

MAGANG – VW231905

LAPORAN MAGANG

MAGANG MANDIRI

PT. ARWANA CITRAMULIA TBK Plant 3

Nurul Irsha Azzahra

NRP 204121100

Dosen Pembimbing

Daril Ridho Zuchrillah, S.T.,M.T.

NIP 199211062019031020

Pembimbing Lapangan

Arif Teguh Julianto, S.T

Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Departemen Teknik Kimia Industri

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

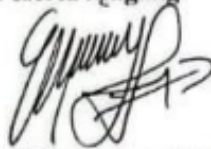
Surabaya

2025



PT ARWANA CITRAMULIA TBK PLANT 3 GRESIK
Jl. Raya Wringinanom, Nanom Kidul, Lebaniwaras, Kec.
Wringinanom, Kabupaten Gresik, Jawa Timur
Surabaya , 02 Februari 2026

Peserta Magang

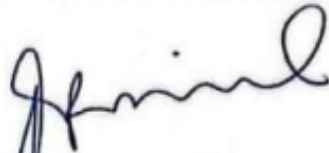


Nurul Irsha Azzahra
NRP 2041221100

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Magang

Pembimbing Industri



Daril Ridho Zuchrillah, S.T., M.T
NIP 199211062019031020



Arif Teguh Julianto, S.T

Mengetahui,
Kepela Departemen Teknik Kimia
Industri FV-ITS



Dr. Eng. Eva Oktavia Ningrum, S.T., M.S
NIP 198410232009122009



Nomor : 010/PERS-EXT/SKDA/III/2025
Perihal : Konfirmasi Persetujuan Kerja Praktik

Kepada Yth,
Kepala Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Di tempat

Hal: Konfirmasi Persetujuan Kerja Praktik di PT Arwana Citramulia Tbk. Plant 3 Gresik

Dengan Hormat,

Menindak lanjuti proposal perihal permohonan untuk melaksanakan program kerja praktik di PT. Arwana Citramulia Tbk Plant 3 Gresik, maka kami memberikan kesempatan kepada mahasiswa Bapak/Ibu untuk melaksanakan program kerja praktik selama 4 bulan ditempat kami, mulai tanggal **01 Juli 2025 – 01 November 2025**

Adapun nama mahasiswa tersebut adalah :

1. Nurul Irsha Azzahra (NIM: 2041221100) – D4 Teknik Kimia Industri
2. Nabila Maharani Kurniawan (NIM: 2041221142) – D4 Teknik Kimia Industri

Mahasiswa yang mengikuti kerja praktik di perusahaan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Mahasiswa yang melaksanakan kerja praktik diberikan jangka waktu efektif magang sesuai dengan surat permohonan dari lembaga atau sesuai dengan kebijakan perusahaan.
2. Kehadiran dan kedisiplinan Mahasiswa sangat diperlukan sebagaimana layaknya karyawan/staff di perusahaan/instansi di tempat pelaksanaan magang.
3. Memiliki jaminan kesehatan (BPJS Kesehatan) atau ketenagakerjaan (BPJS Ketenagakerjaan Bukan Penerima Upah) dari pemerintah atau lembaga lain yang resmi ketika terjadi hal-hal yang berhubungan dengan K3 selama proses kerja praktik berlangsung dan Mahasiswa wajib menunjukkan kartu tanda kepesertaan sebelum magang berjalan.

PT Sinar Karya Duta Abadi

Corporate: Sentra Niaga Puri Indah, Blok T2 No. 24, Kembangan Selatan, Jakarta 11480, ph. +62-2158302363, Faks. +62-2158302160, info@arwanacitra.com
Plant : Dusun Randegan RT. 005 RW. 018, Kaligoro, Kutorjo, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur, ph. +62-3214831939, info@skda.arwanacitra.com



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK



4. Kegiatan yang dilaksanakan Mahasiswa bersifat membantu pelaksanaan tugas-tugas pada bagian/divisi tertentu dilingkungan perusahaan/instansi yang bersangkutan yang telah di tentukan oleh perusahaan.
5. Setiap bulan Mahasiswa akan melaporkan seluruh kegiatan yang sudah di laksanakan dan akan di evaluasi oleh pimpinan perusahaan.
6. Perusahaan akan memberikan nilai akhir kepada peserta magang berdasarkan ketentuan penilaian dari program studi/jurusan.

Demikian surat pemberitahuan ini kami sampaikan, terima kasih atas kerjasamanya.

Gresik, 24 Maret 2025
Hormat kami,



IIRD Manager
IIRD Manager

Disetujui



Tedy Susanto
Plant Manager

**SURAT PERSETUJUAN
PELAKSANAAN EVALUASI MAGANG PROGRESS 1
SEMESTER GANJIL 2025/2026**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Dosen Pembimbing : Daril Ridho Zuchrillah, S.T., M.T.

NIP : 199211062019031020

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa bimbingan saya:

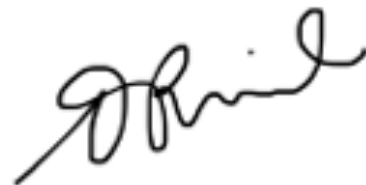
Nama Mahasiswa : Nurul Irsha Azzahra

NRP : 2041221100

Telah siap melaksanakan evaluasi magang progress 1 karena telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Departemen Teknik Kimia Industri FV-ITS

Surabaya, 29 Agustus 2025

Dosen Pembimbing,



Daril Ridho Zuchrillah, S.T.,M.T.

NIP 199211062019031020

SURAT PERSETUJUAN
PELAKSANAAN EVALUASI MAGANG PROGRESS 2
SEMESTER GANJIL 2024/2025

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Dosen Pembimbing : Daril Ridho Zuchrillah, S.T., M.T.

NIP : 199211062019031020

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa bimbingan saya :

Nama Mahasiswa : Nurul Irsha Azzahra

NRP : 2041221100

Telah siap melaksanakan evaluasi magang progress 2 karena telah memenuhi persyaratan
yang telah ditetapkan oleh Departemen Teknik Kimia Industri FV-ITS

Surabaya, 30 Desember 2025

Dosen Pembimbing,



Daril Ridho Zuchrillah, S.T., M.T.
NIP 199211062019031020



**LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK**

**SURAT PERSETUJUAN
PELAKSANAAN EVALUASI MAGANG PROGRESS 3
SEMESTER GANJIL 2024/2025**

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Dosen Pembimbing : Daril Ridho Zuchrillah, S.T., M.T.

NIP : 199211062019031020

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa bimbingan saya :

Nama Mahasiswa : Nurul Irsha Azzahra

NRP : 2041221100

Telah siap melaksanakan evaluasi magang progress 3 karena telah memenuhi persyaratan
yang telah ditetapkan oleh Departemen Teknik Kimia Industri FV-ITS

Surabaya, 21 januari 2026

Dosen Pembimbing,

Daril Ridho Zuchrillah, S.T., M.T.
NIP 199211062019031020

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta para sahabatnya. Berkat ridha-Nya, penulis dapat melalui seluruh rangkaian kegiatan magang hingga menyelesaikan laporan akhir ini sebagai salah satu syarat dalam program studi Sarjana Terapan (D4) Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan, baik bagi mahasiswa maupun pihak lain yang berkecimpung di dunia industri. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan selama pelaksanaan magang. Secara khusus, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Eva Oktavia Ningrum, S.T., M.Sc. Selaku Kepala Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Bapak Daril Ridho Zuchrillah, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan masukan berupa saran dan kritik terkait progress pelaksanaan magang serta mengarahkan selama pengerjaan laporan akhir magang.
3. Bapak Arif Teguh Julianto, S.T. Selaku Pembimbing Industri di PT Arwana Citramulia Tbk Plant 3 Gresik yang telah mendampingi, menjelaskan, serta memberikan bimbingan dalam kegiatan magang khususnya dibagian quality control dan quality assurance.
4. Seluruh pihak lain yang turut membantu dan memberikan dukungan, baik berupa arahan, motivasi, maupun fasilitas yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan magang ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik serta saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berdoa semoga laporan magang di PT Arwana Citramulia Tbk Plant 3 Gresik bagian Quality Control dan Quality Assurance ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan, khususnya bagi penulis sendiri serta bagi para pembaca secara umum.

Gresik, 30 Agustus 2025
Penulis



Nurul Irsha Azzahra
2041221100

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Magang	2
1.2.1 Tujuan Umum Magang	3
1.2.2 Tujuan Khusus Magang	3
1.3 Manfaat Magang	3
1.3.1 Bagi Perguruan Tinggi	3
1.3.2 Bagi Perusahaan.....	3
1.3.3 Bagi Mahasiswa	3
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	4
2.1 Sejarah Umum Perusahaan	4
2.1.1 Sejarah Singkat PT. Arwana Citramulia TBK.....	4
2.2 Lokasi dan Tata Letak Pabrik.....	5
2.3 Visi dan Misi PT Arwana Citramulia TBK	7
2.3.1 Visi Perusahaan PT Arwana Citramulia TBK	7
2.3.2 Misi Perusahaan PT Arwana Citramulia TBK	7
2.3.3 Nilai – Nilai Dasar Perusahaan yang dianut PT Arwana Citramulia TBK.....	7
2.3.4 Budaya Perusahaan PT Arwana Citramulia TBK	7
2.4 Produk Bisnis.....	8
2.5 Alur Proses Bisnis.....	9
2.6 Alur Proses Distribusi Pemasaran Produk	10
2.7 Identifikasi Pemilihan Bahan Baku.....	11
2.7.1 Bahan Baku Utama	11
2.7.3 Bahan Baku Penunjang	17
2.7.4 Bahan Baku Pendukung	18
2.8 Proses Produksi	28
2.8.1 Body Preparation	28
2.8.2 Proses Pressing.....	31
2.8.3 Proses Drying.....	32
2.8.4 Glaze dan engobe Preparation.....	33
2.8.5 Glazing Line.....	34
2.8.6 Pembakaran.....	34
2.8.7 Finishing	35
2.9 Identifikasi Quality Control	36
2.9.1 Slip Body pada ball mill	36
2.9.2 Slip Body pada Daily Tank	37
2.9.3 Powder dari Spray Dryer.....	38
2.9.4 Standar product Out Press.....	40
2.9.5 Standar Product Out Horizontal Dryer.....	40
2.9.6 Standar Glaze dan engobe.....	41
2.9.7 Standard Firing di Kiln	43
2.10 Pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3L) di Industri.....	45
2.10.1 Filosofi Dasar Penerapan K3	45
2.10.2 Kebijakan K3	46
2.10.3 Tujuan dan Sasaran K3	46
2.10.4 Sasaran K3 antara lain :	46
2.10.5 Organisasi K3.....	46

Abstrak

Kegiatan magang dilaksanakan di PT Arwana Citramulia Tbk Plant 3 Gresik pada bagian Quality Assurance, Quality Control, dan Research and Development dengan tujuan mempelajari penerapan pengendalian mutu pada industri keramik serta menganalisis pengaruh komposisi body terhadap terjadinya defect selama pembakaran. Kegiatan meliputi pengamatan proses produksi mulai dari persiapan bahan baku, pembentukan slip, spray drying, pressing, pengeringan, pelapisan, pembakaran, hingga pemeriksaan kualitas produk. Studi khusus dilakukan terhadap defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole melalui observasi lapangan, studi literatur, pembuatan lima variasi formulasi body keramik (F1–F5), serta pengujian linear weight, viskositas, residu, firing shrinkage, loss on ignition (LOI), bending strength, dan water absorption. Hasil pengujian menunjukkan bahwa formulasi F2 memberikan karakteristik paling seimbang dengan nilai firing shrinkage 2,85%, LOI 3,10%, bending strength 230 kg/cm², water absorption 9,94%, linear weight 1.688 g/L, viskositas 35 detik, dan residu 5,41%. Penambahan 7% pyrophyllite pada formulasi tersebut membantu menjaga kestabilan termal dan mengendalikan penyusutan awal, sedangkan penggunaan 8% feldspar FGB sebagai flux mendukung pembentukan fase cair secara bertahap sehingga proses sintering berlangsung lebih terkendali. Keseimbangan antara penyusutan, kekuatan mekanik, pelepasan volatil, dan porositas pada formulasi F2 menunjukkan potensi paling baik dalam mengurangi risiko retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole. Dengan demikian, pengendalian komposisi pyrophyllite dan feldspar FGB merupakan salah satu upaya yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kestabilan proses pembakaran dan konsistensi mutu produk keramik.

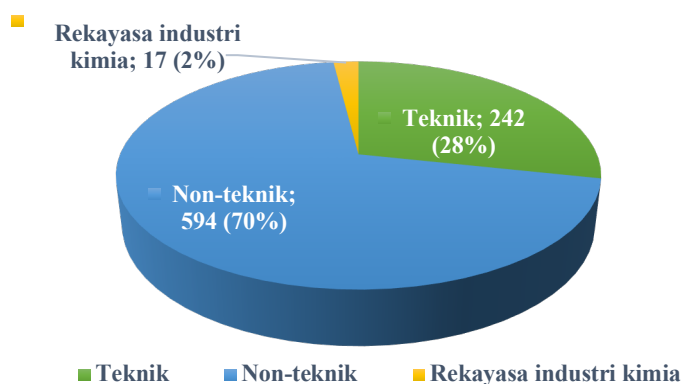
Kata kunci: *body keramik, defect, feldspar FGB, pyrophyllite, pengendalian mutu.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemerintah telah Menyusun *Making Indonesia 4.0* sebagai sebuah peta jalan (roadmap) yang menyeluruh untuk mengimplementasikan beragam strategi dalam menyongsong era industry 4.0 untuk merealisasikan target tersebut, dibutuhkan langkah kolaboratif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, mulai dari lembaga pemerintah, asosiasi, pelaku industry, hingga kalangan akademisi. Pertumbuhan sektor industri di Indonesia terus menunjukkan peningkatan. Hal ini tercermin dari data proyeksi yang memperkirakan kenaikan rata – rata sebesar 3,35% setiap tahunnya. Selain itu, data BPS tahun 2019 melaporkan bahwa pada tahun 2018, sektor industri menampung ssekitar 14,72% dari total tenaga kerja. Kedua fakta tersebut menandakan bahwa kebutuhan akan tenaga kerja terampil dengan latar belakang Pendidikan tinggi formal dalam dunia industri Indonesia semakin mendesak. Menanggapi hal itu, pemerintah melalui kementerian Pendidikan dan kebudayaan telah mendapatkan kebijakan link and match yang bertujuan menjembatani kesenjangan antara kompetensi lulusan perguruan tinggi dengan kebutuhan tenaga kerja yang siap didunia industry. Pendidikan vokasi hadir sebagai wadah yang ideal bagi sumber daya manusia yang berorientasi pada practical knowledge dan keterampilan.

