

PROSES PRODUKSI DAN PERPINDAHAN PANAS PADA MATERIAL DALAM SMELTER DI PT. XYZ

Syahrul Maulana

S1-Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat,41361.

arulcornering82@gmail.com

INFO ARTIKEL

Diajukan:
16/04/2023

Diterima:
20/04/2023

Diterbitkan:
30/04/2023

ABSTRAK

Industri keramik di Indonesia memiliki nilai lebih karena dapat bersaing di level internasional, sebab dari segi proses produksi hingga pemasaran yang sudah menggunakan teknologi yang cukup canggih. Setiap perusahaan akan saling bersaing untuk memenangkan Pasar khususnya dari kualitas yang diciptakan, kualitas yang diciptakan tidak lepas dari kegagalan ketika prosesnya. Salah satu kegagalan yang sering terjadi ketika proses glasir, yaitu pelapisan biskuit sebelum menjadi keramik dengan bahan baku silika, alumina, dan flux. Keramik yang diproduksi dengan metode six sigma yaitu 3,32 sigma dengan tingkat kerusakan 47722 dengan 1 juta produksi yang artinya cukup baik. Proses produksi keramik fine china pada bulan november mengalami beberapa kegagalan dalam proses glasir, yaitu: bercak glasir 12,86%, kotoran Terank 17,14%, *crowling body* 3,78%, dan glasir tergelincir 5,43%. Untuk mengetahui penyebab kegagalan dan bagaimana cara mengatasinya sehingga kegagalan tersebut dapat berkurang dengan metode fishbone analysis. Dari hasil analisis yang dilakukan menggunakan fishbone diagram disebabkan oleh faktor manusia dan faktor mesin, sehingga defect hasil produksi. Metode Penelitian yang digunakan yaitu dengan cara observasi secara langsung, wawancara operator beserta pembimbing lapangan, dan studi literatur. Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ pada bulan Mei-Juli 2023 dan Berdasarkan hasil dari laporan kerja praktek yang saya lakukan di PT. XYZ tentang Proses Produksi Material di ruang bakar mesin Smelter yaitu Dalam proses produksi Peleburan Material memiliki tahapan seperti tahapan mixing dan Smelting. Dalam proses pencampuran bahan baku diperlukan beberapa bahan seperti *Silica, zircon, borin acid* dan lain lain.

Kata Kunci: *Diagram Fishbone; Frit; Glasir; Keramik; Zircon*

ABSTRACT

The ceramics industry in Indonesia has added value because it can compete at the international level, because from the point of view of the production process to marketing, it already uses quite sophisticated technology. Each company will compete with each other to win The special market

is from quality created, quality created cannot be separated from failure during the process. One of the failures that often occurs during the glaze process is the coating of biscuits before they become ceramics with the raw materials silica, alumina and flux. The ceramics produced using the six sigma method are 3.32 sigma with a damage level of 47722 with 1 million production which means it is quite good. The production process of fine china ceramics in November experienced several failures in the glaze process, namely: 12.86% glaze spots, 17.14% Tcrank impurities, 3.78% crowling body, and 5.43% slip glaze. to find out the causes of failure and how to overcome them so that these failures can be reduced by the fishbone analysis method. From the results of the analysis carried out using a fishbone diagram, it is caused by human factors and machine factors, resulting in defects in production results. The research method used is by direct observation, operator interviews and field supervisors, and literature studies. This research was conducted at PT. XYZ in May-July 2023. Based on the results of the practical work report that I did at PT. XYZ regarding the Production Process of Material in the Smelter engine combustion chamber, namely the Material Smelting production process has stages such as the mixing and Smelting stages. In the process of mixing raw materials, several materials are needed such as Silica, zircon, borin acid and others.

