1989, *Advanced Technical Ceramics*, Tokyo: Academic Press Japan, Inc.
- Sumantri, A. R., Lodra, I N., Arif, M., 2015, Uji Coba Lumpur Lapondo untuk Bahan Baku Pembuatan Bodi Keramik Bakaran Tinggi, Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Suprapedi, Muljadi, Sardjono, P., 2018, *The Characterization of Ceramic Alumina Prepared by Using Additive Glass Beads*, Tangerang Selatan: IOP Conference Series Materials Science and Engineering.
- Supriyadi, 2012, Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo Sebagai Bahan Mentah Glasir Stoneware. Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali.