Program sarjana terapan atau Diploma Empat (D4) merupakan salah satu bentuk Pendidikan vokasi yang lebih mekankan penguasaan keahlian terapan dengan komposisi pembelajaran praktik mencapai 60%. Namun, Jumlah program studi sarjana terapan setara diploma empat maupun sarjana (S1) dibidang Teknik Kimia dan Rekayasa Industri Kimia di Indonesia masih sangat terbatas jika dibandingkan dengan tingginya kebutuhan lulusan disektor industry pengolahan. Berdasarkan data pangkalan Pendidikan tinggi Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, program studi yang berkaitan dengan rekayasa industry kimia hanya industry kimia hanya mencapai sekitar 2% sari total 853 program studi D4 di Indonesia.



Grafik 1.1 Jumlah Prodi D4 di Indonesia (Sumber : Forlap DIKTI)

LAPORAN MAGANG PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Untuk meningkatkan kompetensi praktis lulusan, ITS kemudian membuka Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri di bawah Departemen Teknik Kimia Industri. Selama empat tahun, program ini diperkirakan akan memperkuat kapasitas teoritis serta perlengkapan profesional mahasiswa, tetapi juga melengkapi mereka dengan pemahaman tentang industri praktik yang berkelanjutan. Salah satu implementasinya dari program ini yaitu wajib menjalani program magang di salah satu industri, yang memastikan mahasiswa mendapatkan pengalaman lapangan dalam bidang yang mereka pelajari sehingga mahasiswa siap memasuki dunia kerja yang sesungguhnya di kemudian hari.

Di sisi lain, pesatnya pembangunan infrastruktur negara dan kebutuhan besar akan perumahan di Indonesia meningkatkan permintaan terhadap keramik dan bahan bangunan lainnya di Indonesia. Oleh karena itu, industri keramik di Indonesia berkembang pesat dan menunjukkan tren pertumbuhan yang signifikan. Dengan demikian, persaingan antar produsen dalam negeri semakin ketat sehingga berfokus pada produk domestik dan ekspor. Untuk memastikan keberlanjutan serta daya saing industri keramik, pemerintah mengimplementasikan beberapa kebijakan strategis. PT Arwana Citramulia Tbk merupakan salah satu perusahaan terkemuka yang bergerak di bidang manufaktur keramik. Perusahaan tersebut menerapkan prinsip keberlanjutan dalam berbisnis, yaitu *get profit, people, and planet* menyelaraskan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Perusahaan ini secara konsisten membangun sinergi positif demi mendukung keberlanjutan bisnis sekaligus meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Pengalaman magang di PT Arwana Citramulia Tbk, Khususnya pada Departemen *Quality Assurance (QA)*, *Quality Control (QC)* dan *Research and Development*, menjadi hal yang sangat berharga sekaligus relevan dalam mendukung proses Pendidikan maupun pengembangan karier di bidang industri kimia. Melalui kegiatan ini, mahasiswa memperoleh kesempatan mempelajari secara langsung penerapan system penjaminan mutu serta pengendalian kualitas pada industri keramik. Cakupan kegiatan mencakup pengujian bahan baku, pemantauan proses produksi, hingga evaluasi kualitas produk akhir agar sesuai dengan standar yang ditetapkan Perusahaan. Selain memperdalam pengetahuan teoritis, program magang ini juga memungkinkan mahasiswa mengaplikasikan ilmunya dalam kondisi nyata di industri, sehingga memperkuat pemahaman baik dari sisi teknis maupun manajerial dalam bidang QA dan QC. Mahasiswa juga diperkenalkan pada budaya kerja Industri, dapat memperluas jejaring profesional, serta memahami tanggung jawab Perusahaan dalam menjaga kualitas produk sekaligus kepatuhan terhadap regulasi lingkungan.

Tidak hanya itu magang juga membuka peluang bagi mahasiswa untuk direkrut sebagai karyawan penuh waktu di masa mendatang, mengingat banyak Perusahaan yang memberikan kesempatan kerja kepada peserta magang dengan kinerja yang baik. Berdasarkan pertimbangan tersebut, saya sebagai mahasiswa Departemen Teknik Kimia Industri FV ITS memilih PT Arwana Citramulia Tbk sebagai Lokasi pelaksanaan magang. Harapannya, pengalaman ini dapat mengasah keterampilan dalam menyelesaikan persoalan praktis di dunia Industri sekaligus mempersiapkan diri menghadapi tantangan profesional ke depan.

1.2 Tujuan Magang

Program magang ini dirancang dengan dua jenis tujuan, yakni tujuan umum dan tujuan khusus, yang disusun untuk memaksimalkan manfaat bagi mahasiswa, Perusahaan, maupun institusi Pendidikan.

1.2.1 Tujuan Umum Magang

Pelaksanaan magang di PT Arwana Citramulia Tbk. Departemen Quality Assurance (QA) memiliki tujuan utama untuk menjembatani kesenjangan antara kompetensi lulusan perguruan tinggi dengan kebutuhan ketrampilan nyata di dunia kerja, khususnya dalam bidang pengawasan mutu produk. Tujuan umum tersebut meliputi :

1. Melatih mahasiswa bekerja secara kolaboratif dalam tim, meningkatkan keterampilan komunikasi lisan dan tulisan, serta membangun sikap profesional sekaligus etis
2. Memberikan pemahaman praktis terkait penerapan ilmu Teknik kimia pada proses pengujian mutu bahan baku, tahapan produksi, hingga produk akhir dalam industri keramik.
3. Mendorong mahasiswa agar mampu berpikir kritis dan konstruktif Ketika menghadapi permasalahan mutu, sekaligus meningkatkan kesiapan mereka untuk terjun langsung di dunia industri.
4. Memperluas wawasan tentang praktik industri melalui keterlibatan langsung dalam aktivitas QA / QC, seperti analisis kualitas, pengambilan sampel, validasi data laboratorium, dan penanganan deviasi mutu, sehingga dapat menjadi bekal yang konkret sebelum memasuki dunia kerja.

1.2.2 Tujuan Khusus Magang

Adapun tujuan khusus dari pelaksanaan magang di Departemen QA dan QC PT Arwana Citramulia Tbk antara lain :

1. Menyelesaikan studi kasus atau isu mutu aktual yang muncul di lini produksi dengan pendekatan analisis data serta pemecahan masalah (troubleshooting).
2. Menghasilkan rekomendasi teknis maupun procedural yang dapat diterapkan untuk peningkatan kualitas produk serta efisiensi dalam pemeriksaan mutu.

1.3 Manfaat Magang

1.3.1 Bagi Perguruan Tinggi

Magang berfungsi memperkuat relevansi antara kurikulum Pendidikan vokasi dengan kebutuhan industri, sekaligus membuka peluang kemitraan jangka Panjang antara institusi Pendidikan dan dunia usaha.

1.3.2 Bagi Perusahaan

Program menjadi magang menjadi wadah kolaborasi yang mendukung aktivitas QA dan QC, serta menghadirkan masukan melalui hasil observasi dan analisis mahasiswa dalam hal peningkatan kualitas, efektivitas pengujian, hingga penanganan ketidaksesuaian.



**LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK**

1.3.3 Bagi Mahasiswa

Mahasiswa memperoleh pengalaman nyata mengenai prosedur QA/QC pada industry keramik, mengenal berbagai peralatan uji laboratorium, sekaligus menerapkan teori yang diperoleh dibangku kuliah ke dalam praktik industri. Selain itu, magang ini memperluas wawasan terkait penerapan sistem manajemen mutu serta mempersiapkan mahasiswa menghadapi tantangan dunia kerja di era revolusi industri 4.0.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Umum Perusahaan

2.1.1 Sejarah Singkat PT Arwana Citramulia Tbk

PT Arwana Citarmulia Tbk adalah perusahaan manufaktur nasional yang berfokus pada produksi keramik untuk kebutuhan bangun serta konstruksi. Perusahaan ini resmi berdiri pada tanggal 22 Februari 1993, dan mulai melakukan kegiatan [roduksi komersial pada tahun 1995. Sejak awal berdiri, Arwana berkomitmen untuk menghadirkan produk keramik berkualitas tinggi dengan harga yang tetap terjangkau, sehingga dapat dinikmati oleh Masyarakat dari berbagai kalangan, mulai dari menengah ke atas hingga menengah ke bawah. Produk – produk Arwana dikenal luas karena memiliki daya tahan yang kuat, desain menarik, serta nilai ekonomis, sehingga berhasil menempati posisi penting di pasar domestik. Dalam perjalanannya, Perusahaan ini terus menunjukkan perkembangan yang signifikan baik dalam hal kapasitas produksi, jangkauan pasar, maupun jaringan distribusi. Selain itu, Arwana juga memperkuat struktur usahanya dengan membangun anak Perusahaan serta memperluas fasilitas produksi ke wilayah strategis di Indonesia. Adapun tonggak sejarah penting (milestones) dari perjalanan PT Arwana Citramulia Tbk adalah sebagai berikut :

- **Tahun 1993**

PT Arwana Citramulia TBK resmi didirikan pada tanggal 22 Ferbuari 1993 dengan visi menjadi perusahaan unggulan dalam penyediaan produk keramik berkualitas untuk mendukung pembangunan nasional.

- **Tahun 1995**

Produksi pertama dimulai pada 23 Juni 1995 di Plant I Tangerang, Banten yang merupakan langkah awal PT Arwana Citramulia TBK untuk pemasaran produknya secara luas dengan kapasitas produksi 2,88 juta m²/tahun. Pada tahun yang sama tepatnya 27 Februari 1995 yaitu mendirikan anak perusahaan yaitu PT Primagraha Keramindo sebagai bagian dari sistem distribusi dan juga penjualan nasional.

- **Tahun 1997**

PT Arwana Citramulia TBK memperluas kapasitas produksi dengan pembangunan Plant II di Serang, Banten yang mulai beroperasi pada 19 Mei 1997 serta menghasilkan produksi 4,5 juta m²/tahun.

- **Tahun 2001**

PT Arwana Citramulia TBK resmi mencatatkan saham perdanya di Bursa Efek Indonesia dengan kode ARNA melalui penawaran umum perdana saham (IPO) pada tanggal 17 Juli 2001. IPO ini menjadi tonggak penting dalam memperkuat struktur permodalan perusahaan untuk mendukung ekspansi jangka panjang.

- **Tahun 2002**

PT Arwana Citramulia TBK mendirikan Plant III di Gresik, Jawa Timur dan mulai beroperasi pada 3 April 2002 untuk menjangkau pasar kawasan timur Indonesia dengan kapasitas produksi 3,6 juta m²/tahun



- **Tahun 2011**

Pada 19 Oktober 2011 didirikan perusahaan anakan yaitu PT Arwana Anugerah Keramik untuk mendukung pengembangan dan ekspansi kapasitas produksi perusahaan.

- **Tahun 2013**

PT Arwana Citramulia Tbk memperluas jangkauan pasarnya ke wilayah barat Indonesia dengan membangun Plant IV di Ogan Ilir, Sumatera Selatan, yang memulai produksi pada 17 September 2013 dengan kapasitas produksi 8 juta m²/tahun

- **Tahun 2016**

Pada tanggal 8 Januari 2016, Arwana memulai produksi di Plant V yang berlokasi di Mojokerto, Jawa Timur, dengan kapasitas produksi 8 juta m²/tahun untuk memperkuat kehadirannya di pasar Jawa Timur dan sekitarnya.

- **Tahun 2019**

Untuk memenuhi peningkatan permintaan pasar, Arwana mengembangkan Plant IV-B yang berlokasi di Sumatera Selatan dan mulai beroperasi pada Juli 2019.

- **Tahun 2021**

Pengembangan terus berlanjut dengan pengoperasian Plant V-B di Mojokerto, Jawa Timur pada April 2021, yang berfungsi untuk meningkatkan kapasitas dan efisiensi produksi di wilayah timur Indonesia.

Hingga saat ini, PT Arwana Citramulia Tbk telah menjadi salah satu perusahaan keramik dengan cakupan produksi dan distribusi yang luas di Indonesia, serta dikenal karena konsistensinya dalam menjaga mutu produk, efisiensi operasional, dan komitmen terhadap lingkungan. Dengan strategi ekspansi yang berkelanjutan dan fokus pada inovasi serta tanggung jawab sosial, Arwana terus memperkuat peran dan kontribusinya di industri keramik nasional.

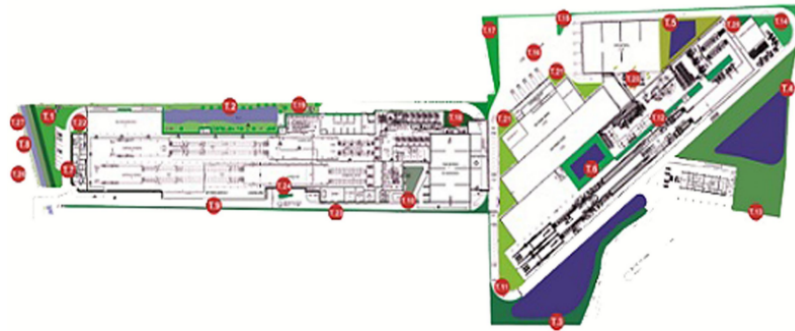
2.2 Lokasi dan Tata Letak Pabrik

PT Arwana Citramulia TBK memiliki lima plant. Untuk plant I berlokasi di Tangerang, Banten, dengan total luas lahan sebesar 24.500 m². Plant II terletak di Serang, Banten, yang berdiri di atas lahan seluas 55.300 m². Sementara itu, Plant III berada di Gresik, Jawa Timur, dengan total luas lahan mencapai 78.235 m². Di Sumatera Selatan, tepatnya di Ogan Ilir, terdapat Plant IV yang memiliki luas lahan terbesar, yaitu 193.400 m². Terakhir, Plant V berlokasi di Mojokerto, Jawa Timur, dengan total luas lahan 131.433 m². Pada program magang yang telah saya laksanakan yaitu pada Plant III. PT Arwana Citramulia Tbk Plant III di Gresik berlokasi di Jalan Raya Wringinanom, Desa Nanom Kidul, Lebaniwaras, Kecamatan Wringinanom, Kabupaten Gresik. Pemilihan lokasi PT Arwana Citramulia TBK plant III di Gresik dengan berbagai pertimbangan ideal, antara lain :

1. Ketersediaan lahan yang memadai dan strategis
2. Lokasi yang strategis dekat dengan pasar konsumen di wilayah Jawa Timur dan sekitarnya sehingga dapat menekan biaya distribusi produk.
3. Akses transportasi darat yang memadai karena dekat dengan Jalan Raya Nasional untuk transportasi darat dan juga dekat dengan Lokasi dekat dengan jalan Tol untuk distribusi

LAPORAN MAGANG PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

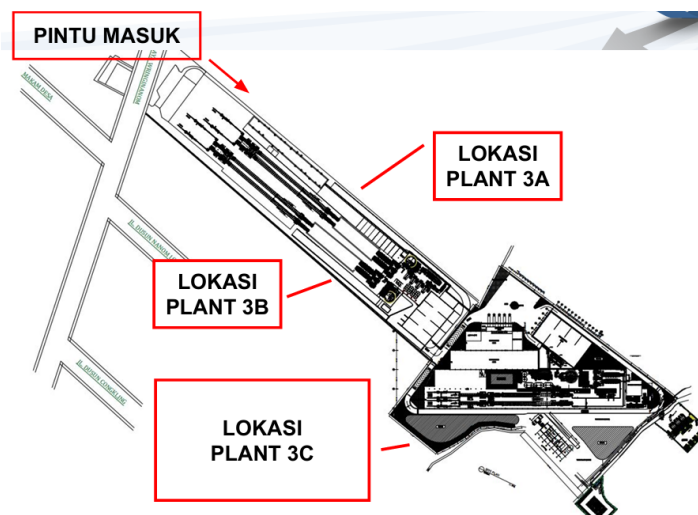
- cepat. Untuk akses transportasi jalur udara dekat dengan lokasi Bandara Internasional Juanda untuk keperluan bisnis. Sedangkan untuk akses transportasi jalur laut relatif dekat dengan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya untuk mendukung kegiatan ekspor
4. Ketersediaan sumber air dari aliran Sungai berantas dan Sungai Bengawan Solo yang dibutuhkan dalam proses produksi.
 5. Ketersediaan utilitas tenaga Listrik yang memadai karena lokasi dekat dengan PLN dan juga PLTU yang akan digunakan pada proses produksi berlangsung.