Keywords: Ceramic; Fhisbone diagram; Frit; Glaze; Zircon

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia keramik merupakan salah satu industri kerajinan yang berkembang cukup pesat. Ada beberapa sentra industri keramik yang ada di Indonesia seperti sentra industri keramik Kasongan di Bantul, Yogyakarta, sentra industri keramik Bayat di Klaten, Jawa Tengah, sentra industri keramik Klampok di Banjarnegara, Jawa tengah. Produk-produk kerajinan keramik merupakan produk kerajinan yang banyak diminati di Indonesia, tidak hanya diminati di Indonesia saja, produk-produk kerajinan keramik di Indonesia bahkan banyak diminati oleh mancanegara.[1]

Produk kerajinan keramik hingga saat ini terus berkembang, dari bentuk-bentuk keramik yang memiliki nilai fungsional seperti teko, gelas, piring, kap lampu, sampai produk kerajinan keramik yang hanya memiliki nilai hias saja seperti patung dan hiasan-hiasan dinding, bahkan ada juga yang memiliki nilai hias dan fungsi seperti teko yang memiliki bentuk unik seperti bentuk gajah, ikan, dan sebagainya. [2] Dalam perkembangannya, keramik menjadi tumpuan pembuatan sarana kelangsungan kehidupan yang dibutuhkan oleh masyarakat Kasongan. Pengolahan keramik menjadi sebuah bidang keahlian yang dapat memberikan penghasilan bagi masyarakat yang menggelutinya. Banyak Industry keramik terdapat di berbagai pelosok Indonesia. Salah satunya terdapat di pulau Jawa, tepatnya di Desa Dinoyo Kabupaten Malang, Desa Kasongan Kabupaten Bantul, Desa Mayong

Kabupaten Jepara, dan Desa Bayat Kabupaten Klaten. Keramik yang dihasilkan di berbagai daerah tersebut beraneka ragam, mulai dari keramik sederhana hingga yang memiliki tingkat kesulitan tinggi[3]

Namun, tidak semua kaca yang dilebur dan didinginkan dalam air adalah frit, karena metode pendinginan kaca yang sangat panas ini juga banyak digunakan dalam pembuatan kaca. Menurut OED, asal kata "frit" berasal dari tahun 1662 dan merupakan "campuran pasir dan fluks yang dikalsinasi yang siap dilebur dalam wadah untuk membuat kaca". [4]. Saat ini, bahan baku pembuatan kaca yang tidak dipanaskan lebih sering disebut "batch kaca". Di zaman kuno, frit bisa dihancurkan untuk membuat pigmen atau dibentuk untuk membuat objek. Ini mungkin juga berfungsi sebagai bahan perantara dalam pembuatan kaca mentah. Definisi frit cenderung bervariasi dan terbukti menjadi masalah pelik bagi para sarjana. Dalam beberapa abad terakhir, frit telah mengambil sejumlah peran, seperti biomaterial dan aditif keramik dielektrik gelombang mikro. Frit dalam bentuk alumino-silikat dapat digunakan dalam refraktori pengecoran kontinyu bebas glasir.[5] Frit adalah jenis glasir berbahan baku zirkonium silikat yang dicampur dengan unsur-unsur mineral tertentu, seperti felspar, kapur, kaolin dan kuarsa, produk ini banyak juga digunakan dalam industri keramik. Tujuannya adalah untuk memberi ketahanan air pada keramik, memberi keindahan pada badan keramik

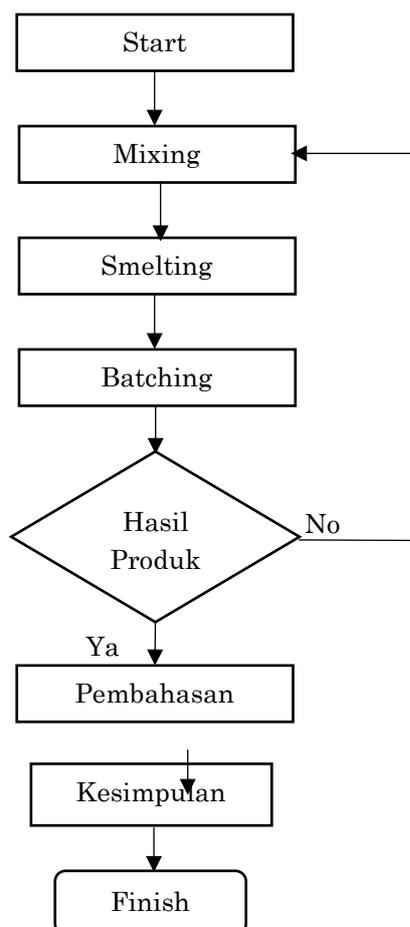
dan keramik mudah dibersihkan. Di dalam negeri, frit diproduksi oleh beberapa.[6] dan