Kaseman

No	Kode Taman	No	Kode Taman	No	Kode Taman
1	Kolam 1	11	Taman Sorting Packing 3C	21	Taman GBJ
2	Kolam 2	12	Taman Kolam 6 3C - GBJ 3C	22	Taman Kantin
3	Kolam 3	13	Taman Jendral	23	Taman Depan Genset 3AB-GBB AB
4	Kolam 4	14	Taman Glaze Prep 3C	24	Taman LPG Depan
5	Kolam 5	15	Taman Segitiga	25	Taman GBB 3C
6	Kolam 6	16	Taman Bulat + Taman Parkir	26	Taman Parkir Motor Depan
7	Taman Mess Depan	17	Taman Segi Panjang	27	Taman luar pagar
8	Taman Depan Kantor	18	Taman Pos 3 - SD-Box Feeder GP 3AB		
9	Taman Gudang Karton	19	Taman Glaze Prep 3AB		
10	Taman Dust Collector, GBB 3AB	20	Taman Box Feeder 3C		

Gambar 2.3 Denah Tata Letak Pabrik di PT Arwana Citramulia TBK Plant III



Gambar 2.4 Tata Letak proses Pabrik Pabrik PT. Arwana Citramulia TBK Plant III

2.3 Visi dan Misi PT Arwana Citramulia TBK

PT Arwana Citramulia TBK telah menetapkan Visi dan Misi perusahaan yang telah dikembangkan dengan pemikiran matang mengenai masa depan perusahaan dalam jangka panjang dan masa yang akan datang.

2.3.1 Visi Perusahaan PT Arwana Citramulia TBK

Menjadi perusahaan yang terbaik dalam industri keramik. Penuh dengan daya cipta dan inovasi. Serta mampu memberikan kontribusi yang berarti bagi pembanguna

2.3.2 Misi Perusahaan PT Arwana Citramulia TBK

Menjunjung tinggi kualitas produk dan layanan dengan menerapkan prinsip efisiensi secara konsisten, sehingga mampu menghasilkan keramik yang berkualitas dengan harga yang terjangkau oleh para pelanggan. Menerapkan proses produksi yang dinamis, kreatif, dan inovatif. Menciptakan iklim usaha yang mampu menyerap tenaga lokal dan mengembangkan usaha skala menengah yang terkait.

2.3.3 Nilai – Nilai Dasar Perusahaan yang dianut PT Arwana Citramulia

1. Menghasilkan tingkat pengembalian yang baik atas aset yang dipercayakan oleh pemegang saham untuk terus meningkatkan nilai mereka.
2. Menyediakan tempat kerja yang aman, menjaga lingkungan, serta meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan seluruh karyawan dengan mematuhi peraturan dan hukum yang berlaku.
3. Memprioritaskan kepuasan pelanggan dengan terus memperbaiki kualitas dan memahami kebutuhan mereka.
4. Membangun kerja sama tim yang solid dengan menghargai talenta, kreativitas, dan kontribusi ide setiap karyawan.
5. Menjaga integritas dengan menjunjung standar etika tertinggi, kejujuran, keadilan, serta tanggung jawab dan menghormati setiap individu.

2.3.4 Budaya Perusahaan PT Arwana Citramulia

Dalam rangka mewujudkan tata kelola perusahaan yang baik (Good Corporate Governance/GCG), perusahaan senantiasa menanamkan nilai-nilai budaya kerja dan prinsip etika sebagai landasan utama dalam setiap aktivitas dan perilaku karyawannya. Budaya perusahaan tidak hanya menjadi identitas korporasi, namun juga berfungsi sebagai kompas moral yang membentuk sumber daya manusia yang berintegritas, profesional, dan bertanggung jawab.

Budaya dan kode etik ini diterapkan secara menyeluruh untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat, produktif, serta mendukung keberlangsungan dan pertumbuhan perusahaan dalam jangka panjang. Adapun prinsip-prinsip budaya dan etika yang dijalankan oleh perusahaan antara lain sebagai berikut:

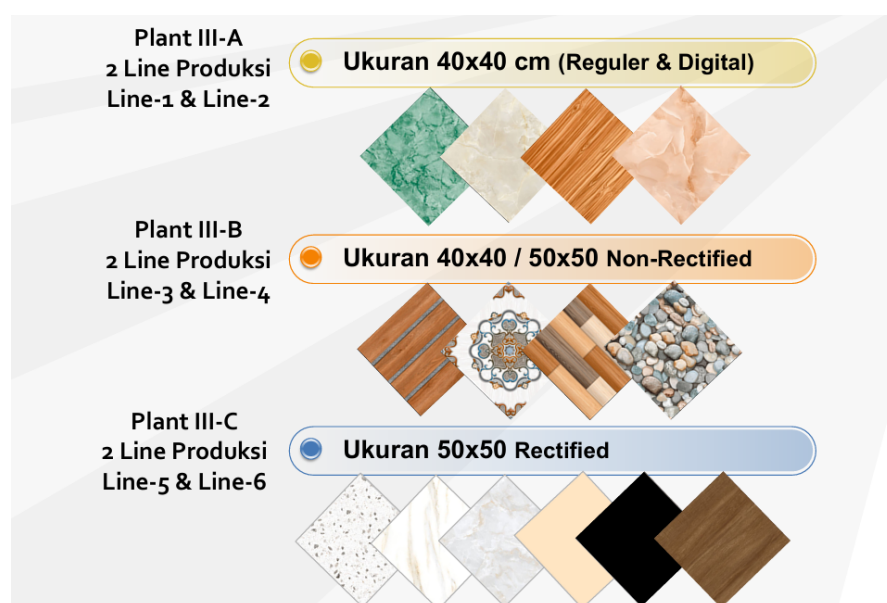
1. Kepatuhan (Compliance)
Setiap anggota perusahaan wajib mematuhi seluruh hukum dan peraturan yang berlaku, baik internal maupun eksternal. Prinsip kepatuhan menjadi dasar utama dalam semua kegiatan bisnis perusahaan.
2. Benturan Kepentingan (Conflicts of Interest)
Karyawan harus menyadari bahwa kepentingan perusahaan adalah prioritas utama. Hubungan atau kepentingan pribadi tidak boleh memengaruhi keputusan bisnis.



LAPORAN MAGANG PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

3. Perdagangan Orang Dalam & Penyalahgunaan Aset (Insider Trading and Exploitation of Opportunities) Dilarang menggunakan informasi rahasia atau aset perusahaan untuk keuntungan pribadi atau pihak lain, baik secara langsung maupun tidak langsung.
4. Persaingan dan Hubungan Kerja yang Adil (Fair Competition and Working Relationship)
Karyawan harus bersaing secara sehat dan menjunjung tinggi hubungan kerja yang adil dengan semua pihak, termasuk sesama karyawan, pelanggan, dan mitra usaha.
5. Diskriminasi dan Pelecehan (Discrimination and Abuse)
Dilarang melakukan diskriminasi berdasarkan suku, agama, ras, dan golongan. Pelecehan fisik maupun psikologis dalam bentuk apa pun tidak ditoleransi.
6. Kesehatan dan Keamanan (Health and Safety)
Setiap anggota perusahaan bertanggung jawab menjaga kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja sesuai dengan regulasi dan standar keselamatan yang berlaku.
7. Penggunaan Praktik Akuntansi yang Benar (Use of Proper Accounting Practices)
Perusahaan menuntut pelaporan dan pencatatan keuangan yang jujur, akurat, dan tepat waktu sebagai dasar pengambilan keputusan bisnis yang kredibel.
8. Rahasia Dagang dan Kerahasiaan (Trade Secrets and Confidentiality)
Informasi rahasia perusahaan tidak boleh disebarluaskan tanpa izin. Termasuk dokumen teknis, desain, spesifikasi produk, rencana bisnis, dan informasi strategis lainnya.

2.4 Prouduk Bisnis

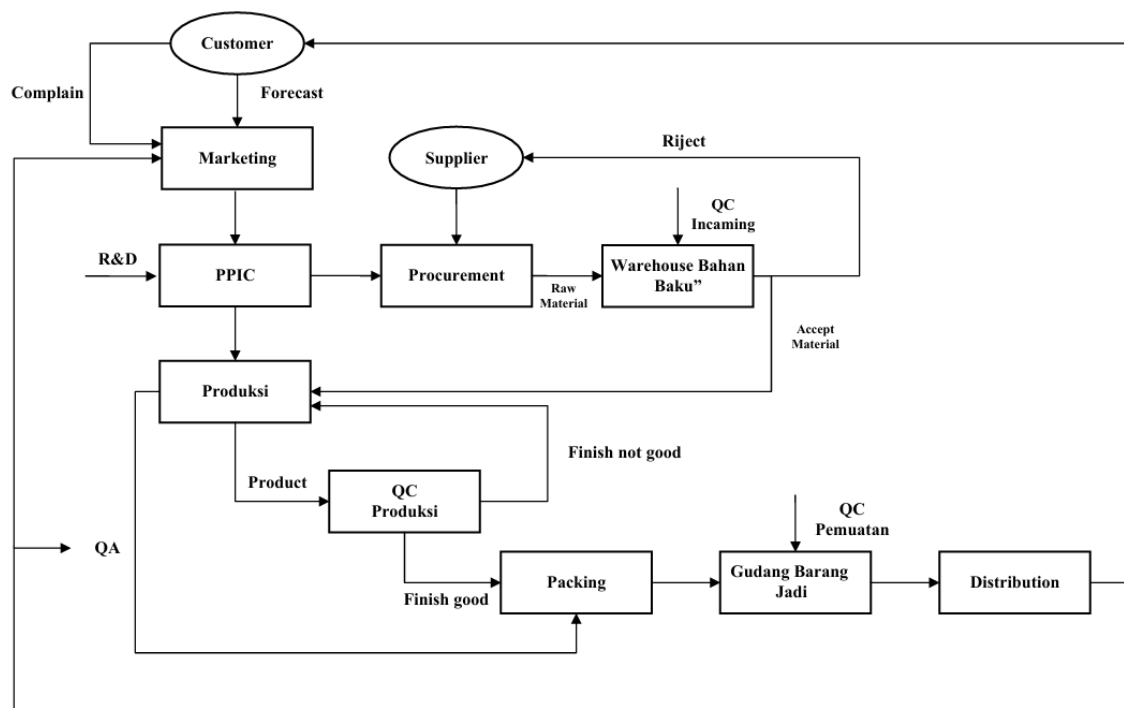


Gambar 2.4 Produk Bisnis PT.Arwana Citramulia Tbk Plant III

LAPORAN MAGANG PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

PT Arwana Citramulia Tbk memproduksi beragam jenis keramik melalui tiga fasilitas produksi utama, yaitu Plant III-A, Plant III-B, serta Plant III-C. Pada plant II-A terdapat dua jalur produksi, yakni line-1 dan line-2, yang berfokus menghasilkan keramik berukuran 40 x 40 sentimeter dengan tipe regular maupun digital. Produk dari fasilitas ini umumnya memiliki motif sederhana dan banyak digunakan untuk kebutuhan dasar konstruksi bangunan. Selanjutnya, Plant II-B juga memiliki dua jalur produksi, yaitu Line-3 dan Line-4, yang memproduksi keramik dalam dua ukuran berbeda, 40 x 40 sentimeter serta 50 x 50 sentimeter. Produk yang dihasilkan dari Plant II-B tergolong non rectified, yaitu keramik yang tidak melalui tahap pemotongan ulang setelah proses pembakaran. Hal ini menyebabkan ukuran setiap keramik tidak sepenuhnya seragam. Jenis keramik ini banyak diaplikasikan pada proyek pembangunan perumahan maupun kebutuhan konstruksi dengan Tingkat teknis menengah. Adapun Plant III-C terdiri dari dua jalur produksi, yakni Line-5 dan Line-6, yang secara khusus menghasilkan keramik berukuran 50 x 50 sentimeter dengan kategori rectified. Keramik rectified diproses melalui pemotongan ulang menggunakan mesin berteknologi tinggi sehingga menghasilkan ukuran yang sangat presisi, seragam, dan rapi. Produk jenis ini umumnya digunakan untuk bangunan komersial maupun hunian kelas menengah keatas yang menekankan aspek kerapian serta estetika. Dengan variasi produk dari ketiga plant tersebut, PT Arwana Citramulia Tbk mampu menjangkau berbagai lapisan pasar sekaligus memenuhi kebutuhan konsumen, mulai dari segmen menengah hingga premium.

2.5 Alur Proses bisnis



Gambar 2.5 Alur Proses Bisnis

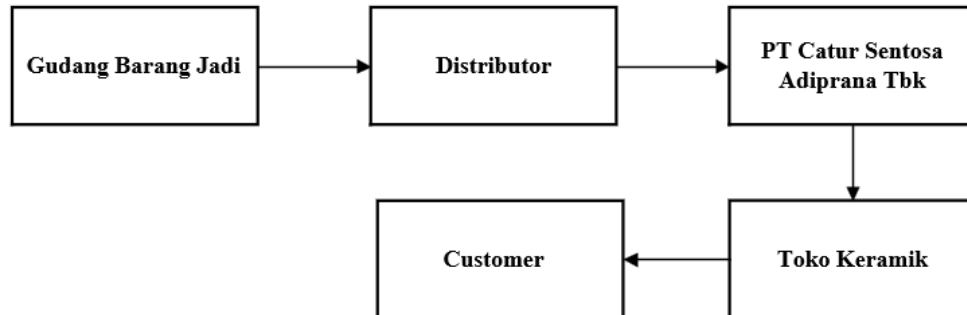
Alur proses bisnis di PT. Arwana Citramulia Tbk diawali dari departemen Marketing yang Menyusun forecast berdasarkan prediksi permintaan pasar dari pelanggan. Informasi ini kemudian diteruskan kepada PPIC untuk menjadi dasar perencanaan. Sebelum PPIC menentukan kebutuhan material *body*, engobe, maupun glaze, departemen R & D terlebih dahulu merancang formula dan menetapkan parameter material sesuai kebutuhan pasar. Selanjutnya PPIC akan berkoordinasi dengan R & D dalam menentukan jenis bahan baku yang akan digunakan.

Setelah itu, *procurement* menerima *Purchase Request* (PR) dari PPIC yang berisi detail jenis barang atau material, jumlah spesifikasi teknis, serta jadwal kebutuhan untuk mendukung produksi. *Procurement* kemudian bekerja sama dengan supplier hingga material tiba di Gudang bahan baku. Setiap material yang datang wajib melalui pemeriksaan Incoming Quality Control untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar Perusahaan. Apabila material tidak memenuhi standar, maka akan dilakukan reject dan dikembalikan ke supplier. Sebaliknya, jika sesuai standar, material akan diteruskan ke proses produksi.

Pada tahap produksi, PPIC berkoordinasi dengan departemen produksi untuk Menyusun jadwal pembuatan produk sesuai spesifikasi. Produk yang dihasilkan diperiksa oleh QC produksi guna memastikan kesesuaian dengan parameter yang ditetapkan. QC produksi juga berfungsi sebagai penghubung dengan PPIC untuk mencatat capaian produksi apakah sudah memenuhi target permintaan pasar. Produk keramik yang memenuhi standar akan diproses ke tahap *packing*, di mana dilakukan pengecekan ulang oleh QC pemuatan agar tidak ada produk cacat (*defect*). Hanya produk yang lolos uji yang akan dipindahkan ke Gudang barang jadi untuk selanjutnya didistribusikan oleh tim Marketing kepada konsumen.

Sepanjang proses produksi, departemen *Quality Assurance* (QA) memegang peran penting dalam pengawasan menyeluruh pada setiap tahapan, mulai dari produksi hingga pengemasan akhir, QA memastikan semua kegiatan sesuai dengan standar mutu Perusahaan maupun standar industry, termasuk pengecekan kondisi mesin, parameter proses (suhu, tekanan, waktu) serta kualitas produk antara (*intermediate product*). Pada tahap pengemasan, QA juga memverifikasi kesesuaian kemasan, kejelasan label, serta bebas dari cacat fisik. Selain pengawasan internal, QA juga menangani keluhan pelanggan terkait defect. Apabila terdapat complain, pelanggan menyampaikan kepada marketing, lalu diteruskan QA untuk dianalisis. QA akan menelusuri penyebab defect mulai dari proses awal produksi hingga tahap pengemasan. Hasil analisis kemudian dikembalikan kepada marketing sebagai dasar tindak lanjut kepada konsumen, sekaligus menjadi bahan evaluasi internal guna mencegah terulangnya masalah serupa di masa depan.

2.6 Alur proses distribusi



Gambar 2.6 Alur Proses Distribusi Pemasaran Produk

Proses distribusi produk dimulai dari Gudang barang jadi, tempat penyimpanan produk yang telah melewati tahap produksi. Dari Gudang, produk kemudian disalurkan kepada distributor, yang berperan sebagai penghubung antara produsen dengan Perusahaan distribusi berskala besar. Selanjutnya, distributor menyalurkan produk ke PT Catur Sentosa Adiprana Tbk, Perusahaan nasional yang bergerak di bidang distribusi bahan bangunan dan keramik. Dari PT Catur Sentosa Adiprana Tbk, produk didistribusikan lebih lanjut ke berbagai toko keramik tersebar di banyak wilayah. Toko – toko ini menjadi jalur penjualan langsung kepada konsumen akhir. Dengan alur yang terstruktur, mulai dari Gudang, distributor, Perusahaan distribusi besar, hingga toko pengecer produk dapat sampai ke tangan pelanggan secara lebih efisien dan terjamin ketersediaannya.

2.7 Identifikasi Pemilihan Bahan Baku

2.7.1 Bahan Baku Utama

2.7.1.1 Fledspar

1. Fledspar GDG

Tabel 2.7.1 Parameter Bahan Baku Feldspar GDG

Parameter	Material Feldspar GDG	Gambar Feldspar GDG
Warna Fisik	Coklat	
Bentuk Fisik	Bongkahan	
Pengotoran	-	
Ukuran bongkahan	max 12 cm	
<i>Firing Shrinkage (%)</i>	4-9	
<i>Loss on Ignation (%)</i>	max 10	
<i>Dry Bending Sterght (Kg/Cm²)</i>	40-50	

<i>Fired Bending Strength</i> (Kg/Cm ²)	min 200
<i>Water Absorption (%)</i>	Max 10
<i>Viskositas</i>	25-30
<i>Water Glass</i>	max 1,2%
<i>Firing temperature</i>	1120-1175
<i>Black coring</i>	-
<i>Fired colour</i>	Merah
<i>Densitas (g/L)</i>	Keckolatan
<i>Deffoculant</i>	min 1600
<i>Cycle</i>	-
<i>Air</i>	28-36
	90-150

Feldspar merupakan mineral alumina-silikat yang menjadi salah satu penyusun utama batuan beku seperti granit pegmatite, granodiorite, dan gabro, dengan kandungan alkali tinggi berupa K₂O, Na₂O, serta CaO. Dalam pembuaatn *body* keramik, feldspar berperan sebagai flux atau bahan pelebur yang menurunkan titik lebur campuran sehingga proses sintering dapat berlangsung lebih efisien. Pada formula *body*, feldspar GDG digunakan sebanyak 28%, menjadikannya baan kedua terbanyak setelah feldspar kode Ab-01. Persentase ini dipilih agar fase cair yang terbentuk saat pembakaran cukup untuk mengisi celah antarpartikel utama seperti clay CBB, abu andesit, dan paras tanpa menyebabkan deformasi atau kelunakan berlebih.

Sebelum diaplikasikan, feldspar diuji melalui pembakaran pada suhu 1120 – 1175 oC guna mengevaluasi sifat termal dan perubahan fasanya. Pada rentang suhu tersebut, feldspar mulai melebur dengan firing sringkage 4 – 9%, warna bakar merah kecokelatan, serta loss on ignition (LOI) maksimum 10%. Hasil ini menunjukkan kemampuan feldspar membentuk fase cair yang berfungsi sebagai perekat antarpartikel sehingga menghasilkan *body* yang lebih padat, porositas rendah, serta daya serap air lebih kecil. Dampaknya, kekuatan *body* meningkat dengan fired bending strength minimal 200 kg/cm², menjadikan keramik lebih tahan retak maupun patah. Selain itu, dengan ini *water absorption* maksimum 10%, feldspar berkontribusi dalam menekan penyerapan air, meningkatkan ketahanan terhadap penetrasi cairan. Data viskositas 25 – 30 dan densitas ≥ 1600 g/L juga menunjukkan bahwa feldspar GDG mendukung pembentukan slip dengan konsentrasi padatang tinggi namun tetap mudah mengalir, sehingga proses pengissian cetaakan pada tahap *pressing* lebih lancardan mampu meminimalkan cacat seperti retak atau pinhole. Dengan sifat – sifat tersebut, feldspar tidak hanya berfungsi sebagai flux, tetapi juag berperan penting dalam peningkatan kualitas akhir keramik.

2. Feldspar Ab-01

Tabel 2.7.2 Parameter Bahan Baku Ab-01

Parameter	Material	Gambar
-----------	----------	--------



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

	Feldspar Ab-01	Feldspar Ab-01
Warna Fisik	Coklat	
Bentuk Fisik	Bongkahan	
Pengotoran	-	
Ukuran bongkahan	Max 12 cm	
<i>Firing Shrinkage (%)</i>	4-9	
<i>Loss on Ignition (%)</i>	max 10	
<i>Dry Bending Strength (Kg/Cm2)</i>	50-65	
<i>Fired Bending Strength (Kg/Cm2)</i>	min 200	
<i>Water Absorption (%)</i>	max 10	
<i>Viskositas</i>	25-30	
<i>Water Glass</i>	max 1,2%	
<i>Firing temperature</i>	1120-1175	
<i>Black coring</i>	-	
<i>Fired colour</i>	kecoklatan	
<i>Densitas (g/L)</i>	Min 1600	
<i>Deffoculant</i>	max 0,3%	
<i>Cycle</i>	28-36	
<i>Air</i>	90-180	

Feldspar Ab-01 merupakan bahan baku keramik yang berfungsi sebagai flux utama dengan peran penting dalam menurunkan titik lebur campuran sehingga proses sintering dapat berlangsung pada suhu relative rendah yaitu 1120–1175 °C. Secara fisik feldspar ini berwarna coklat dalam bentuk bongkahan besar, memiliki *firing shrinkage* 4-9% yang membantu proses densifikasi, serta nilai *loss ignition* rendah (0,3%) sehingga stabil saat pembakaran. Kekuatan mekaniknya cukup baik, dengan *dry bending strength* 50–65 kg/cm² dan meningkat hingga lebih dari 200 kg/cm² setelah firing. Sementara *water absorption* rendah ($\leq 10\%$) yang menunjukkan *body* menjadi padat. Viskositasnya (25–30) mendukung aliran fase cair yang seimbang dan kadar *water glass* rendah mencegah munculnya *tiksocity*. Feldspar ini juga memiliki densitas tinggi (≥ 1600 g/L) yang memperkuat *body*, kebutuhan deflokulan rendah sehingga ekonomis dalam proses *slurry*, serta siklus pembakaran 28-36 dengan kebutuhan air 90 -180 yang masih sesuai untuk pengolahan. Meskipun demikian, warna akhir kecoklatan dan potensi black coring menjadi keterbatasan yang perlu diperhatikan, sehingga penggunaannya dikombinasikan dengan bahan lain agar menghasilkan *body* keramik dengan kualitas estetika dan sifat mekanik yang sesuai kebutuhan.

3. Paras

Tabel 2.7.1 Parameter Bahan Baku Feldspar Paras

Parameter	Material Paras	Gambar Paras
Warna Fisik	Coklat	
Bentuk Fisik	Bongkahan	
Pengotoran	-	
Ukuran bongkahan	max 12 cm	
Firing Shrinkage (%)	4-7	
Loss on Ignition (%)	max 10	
Dry Bending Strength (Kg/Cm ²)	25-40	
Fired Bending Strength (Kg/Cm ²)	min 150	
Water Absorption (%)	max 10	
Viskositas	25-30	
Water Glass	max 1,2%	
Firing temperature	1120-1175	
Black coring	-	
Fired colour	Coklat	
Densitas (g/L)	min 16000	
Deffoculant	-	
Cycle	28-36	
Air	90-150	

Feldspar Paras merupakan salah satu bahan baku penting dalam pembuatan badan keramik yang berfungsi sebagai fluks. Secara fisik, feldspar ini berwarna cokelat dan berbentuk bongkahan dengan ukuran maksimum 12 cm sehingga perlu melalui proses penggilingan sebelum digunakan. Ukuran partikel yang lebih halus berpengaruh terhadap nilai *firing shrinkage* sebesar 4–7%, di mana penyusutan yang terkendali akan meningkatkan kerapatan badan keramik. Nilai penyusutan ini berkaitan dengan loss on ignition yang maksimum sebesar 10%, sebab pelepasan zat volatil yang terlalu tinggi dapat mengganggu kestabilan dimensi dan menurunkan kekuatan mekanik pada kondisi kering. Kekuatan lentur kering Feldspar Paras berada pada kisaran 25–40 kg/cm², kemudian meningkat secara signifikan setelah pembakaran dengan nilai minimum 150 kg/cm². Peningkatan ini terjadi karena pada suhu pembakaran 1120–1175 °C feldspar mulai melebur dan mengalami penyusutan yang menyatukan partikel kuarsa sehingga badan keramik menjadi lebih padat.

Sifat tersebut berhubungan erat dengan daya serap air yang maksimum sebesar 10%, di mana semakin rendah nilai daya serap air maka semakin tinggi tingkat *vitrifikasi* yang tercapai. Hal ini didukung oleh viskositas lelehan yang berada pada rentang 25–30; viskositas yang seimbang memungkinkan fase cair menutup pori-pori tanpa menimbulkan

deformasi berlebih. Selain itu, kandungan water glass yang rendah, yaitu maksimum 1,2%, membantu mencegah terbentuknya bercak putih pada permukaan keramik sehingga kualitas estetika tetap terjaga. Parameter penting lainnya adalah densitas dengan nilai minimum 1600 g/L, yang berhubungan langsung dengan kekuatan badan keramik serta rendahnya porositas. Proses pengolahan juga lebih efisien karena Feldspar Paras memerlukan deflokulan dalam jumlah yang kecil, dengan kebutuhan air berkisar 90–150 serta waktu siklus pembakaran 28–36 jam, sehingga seluruh tahapan dari pelepasan zat volatil, penyusutan, pembentukan fase cair, hingga pendinginan dapat berlangsung stabil.

4. Abu Andesit

Tabel 2.7.4 Parameter Bahan Baku Abu Andesit

Parameter	Material	Gambar
	Abu Andesit	
Warna Fisik	Hitam ke abu"an	
Bentuk Fisik	Crusher	
Pengotoran	-	
Ukuran bongkahan	Max 7 mm	
<i>Firing Shrinkage (%)</i>	4-7	
<i>Loss on Ignation (%)</i>	max 10	
<i>Dry Bending Sterght (Kg/Cm2)</i>	3-5	
<i>Fired Bending Strength (Kg/Cm2)</i>	min 150	
<i>Water Absorption (%)</i>	max 10	
<i>Viskositas</i>	25-30	
<i>Water Glass</i>	max 1,2%	
<i>Firing temperature</i>	1120-1175	
<i>Black coring</i>	-	
<i>Fired colour</i>	merah kecoklatan	
<i>Densitas (g/L)</i>	1800-2000	
<i>Deffoculant</i>	-	
<i>Cycle</i>	28-36	
<i>Air</i>	60-90	

Abu andesit merupakan bahan pada keramik yang berfungsi terutama sebagai pengisi. Bahan ini berwarna hitam keabuan dengan ukuran bongkahan kecil (≤ 7 mm), sehingga mudah dicrushing dan memberi pengaruh pada warna akhir keramik yang cenderung merah kecoklatan. Nilai firing shrinkage sebesar 4-7% menunjukkan penyusutan yang stabil, meskipun kekuatan lentur keringnya rendah ($3-5 \text{ kg/cm}^2$), namun setelah dibakar pada suhu $1120-1175^\circ\text{C}$ kekuatannya meningkat hingga $\geq 150 \text{ kg/cm}^2$ sehingga terjadi penyusutan yang efektif. Hal ini juga berkaitan dengan daya serap air $\leq 10\%$ dan viskositas 25–30 yang mendukung pemadatan pori tanpa deformasi. Selain itu kandungan loss on ignition $\leq 10\%$ menjaga kestabilan dimensi, sementara water glass $\leq 1,2\%$ membantu mencegah bercak putih pada permukaan keramik. Abu andesit memiliki densitas tinggi (1800 -2000 g/L) yang selaras dengan kepadatan dan kekuatan *body*, serta tidak memerlukan tambahan deflokulan sehingga lebih efisien dalam pengolahan *slurry*. Dengan siklus pembakaran 28–36 dan kebutuhan air

relatif rendah (60–90), bahan ini dapat meningkatkan kepadatan dan kekuatan badan keramik, meskipun terbatas penggunaannya untuk produk dengan warna dasar putih.