Glasir dapat di definisikan sebagai kombinasi bahan keramik yang didesain untuk lebur dan melekat sebagai pelapis gelas pada bodi keramik yang dibakar. Bahan glasir menempati peringkat lebih tinggi . [7] penelitian keramik dibandingkan penelitian untuk bodi keramik di industri besar teknologi gosir hampir dipakai dalam semua komoditas seperti ubin lantai dan dinding, keramik hias dan lain-lain.[8]

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan yaitu dengan cara observasi secara langsung, wawancara operator maintenance, operator produksi beserta pembimbing lapangan, dan studi literatur. Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ pada bulan Mei-Juli 2023

2.1 Metode Penelitian



2.2. Rumus

Untuk mengetahui *cycle time* pada proses produksi, digunakan rumus pada persamaan berikut.

$$cycle\ time = \frac{Total\ hasil\ produksi}{Waktu\ produksi} \quad (1)$$

Mesin utama pada proses produksi material ini yaitu Smelter yang dimana mesin ini sangat dibutuhkan dan harus optimal dikarenakan pada mesin ini meleburkan bahan baku menjadi sebuah material yang sudah melewati beberapa proses sebelum akhirnya dileburkan dengan ketentuan suhu yang berbeda dan maksimal suhu dalam ruang bakar smelter mencapai 1650°C dan suhu untuk proses peleburan sesuai dengan jenis bahan baku yang akan diproses. Untuk menghitung perpindahan panas pada material ini digunakan rumus pada persamaan berikut : [10]

$$q = h \times A \times (\Delta t) \quad (2)$$

2.3. Alat dan Bahan

2.3.1 Alat

Alat atau mesin yang digunakan pada proses produksi material adalah sebagai berikut :

1. Mesin Mixing

mixing ialah proses penggabungan dua atau lebih bahan material menjadi satu. halnya pada PT. XYZ proses mixing merupakan proses persiapan bahan baku tanpa adanya pengadukan yang akan ditransfer ke mesin Smelter



Gambar 1. Mesin Mixing

2. Blender

Mesin *blender* digunakan untuk mencampur bahan-bahan yang berbeda menjadi satu campuran. Ini penting

dalam industri, dimana bahan-bahan perlu dicampur dengan presisi tertentu untuk mencapai konsistensi dan kualitas yang diinginkan.



Gambar 2. Mesin Blender

3. *Screw conveyor*

Screw conveyor adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk mengangkut bahan dalam bentuk serbuk, granul, atau cairan dengan menggunakan sebuah spiral berputar. Prinsip kerjanya mirip dengan sebuah sekop sekrup yang berputar di sepanjang porosnya, sehingga bahan yang terjepit di antara spiral akan terdorong maju atau diangkut ke tempat tujuan



Gambar 3. *Screw Conveyor*

4. *Bucket elevator*

Elevator merupakan alat pemindah bahan yang dilengkapi dengan bucket dan penggunaannya adalah untuk memindahkan bahan yang letak pemindahannya memerlukan arah vertical (atas ke bawah atau sebaliknya)



Gambar 4. *Bucket Elevator*

5. *Silo hooper*

Silo berfungsi sebagai penampungan bahan material yang sehabis diproses pada Bak Elevator sekaligus menimbang kapasitas bahan baku yang akan masuk ke dalam ruang bakar mesin Smelter.