2.7.1.2 Clay

1. Clay CBB

Tabel 2.7.5 Parameter Bahan Baku Clay CBB

Parameter	Material Clay CBB	Gambar Clay CBB
Warna Fisik	Merah	
Bentuk Fisik	Bongkahan Lunak	
Pengotoran	Sedikit akar-akaran	
Ukuran bongkahan	Max 12 cm	
<i>Firing Shrinkage (%)</i>	0-3	
<i>Loss on Ignation (%)</i>	4-7,5	
<i>Dry Bending Sterght (Kg/Cm²)</i>	20-60	
<i>Fired Bending Strength (Kg/Cm²)</i>	min 70	
<i>Water Absorption (%)</i>	max 17	
<i>Viskositas</i>	25-30	
<i>Water Glass</i>	max 1,2%	
<i>Firing temperature</i>	1120-1175	
<i>Black coring</i>	-	
<i>Fired colour</i>	merah atau cream	
<i>Densitas (g/L)</i>	1500-1600	
<i>Deffoculant</i>	-	
<i>Cycle</i>	28-36	
<i>Air</i>	90-200	

Clay CBB merupakan salah satu jenis lempung yang berperan penting sebagai bahan utama dalam badan keramik, khususnya sebagai bahan plastis yang memberikan sifat mudah dibentuk. Secara fisik, clay cbb berwarna merah, berbentuk bongkahan lunak, dan sering mengandung sedikit akar pohon sebagai kotoran alami. Ukuran bongkahannya dapat mencapai 12 cm sehingga memerlukan proses penghancuran dan penggilingan sebelum digunakan. Dari segi sifat pembakaran, clay ini memiliki *firing shrinkage* rendah (0-3%), yang berarti penyusutannya relatif kecil sehingga stabil terhadap perubahan dimensi. Nilai ini berhubungan dengan *loss on ignition* (4-7,5%), Dimana pelepasan zat volatile relatif tinggi, terutama dari air terikat dan bahan organik. Kekuatan mekanik clay CBB cukup baik, ditunjukkan dengan *dry bending strength* 20–60 kg/cm² dan meningkat menjadi minimum 70 kg/cm² setelah pembakaran. Namun, Tingkat dayaserap air cukup tinggi ($\leq 17\%$), menandakan proses *vitrifikasi* belum sempurna sehingga badan keramik masih berpori. Hal ini juga dipengaruhi oleh viskositas (25 – 30) dan kemampuan leleh yang terbatas pada suhu pembakaran 1120–1175 °C. Dari sisi estetika, clay CBB menghasilkan warna akhir merah atau krem, bergantung pada komposisi oksida besinya

Kerapatan bahan ini Kerapatan bahan ini berada pada densitas 1500–1600 g/L, lebih rendah dibanding feldspar atau abu andesit, sehingga lebih berfungsi sebagai bahan dasar

plastis ketimbang sebagai penguat badan. Dalam proses pengolahan, Clay CBB memerlukan air relatif banyak (90–200) agar mudah dibentuk, serta membutuhkan deflokulan untuk menstabilkan suspensi saat diaplikasikan dalam slip casting.

2.7.2 Bahan Baku Penunjang

1. *Waterglass*

Tabel 2.7.6 Parameter Bahan Baku *Waterglass*

Parameter	Material	Identifikasi Bahaya	Gambar
	<i>Waterglass</i>		<i>Waterglass</i>
Warna Fisik	Putih Transparan	 Dapat Menyebabkan iritasi mata, saluran pernapasan, dan iritasi kulit	
Bentuk Fisik	Cair		
Densitas gram/L	Min 1550		
Viskositas	90-125		
Residu 200#	-		
Residu 325#	-		
Hasil Bakar	-		
Residu 60#	-		
<i>Temperature</i>	26		

Penggunaan *waterglass* (sodium silikat) sebesar 0,9% dari total berat padatan dalam formulasi *slurry* keramik merupakan praktik yang umum diterapkan dalam industri, karena mampu memberikan efek deflokulasi yang optimal tanpa menimbulkan risiko over-deflokulasi. Sebagai agen deflokulan, *waterglass* berperan dalam menurunkan gaya tarik antar partikel, seperti clay, feldspar, sehingga menghasilkan dispersi yang lebih stabil dan homogen. Pada konsentrasi ini, viskositas *slurry* dapat dijaga dalam rentang ideal, yakni antara 90 hingga 125 cP, yang sangat penting untuk memastikan efisiensi selama proses penggilingan di ball mill dan kelancaran pemompaan menuju tahap proses selanjutnya. Selain itu, penggunaan *waterglass* dalam jumlah 0,9% juga berkontribusi terhadap pengurangan kebutuhan air, mempercepat proses dispersi, serta meningkatkan densitas *slurry* (densitas ≥ 1550 g/L), sehingga mendukung performa mekanik dari media penggiling (bola alumina) dan mengoptimalkan efisiensi energi proses. Pada tahap pembakaran, senyawa ini akan mengalami dekomposisi termal atau bereaksi sepenuhnya dengan komponen lain, sehingga tidak meninggalkan residu yang dapat menurunkan mutu produk akhir. Oleh karena itu, penambahan *waterglass* pada dosis tersebut tidak hanya menjamin stabilitas rheologi sistem, tetapi juga mendukung terbentuknya *body* keramik yang padat, minim cacat, dan memiliki ketahanan mekanik yang baik.

2.7.4 Bahan Baku Pendukung

1. Titanium

Tabel 2.7.7 Parameter Bahan Baku Titanium

Parameter	Material	Identifikasi Bahaya	Gambar
	Titanium		Titanium
Warna Fisik	Putih		

Bentuk Fisik Powder
 Densitas (g/L) 1770 - 1820
 Viskositas 25-60



Untuk non-emergency personnel yaitu Fokus pada pengendalian debu agar tidak terhirup atau menyebar.

Residu 200# max 0%
 Residu 325# Max 1%
 Hasil Bakar Opaq
 Residu 60# -
 Temperature -

Titanium memiliki fungsi yang berpengaruh pada keramik yaitu sebaga pewarna putih atau opacifier yang memberikan efek tidak tembus Cahaya pada glasir maupun badan kereamik. Titanium juga berkontribusi dalam meningkatkan ketahanan thermal keramik, sehingga produk mnjadi lebih tahan lama terhadap perubahan suhuu yang ekstrem. Dalam aspek kekuatan mekani, titanium membantu memperkuat struktur keramik, menjadi tahan aus dan lebih awet digunakan. Di sisi lain, titanium juga dapat berperan sebagai fluxing agent, yaitu zat yang membantu menurunkan titik leleh glasir, yang akan mempermudah proses [pembentukan permukaan halus dan mengilap pada produk keramik. Titanium juga mampu memberikan efek warna khusus Ketika dikombinasikan dengan unsur logam lainnya, seperti menciptakan efek kristal atau corak berbintik yang memperkaya nilai estetika dari produk keramik tersebut. Bentuk serbuk halus dengan residu sangat rendah (0% pada 200# dan maks 1% pada 325#) memastikan pencampuran merata dan permukaan halus. Viskositas 25 – 60 mendukung aliran yang baik dalam proses pembentukan, sedangkan densitas 1770 – 1820 g/l menunjukkan kepadatan curah yang stabil. Semu aini mendukung fungsi titanium sebagai peningkat estetika, kekuatan mekanik dan stabilitas termal dalam keramik.

2. Frit

Tabel 2.7.8 Parameter Bahan Baku Frit

Parameter	Material	Identifikasi bahaya	Gambar
	Frit		Frit
	Biru		
Warna Fisik	Transparan, coklat		
Bentuk Fisik	Kristal		
Densitas (g/L)	1770 - 1820		
Viskositas	25-60		
Residu 200#	-		



Residu 325#	-	<i>Not identified</i>
Hasil Bakar	Transparan,	<i>Hazard and</i>
Residu 60#	Opaq	<i>toxicology</i>
Temperature	-	
	1120–1175	

Frit merupakan material untuk pembuatan glaze dalam industry keramik dengan bahan baku zirconium silikat yang dicampur dengan unsur-unsur mineral tertentu seperti felspar, kapur, kaoilin, dan kuarsa. Frit berfungsi untuk memberikan ketahanan air pada keramik, memberi keindahan pada *body* keramik. Glaze merupakan kombinasi bahan yang menjadi lapisan kedua setelah lapisan engobe untuk lebur dan melekat pada *body* keramik saat proses pembakaran (Maulana, 2023). Berdasarkan tabel karakteristik material dari frit untuk warna fisiknya ialah biru transparan dan juga warna coklat. Hasil akhir setelah di lapiskan ke *body* keramik akan menghasilkan lapisan yang transparent dan juga *glossy*. Bentuk kristal menunjukkan bahwa frit berada dalam keadaan padat dan terstruktur. Ini mempengaruhi cara frit melebur saat pembakaran. Kristal biasanya mudah dihancurkan dan didispersikan dalam campuran glaze sehingga memberikan lapisan yang merata. Untuk nilai Densitas ialah 1770 – 1820 gr/liter. Berat jenis akan berpengaruh pada distribusi panas dalam proses pembakan di kiln. Frit dengan berat jenis sesuai akan meleleh dan menyebar dengan baik serta dapat mencegah efek *pinholes* (gelembung), bitnik (blistering) atau tidak meleleh sempurna. Dengan densitas yang optimal, frit lebih mudah menyatu dengan lapisan engobe dan *body* keramik. Nilai viskositas material frit berkisar 25-60. Nilai viskositas yang ideal mencegah glaze menetes saat pembakaran dan menjamin lapisan rata. Viskositas juga mempengaruhi ketebalan glasir dan akhirnya kilap permukaan keramik. Material frit pada saat proses pembakaran akan menghasilkan motif transparan *glossy* dan juga opa atau tidak transparan sehingga tampilan keramik lebih solid.

3. Kaolin

Tabel 2.7.9 Parameter Bahan Baku Kaolin

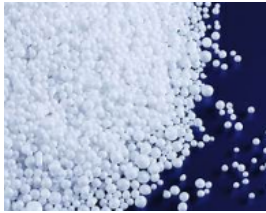
Parameter	Material Kaolin	Identifikasi bahaya	Gambar Kaolin
Warna Fisik	Putih	<i>Not identified Hazard and toxicology</i>	
Bentuk Fisik	Powder		
Density (g/lit)	1770 - 1820		
Viskositas	25-60		
Residu 200#	-		
Residu 325#	Max 2%		
Hasil Bakar	Transparan		
Residu 60#	-		
Temperature	-		

Kaolin Merupakan salah satu bahan baku engobe yang sangat penting dalam industry keramik khususnya untuk pembuatan keramik porselen seperti isolator Listrik. Bahan ini tersusun dari mineral lempung berwarna putih atau keputihan, yang setelah dibakar akan tetap mempertahankan warna terang tersebut. Dalam proses pembuatan keramik, kaolin

berperan dalam memberikan sifat plastis yang memungkinkan bahan mudah dibentuk sebelum proses pembakaran. Ketika dikombinasikan dengan clay, kaolin mampu meningkatkan keplastisan massa campuran dan memperkuat kekuatan kering dari produk akhir. Selain itu, kaolin juga memiliki konduktivitas panas dan Listrik yang rendah, menjadikannya bahan ideal untuk isolator keramik yang membutuhkan ketahanan terhadap suhu dan medan listrik yang tinggi. Dalam aplikasinya, kualitas kaolin sangat dipengaruhi oleh distribusi ukuran butir, warna setelah dibakar, kadar air, susut kering dan susut bakar, serta komposisi kimia seperti kandungan Fe_2O_3 dan TiO_2 . Kaolin memiliki viskositas yang relative rendah dalam suspensi air, yang menjadikannya cocok untuk proses pembentukan basah seperti slip body. Viskositas kaolin pada rentang 25 – 60 akan membantu aliran massa berjalan dengan baik tanpa menyebabkan sedimentasi atau pembentukan aglomerat, sehingga menghasilkan permukaan produk yang halus dan merata.

4. Alumina

Tabel 2.7.10 Parameter Bahan Baku Alumina

Parameter	Material Alumina	Identifikasi Bahaya	Gambar Alumina
Warna Fisik	Putih	<i>Not identified Hazard and toxicology</i>	
Bentuk Fisik	Powder		
Densitas (g/Lt)	1770 - 1820		
Viskositas	25-60		
Residu 200#	0		
Residu 325#	Max 1%		
Hasil Bakar	Opaq		
Residu 60#	-		
Temperature	-		

Alumina merupakan salah satu material keramik anorganik paling penting yang memiliki rumus kimia Al_2O_3 dan dikenal luas karena sifatnya yang unggul dalam berbagai aplikasi industri. Dalam pembuatan keramik, alumina memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan kekuatan mekanik, kekerasan, ketahanan terhadap suhu tinggi. Alumina juga memiliki sifat isolasi Listrik yang sangat baik, menjadikannya pilihan utama untuk produk – produk keramik teknik seperti isolator Listrik, komponen otomotif, semikonduktor, dan pelapis tahan panas. Pengaruh alumina terhadap keramik sangat

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

ditentukan oleh ukuran partikel dan tingkat kemurniannya. semakin tinggi densitas dan *relative density* keramik yang dihasilkan, yang berarti kekuatan tekan (*compressive strength*) juga semakin meningkat. Semakin halus partikel alumina, maka distribusi antarpartikel menjadi lebih merata dan interaksi antar partikel menjadi lebih merata dan interaksi antarpartikel meningkat, yang menyebabkan viskositas campuran menjadi lebih optimal. Pada viskositas 25-60 akan memudahkan proses pencetakan (*forming*) dan menghasilkan permukaan keramik yang lebih padat, halus, serta minim cacat. Dengan demikian, alumina berperan penting dalam menciptakan produk keramik berkualitas tinggi melalui control sifat reologi dan mekaniknya.

5. Sodium

Tabel 2.7.11 Parameter Bahan Baku Sodium

Parameter	Material Sodium	Identifikasi Bahaya	Gambar
Warna Fisik	Putih agak gelap	 	
Bentuk Fisik	Powder		
Densitas	1770 - 1820		
Viskositas	40 - 75		
Residu 200#	Max 1%		
Residu 325#	Max 6%		
Hasil Bakar	Opaq		
Residu 60#	-		
Temperature	-	• Zat yang bereaksi dengan air menghasilkan gas yang mudah terbakar (kategori 1). • Menyebabkan korosi kulit (kategori 1B). • Menyebabkan kerusakan mata serius (kategori 1).	

Sodium merupakan salah satu unsur kimia yang dapat ditambahkan dalam bentuk senyawa seperti sodium untuk memodifikasi sifat keramik. Dalam pembuatan keramik, sodium berperan sebagai aditif yang bertujuan memperbaiki sifat fisik produk akhir, seperti kekuatan tekan, kemampuan serap air, dan suhu pembakaran. Sodium dapat menurunkan suhu sintering dan membantu dalam proses vitrifikasi atau pembentukan fase kaca dalam keramik. Pada parameter diatas seperti warna putih agak gelap dan hasil bakar opaq menunjukkan perannya sebagai opacifier. Bentuk powder dan viskositas 40 – 75 mendukung pencampuran merata serta pembentukkan *slurry* yang stabil. Liter weigh 1770 – 1820 g/l mencerminkan kepadatan curah yang baik untuk proses cetak. Residu halus yang rendah (maks 1% di 200#, 6% di 325#) menandakan partikel halus, penting untuk permukaan halus dan sintering optimak. Secara keseluruhan, sodium feldspar berfungsi utama sebagai flux, mempercepat pelelehan dan meningkatkan kualitas akhir keramik (engobe dan glaze).

6. Kalsium

Tabel 2.7.12 Parameter Bahan Baku Kalsium

Parameter	Material	Identifikasi bahaya	Gambar
	Kalsium		
Warna Fisik	Putih		
Bentuk Fisik	Powder		
Densitas (gr/Lt)	1770 - 1820		
Viskositas	25-60		
Residu 200#	Max 2%		
Residu 325#	-	Menyebabkan iritasi mata yang serius.	
Hasil Bakar	Opaq		
Residu 60#	-		
Temperature	-		

Kalsium, berupa kalsium karbonat (CaCO_3) atau senyawa kalsium lain seperti dolomit, digunakan sebagai bahan tambahan dalam formulasi engobe maupun glaze pada keramik. Berdasarkan spesifikasi teknis—warna putih, bentuk serbuk halus, berat jenis (densitas) 1770–1820 g/L, viskositas 25–60 cP, serta hasil bakar yang bersifat opaq (tidak tembus cahaya)—material ini berperan penting dalam aspek struktural dan fungsional dari lapisan pelapis keramik. Pada engobe, kalsium berfungsi sebagai stabilisator mineral dan penyeimbang koefisien muai panas (CTE) antara *body* keramik dan glaze. Selain itu, kalsium juga membantu dalam proses sintering (pemadatan saat pembakaran), sehingga engobe lebih melekat kuat pada *body* keramik tanpa mengalami retak atau pelepasan. Karakter opak dari kalsium setelah pembakaran menjadikan lapisan engobe lebih tertutup



dan mampu menyamarkan warna asli *body*, menciptakan dasar yang ideal sebelum diaplikasikan glaze.

Dalam glaze, kalsium berperan sebagai fluks—yaitu senyawa yang menurunkan titik leleh sistem glaze sehingga membantu pembentukan lapisan kaca yang padat dan menyatu dengan permukaan. Peran ini sangat penting dalam sistem glaze yang bekerja pada suhu sedang hingga tinggi. Kalsium juga dapat mempengaruhi hasil akhir tampilan glaze, seperti kilap, warna, dan transparansi. Karena bersifat opak, penambahan kalsium dalam jumlah tertentu dapat membantu menciptakan glaze yang tidak tembus cahaya (*opaque glaze*), tergantung pada interaksinya dengan komponen lain seperti silika dan alumina. Dengan standar seperti viskositas 25–60 cP dan ukuran partikel halus (residu ayakan 200# maksimal 2%), material ini mudah terdispersi dalam sistem cair engobe maupun glaze, menghasilkan suspensi yang stabil dan lapisan akhir yang halus. Selain itu, berat jenis yang tinggi mendukung pembentukan lapisan padat yang tidak mudah retak atau mengelupas saat proses pengeringan dan pembakaran. Oleh karena itu, kalsium dengan karakteristik tersebut memberikan kontribusi terhadap kekuatan adhesi, kestabilan termal, serta tampilan visual dari engobe maupun glaze pada keramik, sekaligus meningkatkan daya tahan terhadap perubahan suhu dan lingkungan.

7. Zirconium

Tabel 2.7.13 Parameter Bahan Baku Zirconium

Parameter	Material Zirconium	Identifikasi Bahan Baku	Gambar
Warna Fisik	Coklat		
Bentuk Fisik	Butiran		
Densitas (gr/lt)	Coklat	Flammable (mudah terbakar)	
	1770 - 1820		
Viskositas	25-60		
Residu 200#	Max 0%		
Residu 325#	Max 1%		
Hasil Bakar	Opaq		
Residu 60#	-		
Temperature	-		

Zirconium merupakan material unsur logam dengan symbol Zr ditemukan dalam bentuk senyawa seperti zircon ($ZrSiO_4$). Material zirconium digunakan sebagai komposisi pembuatan engobe. Material ini memberikan karakteristik penting pada lapisan engobe



LAPORAN MAGANG PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

yaitu dapat meningkatkan kecerahan dan opasitas. membuat lapisan engobe menjadi tidak tembus cahaya sehingga warna dasar *body* keramik dapat tertutupi. Pada suhu pemanasan sekitar 1120-1175, penggunaan zircon dalam komposisi engobe membantu membentuk lapisan yang mengalami proses tervitrifikasi sebagian. Hal ini membuat engobe menjadi lebih padat dan kuat, sehingga meningkatkan ketahanan terhadap aus. Selain itu, kehadiran zircon juga berkontribusi pada daya lekat *adhesion* engobe terhadap permukaan keramik, menghasilkan ikatan yang lebih kuat antara lapisan engobe dan tubuh keramik, sehingga lapisan dekorasi menjadi lebih tahan lama dan tidak mudah terkelupas. Selain itu material zirconium memiliki ketahanan yang tinggi terhadap reaksi kimia dengan oksida igmen pada saat proses pembakaran sehingga mampu menjaga kestabilan warna dekoratif pada permukaan keramik.(Comfort et al., 2024). Selain itu material zirconium juga bisa digunakan untuk bahan baku pembuatan glasire dan akan memberikan karakteristik pada keramik opasita yang tinggi sehingga tidak tembus Cahaya.

Zirconium, khususnya dalam bentuk zircon ($ZrSiO_4$), dapat digunakan baik sebagai komponen dalam lapisan engobe maupun glasire karena sifat fungsionalnya yang serbaguna. Dalam engobe, zirconium berfungsi sebagai bahan opak yang menutupi warna dasar keramik, memperkuat intensitas dekorasi, serta membentuk permukaan yang halus dan padat berkat ukuran partikelnya yang sangat halus. Sifat reologi yang stabil dan densitas tinggi juga membuatnya mudah diaplikasikan dan menghasilkan lapisan engobe yang kuat serta tahan cacat. Sementara itu, dalam glasir, zircon digunakan untuk menciptakan efek opak atau satin, meningkatkan kekuatan mekanik, dan menjaga kestabilan warna dekorasi karena sifatnya yang inert terhadap reaksi kimia selama pembakaran. Stabilitas termal dan bentuk fisiknya yang mudah ditangani juga menjadikan zircon pilihan ideal dalam kedua aplikasi tersebut, baik sebagai pelapis dasar maupun pelapis akhir pada produk keramik.

8. Pasir Silika

Tabel 2.7.14 Parameter Bahan Baku Pasir

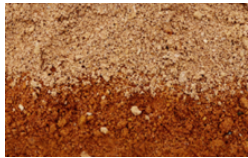
Parameter	Material Pasir	Identifikasi Bahaya	Gambar
Warna Fisik	Putih	 Dapat menyebabkan kanker jika terhirup.	
Bentuk Fisik	Powder		
Density (g/L)	1770 – 1820		
Viskositas	25-60		
Residu 200#	Max 0%		
Residu 325#	Max 1%		

Hasil Bakar Opaq
Residu 60# -
Temperature -

Pasir, yang umumnya berupa silika halus atau pasir kuarsa, digunakan sebagai bahan tambahan dalam formulasi engobe maupun glaze pada keramik, tergantung pada kebutuhan desain dan karakteristik akhir yang diinginkan. Berdasarkan data teknis seperti warna putih, bentuk fisik serbuk, berat jenis tinggi (1770–1820 g/L), dan viskositas sedang (25–60 cP), pasir ini menunjukkan kualitas yang sesuai untuk membentuk lapisan pelapis yang stabil dan homogen. Pada engobe, pasir berfungsi sebagai sumber utama silika (SiO_2) yang membantu memperkuat struktur lapisan, meningkatkan adhesi antara *body* keramik dan lapisan glaze, serta menyamakan koefisien muai panas (CTE) untuk mencegah retak saat pembakaran. Selain itu, hasil bakar pasir yang opak turut mendukung sifat visual engobe agar tidak tembus cahaya, menghasilkan lapisan penutup yang merata. Sementara itu, dalam aplikasi glaze, pasir berperan sebagai pembentuk struktur kaca (glass former) utama. Kandungan silikanya berkontribusi dalam pembentukan lapisan glaze yang keras, halus, dan tahan terhadap goresan maupun bahan kimia. Karakter opak dari pasir ini juga membantu dalam meningkatkan sifat opasifikasi pada glaze, yang penting untuk menutupi *body* keramik atau menciptakan efek visual tertentu. Spesifikasi teknis seperti residu maksimal 1% pada ayakan 325 mesh menunjukkan bahwa pasir ini sangat halus, sehingga meminimalkan risiko cacat seperti pinhole, blister, atau permukaan kasar setelah proses pembakaran. Secara keseluruhan, penggunaan pasir dengan standar tersebut mendukung pembentukan lapisan engobe atau glaze yang stabil, padat, halus, dan estetik, sekaligus meningkatkan ketahanan fisik serta kimiawi dari permukaan keramik.

9. Clay

Tabel 2.7.15 Parameter Bahan Baku Clay

Parameter	Material Clay	Identifikasi Bahaya	Gambar
Warna Fisik	Coklat		
Bentuk Fisik	Oval		
	1770 -		
Density (g/L)	1820		
Viskositas	25-60		
Residu 200#	-	Not	
Residu 325#	-	identified	
Hasil Bakar	Opaq	bahaya	
Residu 60#	-		
Temperature	-		

Clay merupakan material mineral yang terutama terdiri dari silikat aluminium hidrat, dengan struktur lapisan yang terdiri dari lembaran-lembaran tetrahedral silika (SiO_4) dan oktahedral alumina (AlO_6). Struktur ini memberikan clay sifat plastisitas yang tinggi ketika dicampur dengan air, memungkinkan pembentukan *slurry* (campuran cairan) yang homogen dan stabil. ketika clay dicampur dengan air membentuk suspensi koloidal

di mana partikel clay terdispersi dan membentuk jaringan tiga dimensi yang saling berinteraksi. Struktur ini memberikan sifat viskositas dan tackiness sehingga *slurry* engobe dapat diaplikasikan merata pada permukaan keramik tanpa melorot atau menggumpal. Clay juga berperan dalam mengatur kepadatan (density) *slurry* yang penting agar penyebaran engobe di permukaan menjadi optimum. Clay mampu menahan tegangan internal dengan memperkuat ikatan antar partikel sehingga engobe tidak mudah retak atau mengelupas saat proses pengeringan dan firing. Selain itu clay mengalami transformasi mineralogi pada suhu pembakaran yang dapat meningkatkan kekuatan mekanik engobe dan daya ikatnya pada substrat keramik. Clay memiliki koefisien ekspansi termal yang relatif cocok dengan badan keramik (substrat). Hal ini membuat engobe yang mengandung clay lebih kompatibel selama siklus pemanasan (firing) sehingga menghindari distorsi dan retak akibat mismatch ekspansi termal antara engobe dengan substrat dan glaze. Di sini clay bertindak sebagai bahan plastis dan pembentuk kerangka mati (binder) dalam engobe (Pahlavani, 2017).

10. STPP

Tabel 2.7.16 Parameter Bahan Baku STPP

Parameter	Material STPP	Identifikasi Bahaya	Gambar
Nama kimia	Sodium Tripolyphosphate	 - Menyebabkan iritasi mata serius - Dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan - Toksisitas organ target spesifik (paparan tunggal)	
Rumus Kimia	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$		
Warna	Putih		
Bentuk fisik	Powder		
Kemurnian	> 94%		
pH	09-10		
Zat tidak larut air	< 0,1%		
Kadar Fe	< 0,015%		
Kadar Ca+Mg	< 0,1%		
Densitas g/L	0,7-1		
Ukuran	250 μm		

Material *sodium tripolyphosphate* merupakan bahan aditif berupa deflocculant yang ditambahkan dalam campuran engobe dan glase pada industri keramik dalam jumlah kecil sebesar 0,3 wt%. Partikel-partikel kecil di dalam suspensi cenderung saling tarik-menarik dan menggumpal (flocculation), yang membuat suspensi menjadi kurang homogen dan sulit diaplikasikan secara merata pada keramik. Dalam komposisi engobe dan glaze ada penambahan bahan yaitu silika, bahan tersebut dapat meningkatkan kecenderungan

aglomerasi atau penggumpalan partikel sehingga *sodium tripolyphosphate* berfungsi untuk mengurangi flokulasi partikel dengan membantu memisahkan partikel-partikel ini memberikan muatan negatif tambahan pada permukaan partikel, sehingga partikel saling tolak-menolak. Kemudian dapat juga digunakan untuk Meningkatkan stabilitas suspensi dengan menghambat pembentukan aglomerat partikel, sehingga mencegah terjadinya pengendapan atau penggumpalan selama proses pengolahan glaze dan engobe. *Sodium tripolyphosphate* berfungsi untuk menjaga viskositas slip untuk engobe dan glaze harus memiliki kekentalan yang sesuai agar mudah diaplikasikan. *sodium tripolyphosphate* dapat meningkatkan konsistensi dan kualitas pelapisan sehingga dengan keberadaan material tersebut slip engobe dan juga glaze akan stabil sehingga hasil pelapisan akan seragam tanpa cacat seperti pori-pori besar atau retak akibat penggumpalan partikel (El-Didamony et al., 2020)