Gambar 5. *Silo Hooper*

6. *Free feeder*

Fungsi Free Feeder adalah untuk mentransfer material menuju Screw Feeder



Gambar 6. *Free Feeder*

7. *Screw feeder*

Screw Feeder yaitu berfungsi untuk mendorong bahan baku yang sudah ditimbang menuju ruang bakar Mesin Smelter.



Gambar 7. *Screw Feeder*

8. Mesin smelter

Mesin smelter adalah perangkat atau fasilitas yang digunakan dalam proses peleburan atau pemurnian logam. Smelter adalah tempat di mana bahan mentah seperti bijih logam diekstraksi dan diproses menjadi logam murni atau paduan logam. Proses smelting melibatkan pemanasan bijih logam atau material lainnya pada suhu tinggi dalam tungku atau oven khusus. Selama proses ini, suhu yang tinggi melelehkan bijih logam dan memisahkan logam dari bahan-bahan pengotor atau tidak diinginkan lainnya. Hasilnya adalah logam murni atau campuran logam yang siap untuk digunakan dalam berbagai industri. Mesin smelter dapat mencakup berbagai komponen dan sistem, seperti tungku peleburan, sistem pemanas, sistem pencairan logam, dan sistem pengontrol suhu. Mesin smelter digunakan dalam industri logam, seperti industri baja, tembaga, aluminium, timah, nikel, dan lain-lain



Gambar 8. Ruang Bakar Smelter

2.3.2 Bahan

Alat atau mesin yang digunakan pada proses produksi material Frit adalah sebagai berikut :

1. Silika
2. Alumunia
3. CaCO₃
4. Dolomic
5. Barium Karbonat
6. Fekspart

Diatas merupakan bahan yang digunakan untuk pebuatan sebua produk material.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Produksi

Adapun tahapan Proses peleburan material Frit Sebagai berikut :

1. Proses Mixing

Dimana proses ini yaitu mencampurkan semua bahan bahan

mulai dari silica,alumuni dan lain lain dengan takaranya masing masing dan dicampurkan secara merata agar pada saat smelting menghasilkan produk yang bagus



Gambar 9. Proses Mixing

2. Proses Smelting

Setelah proses mixing selanjutnya ke tahap smelting yang dimana proses ini meleburkan semua bahan bahan dengan temperature tertentu agar bahan bahan tersebut menjadi merata dan menjadi produk yang bagus



Gambar 10. Proses Smelting

untuk pemanasan awal ruang smelter bersuhu 900°C ,Setelah dilakukan pemanasan awal, maka bahan material tersebut masuk ke dalam ruang smelter untuk dilakukan pemanasan, suhu di dalam smelter ini mencapai 1500°C

Setelah itu akan dilanjutkan dengan proses pendinginan dengan metode quenching atau pendinginan secara mendadak yang awalnya memiliki suhu 1350-1500°Cmenjadi sampai ±100°C. *Clinker* (terak) dengan suhu tinggi akan jatuh pada cooler dan didistribusikan secara seragam

3. Proses *Batcing*

Batching untuk menampung output yang dihasilkan dari proses peleburan yang dilakukan didalam ruang bakar

mesin smelter yang kemudian dibantu untuk didinginkan dengan Air jernih agar meredamkan panas dari hasil material yang dileburkan Serta menjernihkan hasil akhir dari material tersebut.



Gambar 11. Proses Batching

4. Hasil

Tabel 1. Hasil Produksi

Waktu Produk si	Hasil produksi (Kg)	Rata rata pemakaian gas dan oxy (Nm ³)	
		Oxy	gas
Minggu ke-1	48.000	9.681	4.607
Minggu ke-2	49.008	9.116	4.766
Minggu ke-3	48.215	8.744	4.494
minggu ke-4	48.000	4.109	2.043
Total	220.223		

Pada tabel diatas merupakan hasil material dengan waktu 1 minggu produksi dan rata rata pemakaian gas dan oxygen yaitu 2:1 dimana pemakaian oxygen 2x lipat dari pemakain gas dikarenakan agar pemabakaran dalam smelter dapat sempurna dan merata pada materialnya.