11. CMC

Tabel 2.7.17 Parameter Bahan Baku CMC

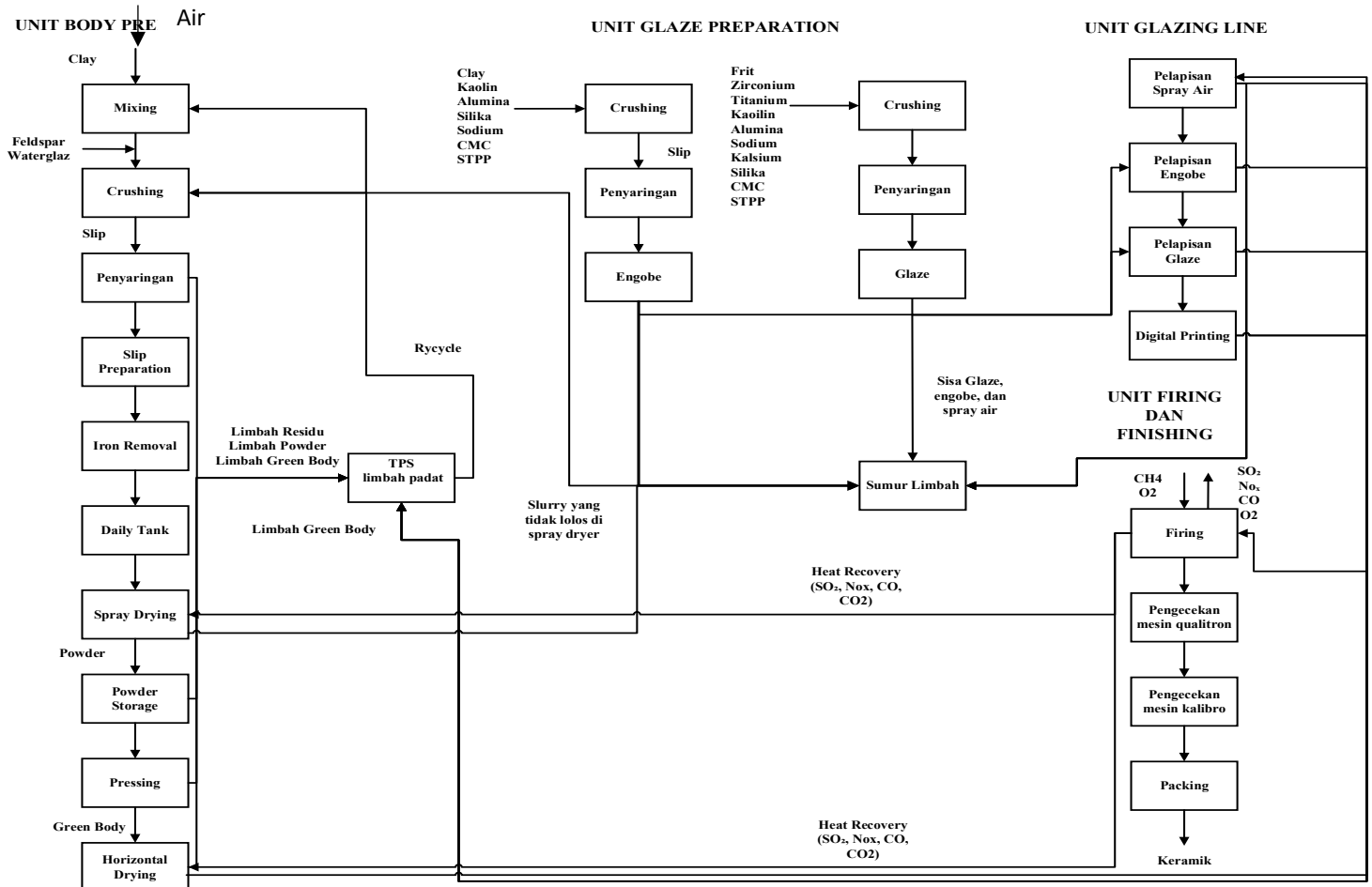
Parameter	Material	Identifikasi Bahaya	Gambar
	CMC		
Nama kimia	Carboxymethyl Cellulose		
Rumus Kimia	$[C_6H_7O_2(OH)_2CH_2COONa]_n$	 Bersifat iritan apabila terjadi kontak dengan mata, kulit, tertelan dan terhirup	
Warna	Putih hingga krem		
Bentuk fisik	Powder		
Kemurnian	> 99%		
pH	6-8,5		
Zat tidak larut air	< 1%		
Kadar Na	6-12%		
Kadar Cl	<1%		
Densitas g/cm ³	0,5-0,7		
Ukuran	60 - 200 μm		

Carboxymethyl Cellulose (CMC) berperan penting dalam formulasi glaze keramik dengan berbagai fungsi krusial. Senyawa ini meningkatkan suspensi dengan membentuk jaringan koloidal dalam air yang mampu menjaga partikel padat seperti feldspar, kaolin, frit, dan pigmen pewarna tetap tersebar merata, sehingga mencegah pengendapan selama pengaplikasian glaze dan engobe. Selain itu, CMC memperbaiki daya rekat glaze dan engobe terhadap permukaan keramik sehingga mengurangi risiko pengelupasan selama proses pembakaran. CMC juga mengatur sifat reologi glaze dan engobe dengan menciptakan keseimbangan antara viskositas dan kelenturan, menjadikannya mudah diaplikasikan melalui penyemprotan tanpa menetes atau menggumpal. Efektivitas CMC bahkan dapat dicapai pada dosis rendah, sekitar 0,1%, baik dalam bentuk larutan maupun

bubuk yang telah dilarutkan. Kombinasi sifat-sifat ini membuat CMC menjadi aditif yang efisien, ramah lingkungan, dan mudah dikendalikan dalam proses produksi keramik.

2.8 Proses Produksi

F



2.8.1 Body Preparation

Pada proses produksi *body* preparation dimulai dengan kedatangan bahan baku dari supplier. Kemudian bahan baku akan ditampung di PDM (*product data management*). Untuk material seperti clay akan masuk melalui alat turbo frantumo perry untuk diproses dimixer dengan campuran air dan juga water glass. Tujuan material seperti clay *dimixing* terlebih dahulu dengan air ialah untuk membentuk material yang *slurry* dan homogen sehingga akan meningkatkan efisiensi proses *crushing* dan juga meminimalkan konsumsi energi di ball mill. Sedangkan material seperti feldspar akan dimasukkan kedalam ball mill langsung dan dicampur dengan material clay yang sudah di *mixing* dengan tambahan air dan juga *waterglass*. *Waterglass* ditambahkan sebagai dispersing agent untuk mencegah partikel menggumpal

LAPORAN MAGANG PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

dengan cara mengurangi gaya tarik antarpartikel. Hal tersebut menyebabkan energi tumbukan dari bola alumina di ball mill lebih efektif menghancurkan partikel, sehingga hasilnya lebih halus dan merata. *Waterglass* juga berperan dalam pecampuran material clay dan feldspar secara merata clay yang sebelumnya *dimixing* dicampur dengan air akan bersifat plastis sedangkan material feldspar bersifat non-plastis sehingga lebih berat dan lebih mudah untuk mengendap. *Waterglass* akan memberikan muatan negatif di permukaan partikel sehingga partikel saling tolak-menolak dan tetap tersebar merata. Dengan begitu campuran material clay dan feldspar tidak akan mengendap dan lebih homogen sehingga penambahan *waterglass* akan membuat proses crushing lebih efisien dan hasil yang konsisten. *Waterglass* berperan sebagai zat aditif serta penambahan harus sesuai dengan standard dimana tidak boleh melebihi 1,2%. Batas maksimal 1,2% penambahan *waterglass* ialah menjaga stabilitas *rheology* apabila kelebihan *waterglass* akan menyebabkan peningkatan viskositas secara signifikan yang nantinya akan menghambat proses crushing di ball mill karena efisiensi tumbukan bola alumina terhadap partikel menurun. Sebelum proses crushing di ball mill akan di cek *rheology* dari kualitas batu dan juga material harus tepat, dan juga ukuran batu harus bervariasi agar proses crushing berjalan dengan

Ball mill bekerja berdasarkan prinsip tumbukan dan gesekan, di mana alat ini terdiri dari silinder berputar yang berisi bola-bola alumina sebagai media penghancur serta material yang akan direduksi ukurannya. Dalam prosesnya, silinder diputar dengan kecepatan tertentu sehingga bola-bola di dalamnya terangkat dan kemudian jatuh menumbuk material, menghasilkan gaya tumbuk dan gesek yang efektif dalam memperkecil ukuran partikel. Efisiensi penggilingan sangat dipengaruhi oleh kecepatan putar silinder, rasio bola terhadap material, serta waktu operasi, dan harus dioperasikan mendekati kecepatan kritis agar tumbukan maksimal dapat terjadi. Kecepatan putar di ball mill yaitu 1500-1700 rpm dan dioperasikan selama 4 jam. Jenis bola yang digunakan yaitu batu alumina. Dalam sistem ball mill, bola-bola penggiling dapat bergerak dalam tiga pola utama, yaitu *sliding*, *cascading*, dan *catacting*. Pada kecepatan rendah, bola hanya menggelinding di dasar drum (*sliding*), menghasilkan gaya geser yang rendah dan efisiensi penghancuran yang buruk. Saat kecepatan meningkat, bola mulai terangkat sebagian dan jatuh perlahan (*cascading*), menghasilkan kombinasi gaya geser dan tumbukan sedang. Pada kecepatan yang lebih tinggi, bola terangkat lebih tinggi dan jatuh bebas akibat gravitasi (*catacting*), menghasilkan gaya tumbukan yang besar dan efisien dalam menghancurkan partikel keras seperti feldspar. Sehingga kecepatan putar ball mill 1500–1700 rpm dipilih karena berada pada zona optimal antara *cascading* dan *catacting*. Pada rentang ini, bola penggiling terangkat dan jatuh kembali akibat gaya gravitasi, menghasilkan tumbukan yang kuat dan efisien terhadap partikel. Secara teknik kimia, kondisi ini mendekati kecepatan kritis, yaitu kecepatan maksimum di mana bola masih bisa jatuh dan menghantam material. Jika kecepatannya terlalu rendah, bola hanya menggelinding (*sliding*) sehingga gaya tumbukan lemah. Sebaliknya, jika terlalu tinggi, bola menempel di dinding akibat gaya sentrifugal dan kehilangan efek tumbukan. Oleh karena itu, kisaran 1500–1700 rpm memberikan efisiensi penghancuran optimal, menghasilkan distribusi ukuran partikel yang seragam, serta menjaga stabilitas proses crushing. Dengan pengoperasian crushing di ball mill

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

selama 4 jam ialah durasi yang cukup. Karena tingkat waktu proses crushing sangat mempengaruhi tingkat halus partikel dan distribusi ukuran akhir. Crushing yang dilakukan dengan rentang waktu dibawah 4 jam akan menyebabkan proses crushing tidak optimal karena masih terdapat material yang belum ke crushing secara optimal sehingga ukuran partikel masih besar. Jika melebihi 4 jam maka akan terjadi over crushing menyebabkan partikel terlalu halus sehingga dapat terjadi aglomerasi. Partikel yang terlalu halus cenderung saling menempel dan membentuk gumpalan kecil (aglomerat). Aglomerasi tersebut dapat menyebabkan distribusi ukuran partikel menjadi tidak merata sehingga berpengaruh terhadap homogenitas material.

Output dari ball mill ialah berupa slip akan dimasukkan kedalam slip-tank dengan tujuan untuk membuat slip lebih homogen, dimana komponen seperti clay, feldspar serta berbagai bahan aditif akan tercampur lebih merata. ebelum memasuki slip tank, slip tersebut terlebih dahulu melewati serangkaian saringan getar (*vibrating screen*) dengan ukuran mesh 80/90#. Slip tersebut terlebih dahulu dialirkan melalui serangkaian saringan getar (*vibrating screen*) dengan ukuran mesh 80/90#, yang berfungsi untuk memisahkan partikel berdasarkan ukuran sebelum memasuki tahap proses berikutnya. Dalam proses ini, vibrating screen bekerja dengan menghasilkan getaran mekanis pada permukaan ayakan, sehingga partikel slip mengalami pergerakan dan tersebar di atas layar. Partikel yang berukuran lebih kecil dari bukaan mesh (*undersize*) akan melewati ayakan dan digunakan dalam proses selanjutnya, sementara partikel berukuran lebih besar (*oversize*) akan tertahan di permukaan ayakan dan dipisahkan untuk diolah kembali atau dibuang. Penggunaan mesh 80/90# memungkinkan pemisahan yang lebih selektif, sehingga hanya partikel halus dengan ukuran yang diinginkan yang dapat lolos dari proses penyaringan ini (Susanto et al., 2021). Proses penyaringan ini berfungsi untuk mengeliminasi kontaminan seperti partikel berukuran besar dan material organik yang tidak diinginkan, yang dapat menyebabkan cacat (*defect*) pada produk akhir keramik. Dengan penyaringan ini, kualitas slip menjadi lebih terkontrol, dan karakteristik rheologi slip pun lebih stabil untuk proses selanjutnya yaitu dialirkan ke slip tank. Slip tank merupakan sebuah tangki yang digunakan untuk menampung serta menyimpan slip. Slip tank biasanya dilengkapi dengan agitator yang berfungsi untuk menjaga agar partikel padat dalam slip tetap terdispersi secara merata dalam cairan. Hal ini penting agar komposisi tetap homogen dan tidak terjadi pemisahan fasa antara padatan dan cairan. Pengadukan terus-menerus atau berkala juga mencegah partikel padat mengendap di dasar tangki, yang dapat menyebabkan kualitas slip menjadi tidak konsisten.

Slip yang tersimpan di Slip-tank selanjutnya akan dimasukkan kedalam Daily-tank yang mana proses tersebut akan melewati alat Iron-Remover yang berfungsi untuk mengurangi kadar zat besi dalam slip guna meminimalisir defect yang timbul indikasi dari kontaminasi zat besi. Iron remover merupakan sebuah bejana tertutup bertekanan terdapat media filter seperti pasir silikia ataupun magnet. Pada pengolahan slip medi manganetik lebih sering digunakan karena dapat menarik partikel-paertikel besi yang tersuspensi dalam slip. Proses ini dilakukan secara kontinu saat slip dialirkan dari slip tank menuju daily tank, sehingga kandungan besi dapat dikendalikan pada batas minimal. Keberadaan zat besi dalam slip dapat menyebabkan sejumlah cacat pada produk keramik, seperti munculnya noda titik hitam (*black spot*),

LAPORAN MAGANG PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

perubahan warna hasil bakar, atau ketidakraturan pada permukaan glasir. Oleh karena itu, proses penyisihan logam besi merupakan tahapan krusial dalam menjamin homogenitas dan kemurnian slip, serta untuk memastikan konsistensi mutu produk keramik akhir. Dengan adanya tahapan penyaringan melalui *Iron Remover*, slip yang masuk ke dalam daily tank berada dalam kondisi yang lebih stabil (Karyadi & Suseno, 2019). Parameter operasional pada alat *Iron Remover* ditampilkan melalui panel digital. Masing-masing parameter memiliki fungsi spesifik dalam mendukung proses penyisihan zat besi dari slip keramik secara optimal. Parameter tersebut antara lain *Exclude Iron Time* selama 1500 detik sebagai durasi aktif medan magnet untuk menarik partikel besi dari slip, serta *Recovery Raw Material Time* selama 250 detik untuk mengembalikan slip bernilai ekonomis yang tertahan. Setelah proses pemisahan, sistem mengalami jeda *Delayed Wash* selama 120 detik sebelum pembilasan otomatis dimulai, diikuti dengan *Down Time* selama 150 detik sebagai waktu istirahat alat. Selain itu, terdapat pengaturan *Down Frequency* dan *Rinse Frequency* masing-masing sebanyak 3 kali per siklus untuk menjaga stabilitas dan kebersihan sistem, serta *Interval Flush* yang mengatur jeda antar proses bilas otomatis agar penyaring bebas dari akumulasi kontaminan.