3.2. Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{cycle time} &= \frac{\text{Total hasil produksi}}{\text{Waktu produksi}} \\
 &= \frac{220.223 \text{ Kg}}{30 \text{ hari}} \\
 &= \frac{220.223 \text{ Kg}}{720 \text{ Jam}}
 \end{aligned}$$

$$= 305.8 \text{ Kg/jam}$$

Jadi hasil produksi material dalam waktu 1 jam smelter tersebut dapat menghasilkan 305.8 Kg

Diabawah ini menghitung perpindahan panas secara konveksi pada material. [11]

1. Perpindahan panas

$$\begin{aligned}
 q &= h \times A \times (\Delta t) \\
 q &= h \times A \times (T_{\infty} - T_f) \\
 &= 0,7780 \times 20,799 (1499 - 223) \\
 &= 16,182 \times (1266) \\
 &= 16,18 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Jadi laju perpindahan panasnya yaitu 16,18 Kw

- Menghitung rata rata pemakaian oxygen dan Gas dalam 1 hari Pemakaian Oxygen

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Pemakaian oxygen perbulan}}{30 \text{ hari}} \\
 &= \frac{31.650}{30 \text{ hari}} \\
 &= 1.055 \text{ Nm}^3/\text{d}
 \end{aligned}$$

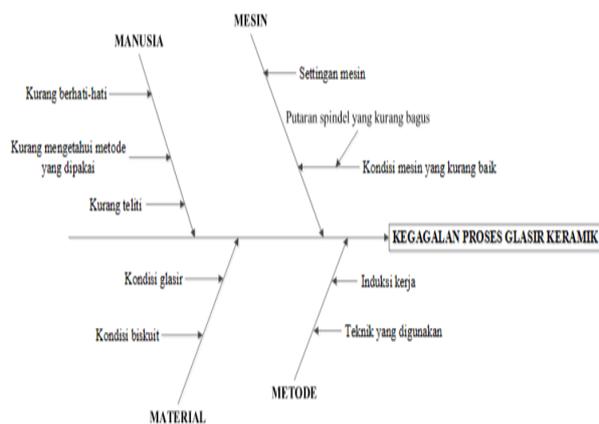
- Pemakaian gas

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Pemakaian gas perbulan}}{30 \text{ hari}} \\
 &= \frac{15.910}{30 \text{ hari}} \\
 &= 530.4 \text{ Nm}^3/\text{d}
 \end{aligned}$$

3.3. Faktor yang menyebabkan Hasil Kurang Maksimal

Mesin yang digunakan di PT. XYZ adalah jenis Mesin *Mixing*, Mesin *Smelter*, *Blender*, *Screw Conyeor*, *Bucket Elevator* dan lain lain Permasalahan yang sering terjadi di mesin tersebut yaitu hasil kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan kurang maksimal. Diagram fishbone merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Menurut Scarvada

(2004), konsep dasar dari diagram fishbone adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. [12]



Gambar 12. Diagram Fishbone

Dari diagram *fishbone* tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Manusia

Terdapat beberapa permasalahan yang diakibatkan oleh manusia yaitu kurang berhati hati, Kurang teliti dan kurang tau metode yang digunakan

2. Mesin

Kesalahan selanjutnya yaitu dari mesin contohnya kondisi mesin yang kurang baik atau pada setingan mesin

3. Material

Material atau bahan baku yang digunakan yaitu berasal dari biji Dibeberapa kasus biji tersebut terdapat kerikil kecil dan juga mengalami kelembapan sehingga produk yang dihasilkan mengalami kecacatan



Gambar 13. Kecacatan Produk

4. Metode

Hasil dari analisa menggunakan diagram fishbone ada penyebab dari

bagian metode yaitu, Teknik menggunakan pada mesin belum maksimal menerapkan SOP pengoprasian mesin Mixing atau Smelter. [13]

3.4. Perbaikan Masalah

Dari diagram m fishbone tersebut tindakan perbaikan yang diambil setelah ada analisa dan penentuan faktor yang akan diperbaiki pada elemen yang terkait dengan cara Trial Evaluation hasil produksi pada setiap mesinnya dengan menggunakan parameter yang berbeda setiap pekannya yang bertujuan untuk mendapatkan hasil perbaikan atau evaluasi secara berkala agar menghasilkan produk yang berkualitas

Berikut Tabel Tindakan atau pencegahan terhadap terjadinya suatu permasalahan

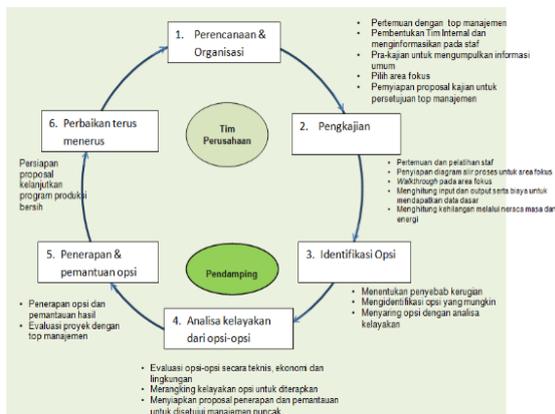
Tabel 2. Perbaikan Masalah

No	Faktor	Tindakan
1.	Manusia	Operator seharusnya tidak menggunakan cincin dan harus berkoordinasi dengan operator lain jika terjadinya suatu permasalahan
2.	Mesin	Operator mesin harus melakukan pengecekan secara berkala agar memastikan tidak ada item yang gagal
3.	Material	Selalu periksa bahan serta takaran yang digunakan sudah sesuai
4.	Metode	Memahami metode yang digunakan dan pahami secara terus menerus

3.5. Konsep Kebersihan Dalam Pabrik

Pelaksanaan suatu kegiatan produksi banyak menggunakan tenaga kerja manusia, dan setiap kegiatan produksi sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik pekerja serta area kerja yang terbuka, seperti iklim, cuaca, dan lingkungan. Oleh karena itu, pelaksanaan kegiatan produksi sangat rawan dan beresiko terhadap terjadinya kecelakaan kerja. [14]

Bersih Dalam penelitian ini, digunakan metode Material and Energy Flow Accounting-MEFA metode ini merupakan sebuah sistem akuntansi perusahaan berbasis alur keseimbangan massa yang diperkenalkan dalam Environmental Management Accounting EMA dengan menekankan pada, pengurangan dan penghilangan limbah dari sumbernya yang merupakan unsur-unsur utama pelaksanaan produksi bersih. Pada pelaksanaan kegiatan dilakukan secara bertahap dan dibimbing oleh Tim Pendampingan. [15] sebagaimana pada gambar dibawah ini.



Gambar 14. Konsep Kebersihan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari laporan kerja praktek yang saya lakukan di PT. XYZ tentang Proses Produksi Material di ruang bakar mesin Smelter yaitu sebagai berikut:

1. Dalam proses produksi Peleburan Material memiliki tahapan seperti tahapan *mixing* dan *smelting*. Dalam proses pencampuran bahan baku diperlukan beberapa bahan seperti Silica, zircon, borin acid dan lain lain.
2. Perpindahan panas pada material tersebut memiliki hasil 16,18 kW

3. Sementara hasil dari produksi kita bisa lihat di table 1 dimana hasil perminggu yaitu antara 4800kg-4900kg dan
4. Pemakaian oxygen dan gas yaitu 2:1

4.2. Saran

Berdasarkan penelitian selama kerja praktek yang telah dilakukan di PT.XYZ, penulis merekomendasikan untuk melakukan interval umur equipment pada mesin mixing dan Smelter. Kemudian melakukan evaluasi secara rutin guna mendapatkan solusi akan masalah yang muncul selama proses produksi. Selalu memperhatikan semua aspek guna tetap menjaga konsistensi hasil produksi

UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Dalam kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada: Bapak Dr. H. Maman Suryaman, M. M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang; Bapak Rizal Hanifi, S.T., M.T., sebagai Koordinator Program Studi S1-Teknik Mesin; Bapak Kardiman, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing Kerja Praktek; Bapak Sanyoto selaku Pembimbing Lapangan Kerja Praktek PT. XYZ; Kedua Orang Tua dan Keluarga penulis yang sudah mendukung serta mendoakan penulis selama menimba ilmu di Univeritas Singaperbangsa Karawang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. J. A. W. N. A. and E. Y. E. , "Analisa Indutri Keramik Indonesia," 2019.
- [2] F. Y. Rostian Budi and F. U. Ermawati, "Fabrikasi dan karakterisasi struktur dan Densitakeramik(Mg0,5Zn0,5)TiO3+x wt.% Bi2O3 sebagai kandidat material dielektrik," *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, vol. IX, pp. 72-77, 2020.
- [3] Habib, Abdul Rochman. "Karakteristik Keramik Produksi Burat Kriasta

- Kasihani, Bantul, Yogyakarta." *Pend. Seni Kerajinan-S1 (e-Craft)* 5.2 (2016).
- [4] H. Martono, "Glas Frit dan Polimer Untuk Solidifikasi Limbah Cair Aktivitas rendah Skala Industri," *Pusat Teknologi Limbah Radioaktif*, pp. 125-132.
- [5] S. and M. , "Proses Sintering dan Karakterisasi pada Keramik Zircon Silikat (ZrSiO₄)," *Journal of Technical Engineering*, vol. 4, pp. 38-41, 2020.
- [6] Suseno, Triswan, Meitha Suciyaniti, and Ijang Suherman. "Analisis prospek pemanfaatan zirkon dalam industri keramik, frit, bata tahan api dan pengecoran logam." *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* 11.2 (2015): 93-106.
- [7] Aldiansyah, Fero. "Proses Pengglasiran bata tahan api menggunakan material basal dengan variasi suhu dan komposisi material." (2022).
- [8] S. T. M. S. and I. Suherman, "Analisis Prospek Pemanfaatan Zirkon Dalam Industri Keramik Frit, Bata Tahan Api dan Pengecoran Logam," *Jurnal Teknologi*, pp. 93-106, 2015.
- [9] S. and M. Firman, "Migrasi Logam Berat (Pb dan Cd) Dari Bahan Keramik Berglasir Ke Dalam Air Minum," *Unpas*, 2016.
- [10] M. A. Saputra, R. Anugrah and S. , "Menghitung Nilai Efisiensi Thermal Pada Alat Grate Coller," *Jurnal Multidisipliner Bharasumba*, vol. 1, pp. 413-421, 2022.
- [11] S. Kholillah, S. Uddin and S. , "Analisis Perpindahan Panas Pada Grate Coller," *Jurnal Ilmu Terapan*, vol. III, February 2022.
- [12] Asmoko, H. (2013). Teknik Ilustrasi Masalah-Fishbone Diagrams. *Magelang: BPPK*.
- [13] M. A. A. Setiawan and A. Domodite, "Analisis Kegagalan Proses Glasir Keramik Tableware Menggunakan Fishbone Diagram," *Teknosains*, vol. IX, pp. 74-82, 2022.
- [14] Ginting, Perwira, Rahim Matondang, and Buchari Buchari. "Analisis program keselamatan dan kesehatan kerja di Bagian Produksi dengan 5s dalam konsep kaizen sebagai upaya pencegahan kecelakaan kerja di PT. XYZ." *Jurnal Teknik Industri USU* 3.5 (2014): 219537.
- [15] Widodo, Lestario. "Potensi penerapan konsep produksi bersih pada industri keramik di Probolinggo." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 18.2 (2017): 192-199.