Daily tank merupakan unit penampung antara (*intermediate storage tank*) yang berfungsi untuk menyimpan slip keramik setelah melalui proses homogenisasi di slip tank dan tahapan penyaringan zat besi melalui *Iron Remover*. Daily tank berfungsi sebagai tangki penyangga (*buffer tank*) yang menyeimbangkan antara output slip dari proses upstream (penggilingan dan penyaringan) dan kebutuhan slip secara real-time di proses downstream (pencetakan). Ini mencegah terjadinya kekosongan bahan saat proses produksi berlangsung secara terus-menerus. Daily tank dilengkapi dengan sistem agitator atau pengaduk yang bekerja secara kontinu atau berkala untuk mencegah terjadinya sedimentasi partikel padat seperti kaolin, clay, feldspar, dan lain-lain yang terdapat dalam slip. Dengan begitu, kualitas slip tetap seragam dari segi distribusi partikel, densitas, dan viskositas. Setelah slip melewati *Iron Remover*, daily tank berfungsi menjaga kestabilan viskositas dan densitasnya sebelum dipakai langsung di proses cetak. Stabilitas ini penting untuk menghasilkan produk keramik yang bebas cacat seperti black spot, porositas, atau inkonsistensi permukaan.

Untuk proses berikutnya, slip yang ada di Daily-tank di distribusikan menuju spray dryer melalui PPB (*Piston Pump Bosch*) dengan tekanan pompa di angka 14-20 bar. Prinsip kerja dari *piston pump bosch* berdasarkan gerakan bolak-balik piston di dalam ruang silinder. Ketika piston menarik ke belakang, fluida slip masuk melalui katup isap akibat penurunan tekanan (*suction stroke*). Saat piston mendorong ke depan, tekanan meningkat dan slip terdorong keluar melalui katup tekan (*discharge stroke*). Siklus ini berulang, sehingga menciptakan aliran fluida ke arah spray dryer secara terus-menerus (Safardiansyah & Nurrohkayati, 2024). Tekanan ini diperlukan untuk mendorong slip menuju sistem penyemprotan (atomisasi).

Slip bertekanan kemudian disemprotkan ke dalam ruang pengering (*drying chamber*) yang memiliki suhu udara panas berkisar antara 500–600°C. Di dalam ruang ini, slip yang telah teratomisasi membentuk butiran kecil (*droplets*) akan segera mengalami penguapan air secara cepat karena kontak langsung dengan udara panas. Hasilnya adalah partikel padat berbentuk

bubuk (powder) dengan kadar air akhir yang dikontrol pada kisaran 5,5–7,5%, sesuai kebutuhan proses selanjutnya seperti pressing atau shaping. Sistem spray dryer ini dilengkapi dengan 8 batang saluran utama (stick) sebagai jalur distribusi slip menuju ruang semprot. Setiap stick terhubung dengan 3 nozzle, sehingga total terdapat 24 nozzle yang berfungsi untuk menyemprotkan slip secara merata ke dalam ruang dryer. Konfigurasi ini dirancang untuk memastikan atomisasi optimal, distribusi panas yang merata, serta pembentukan partikel bubuk yang seragam baik dalam ukuran maupun kelembapannya. Proses ini sangat krusial dalam menjamin kualitas fisik dan reaktivitas bubuk keramik, karena kelembapan akhir dan morfologi butiran sangat memengaruhi kinerja cetak (pressability), kepadatan, dan hasil akhir produk keramik. Untuk output yang dihasilkan oleh Spray Dryer selanjutnya akan dimasukkan kedalam tempat penyimpanan yang dinamakan Silo dimana tempat ini punya dimensi besar yang mana bertujuan untuk mensupply press guna kontinuitas proses produksi.

2.8.2 Proses Pressing

Pada proses pressing menggunakan alat mesin press hidrolik. Mesin press hidrolik merupakan salah satu alat dalam unit operasi mekanik yang bekerja berdasarkan prinsip hukum pascal, yaitu bahwa tekanan pada fluida inkompresibel dalam sistem tertutup akan diteruskan secara merata ke segala arah. Dalam sistem ini, digunakan oli hidrolik sebagai media transmisi tekanan. Oli dialirkan dari tangki ke dalam silinder menggunakan pompa hidrolik. Tekanan dari oli ini mendorong piston ke bawah, sehingga menghasilkan gaya tekan yang besar untuk memadatkan atau membentuk material padat yang berada di area kerja mesin. Tekanan dari piston disalurkan ke bagian atas yang disebut moving crossbeam, yang bergerak vertikal untuk memberikan tekanan langsung pada benda kerja.

Teknik pressing bubuk mencakup tiga tahap utama yaitu pengisian cetakan dengan bubuk, pemadatan menggunakan tekanan mekanis, dan pengeluaran *body tile* dari cetakan. Di unit *body preparation*, bubuk keramik yang telah melalui proses spray drying akan membentuk granula bulat berukuran 100-200 μm dengan kandungan aditif organik seperti binder, plastisizer, dan pelumas yang berfungsi meningkatkan alir dan deformasi. Dalam sistem pressing ini, bubuk keramik terlebih dahulu disimpan didalam silo press untuk menjaga kontinuitas proses dan homogenitas material. Selanjutnya, bubuk ditransfer melalui hopper ke dalam filler box, lalu didistribusikan bubuk (die-fill density) menjadi sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap kepadatan akhir dan bebas cacatnya produk. Setelah cavity terisi lower punch (crossbeam) melakukan tahap pemadatan yaitu first pressing pada tekanan rendah (60-80 bar) yang bertujuan untuk mengatur orientasi dan penataan partikel serta mengeluarkan udara terperangkap (void gas) untuk menghindari porositas internal yang merusak sifat mekanik green *body*. Tahap ini termasuk dalam rentang awal teori cold compaction stage I-II, Dimana partikel mengalami rearrangement dan deformasi plastis.

Tahap kedua, multiplier pressing pada tekanan 300-350 bar, memastikan densitas bulk yang tinggi, mengurangi ruang pori, serta mencapai ketebalan dan kekuatan green *body* yang sesuai standar. Tekanan tinggi ini memperkuat kohesi antar partikel melalui kerja plastic deformation dan cold isostatic-like effect. Model elasto plastic juga menjelaskan peningkatan modulus elastisitas green *body* sering densifikasi. Setelah dicetak, *body tile* melewati

pembersihan dengan sikat dan rotary brush untuk menghilangkan sisa powder, mengurangi kontaminasi permukaan dan memastikan kualitas untuk tahap selanjutnya. Kemudian tile dibalik 180 C dan dipindahkan ke horizontal dryerr, Dimana air bebas diuapkan secara homogen guna meminimalkan deformasi saat sintering.

2.8.3 Proses Drying

Pada proses drying menggunakan alat horizontal yang berfungsi untuk menghilangkan kadar air atau pelarut dari bahan padat dengan pemanasan tidak langsung gmenggunakan aliran udara panas. Proses ini berjalan secara kontinu, dengan perpindahan panas secara konduksi dan konveksi. Horizontal dryer bekerja pada suhu yang dikontrol. Energi panas akan diserap oleh material sehingga air atau pelarut di dalamnya menguap dan dibawa oleh aliran udara ke sistem kondensor. Proses pengeringan pada horizontal dryer ini memanfaatkan peningkatan suhu untuk mengurangi kelembapan atau meningkatkan densifikasi material. Proses pengeringan diawali dari inlet conveyor, Dimana *green body* yang basah dengan kadar air sekitar 5-8% yang baru keluar dari mesin press dimasukkan kedalam dryer. Posisi *green body* dijaga tetap stabil agar tidak mengalami deformasi atau retak selama proses pengeringan. Tahap berikutnya adalah zona pemanasan awal (preheating zone), Dimana udara panas dengan suhu sekitar 90 °C mulai dialirkan secara horizontal atau doagonal melalui blower. Pada tahap ini, penguapan air dimulai secara perlahan untuk mencegah terjadinya retak akibat pengeringan mendadak. Selanjutnya *green body* bergerak menuju zona pengeringan utama, yang terdiri dari dua tahap, yang pertama pada suhu 155 °C, dan kedua pada suhu puncak 175 C. Di zona ini, penguapan air berlangsung lebih intensif. Suhu yang tinggi namun terkontrol ini bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan tanpa menyebabkan deformasi pada permukaan atau *green body*. Setelah melewati suhu puncak, *green body* , *green green body* didinginkan secara bertahap dizona transisi dengan suhu 150 C, kemudian memasuki zona pendinginan akhir pada pendinginan akhir pasa suhu 90 C. Penurunan suhu secara bertahap ini penting untuk mencegah terjadinya shock thermal yang dapat menyebabkan keretakan halus atau cacat pada *green body*. Rangkaian suhu ini menciptakan kurva pengeringan yang efisien dan stabil, menjaga integritas structural *green body* hingga mencapai kadar air akhir 0.9 – 1%. Dengan control suhu dan kelembapan yang presisi , horizontal dryer memastikan bahwa *green body* siap untuk diproses ke tahap berikutnya.

Suhu kiln 1135 1152

2.8.4 Glaze dan engobe Preparation

Sebelum dilakukan proses penggilingan pada ball mill, bahan – bahan yang digunakan untuk pembuatan glaze dan engobe terlebih dahulu ditimbang secara cermat berdasarkan komposisi formulasi yang telah ditentukan. Penimbangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen memiliki proporsi yang tepat sehingga sifat kimia dan fisik dari slip yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan. Komposisi slip sangat memengaruhi karakteristik akhir dari produk keramik seperti warna, kilap, viskositas, dan ketahanan termal. Kesalahan dalam penimbangan dan pencampuran bahan baku dpaat menyebabkan dalam penimbangan dan pencampuran bahan baku dapat menyebabkan cacat profduk seperti glaze yang retak atau tidak menyatu sempurna pada permukaan keramik.

LAPORAN MAGANG

PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Salah satu komponen penting dalam tahap ini adalah engobe, yaitu lapisan slip tanah liat cair yang diaplikasikan pada permukaan ubin sebelum proses glazing. Engobe memiliki beberapa fungsi utama, antara lain untuk menyamarkan warna dan kekurangan pada ubin, meningkatkan daya rekat glasir, serta memberikan perlindungan terhadap kelembapan. Agar dapat berfungsi dengan baik, engobe harus diformulasikan secara tepat agar kompatibel selama proses pengeringan dan pembakaran dengan badan ubin maupun glasir. Bahan – bahan utama engobe dan glaze memberikan kontribusi tersendiri. Tanah liat berperan penting dalam memberikan sifat reologi yang baik seperti viskositas dan densitas, serta memiliki kemampuan membentuk komposisi tanah liat – air dan mempertahankan bentuk selama proses pengeringan dan pembakaran . Jenis clay juga mempertahankan bentuk selama proses pengeringan dan pembakaran. Jenis clay juga menentukan kekuatan ikat.

Silikon oksida ditambahkan untuk memperbaiki kehalusan permukaan ubin setelah dipanaskan , meskipun kandungan yang terlalu tinggi dapat menurunkan opasitas pada engobe. Silikat zirconium digunakan untuk meningkatkan densitas engobe dan menghasilkan permukaan ubin yang lebih cerah dan buram. Alumina meningkatkan kecerahan dan kehalusan permukaan, Dimana kombinasi minimal 1% alumina dan 46% silicon oksida dapat menciptakan permukaan ubin yang lebih halus. Sementara itu, Frit ditambahkan untuk menurunkan titik leleh engobe agar lebih mudah meleleh saat pembakaran, meskipun perlu diperhatikan bahwa koefisien ekspansi termalnya tinggi dapat menyebabkan permukaan ubin lebih cekung. Talc juga digunakan untuk menurunkan titik leleh engobe dan meningkatkan daya serap air ubin yang menjadi factor penting dalam standar kualitas ubin. Setelah bahan ditimbang, proses penggilingan menggunakan ball mill yang berfungsi untuk memperhalus partikel bahan baku secara homogen dalam bentuk suspensi cair. Di bagian glaze preparation terdapat 9 unit ball mill dengan kapasitas berbeda yaitu tiga unit(nomor 1, 2, 3) berkapasitas 2,5 ton, lima unit (nomor 4 sampai 7) berkapasitas 1 ton, serta dua unit lagi (nomor 8 dan 9) yang juga berkapasitas 2,5 ton.

Proses penggilingan dilakukan secara basah (wet millimh) karena lebih efisien dalam menurunkan ukuran partikel serta menjaga homogenitas campuran. Penggilingan basah menggunakan ball mill mampu menghasilkan distribusi partikel halus yang lebih merata, penting untuk stabilitas slip. Waktu penggilingan disesuaikan dengan aplikasinya, Dimana glaze membutuhkan waktu sekitar 15 jam, sedangkan engobe sekitar 12 jam. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan kekerasan bahan, glaze biasanya mengandung bahan keras bahan kera seperti frit yang membutuhkan waktu penggilingan lebih lama dibanding engobe. Setelah penggilingan selesai, slip hasil milling akan disaring menggunakan vibrating screen untuk menghilangkan partikel kasar atau kotoran yang mungkin masih tersisa. Proses penyaringan ini sangat penting karena kotoran yang tidak tersaring dapat menyebabkan cacat pada permukaan ubin seperti pinhole atau bitnik. Vibrating screen tipe flip flow sangat efektif dalam menyaring partikel halus dari suspensi keramik, dengan efisiensi mencapai lebih dari 97%. Setelah penyaringan, slip kemudian dialirkan ke dalam ressevoir sebagai tempat penyimpanan sementara. Di bagian glaze preparation terdapat 12 unit ressevoir yang digunakan sesuai kebutuhan produksi untuk menampung slip glaze maupun engobe.

2.8.5 Glazing Line

Proses terakhir adalah transfer slip ke bagian produksi atau glazing line, yang terdiri dari beberapa jalur (line 1 sampai line 4). Slip ditransfer menggunakan sistem pipa yang terhubung antara ressefoir dan tangki penampungan pada jalur produksi. Transfer dilakukan berdasarkan instruksi dari bagian produksi agar glaze maupun engobe siap digunakan sesuai kebutuhan. Sistem ini memungkinkan proses pemberian lapisan ke permukaan ubin dilakukan secara efisien dan terus-menerus. Sebagai inovasi berkelanjutan dalam pengembangan bahan baku engobe, limbah kaca farmasi dapat digunakan sebagai substitusi Sebagian bahan engobe. Dalam formulasi hingga 30%, kaca daur ulang tersebut dapat meningkatkan sifat lelehan dan mengurangi konsumsi bahan baku konvensional seperti kaolin dan silika, sekaligus mendukung prinsip circular economy dan pengurangan limbah industry. Secara keseluruhan, proses glaze preparation.

Dalam unit glazing line, terdapat tiga tahapan penting dalam proses pelapisan keramik sebelum memasuki proses pembakaran (firing). Pertama, permukaan keramik disemprot dengan air (pre-wetting) menggunakan sistem spray. Proses ini penting untuk mengatur kelembapan permukaan ubin agar daya rekat antara badan keramik dengan lapisan engobe dan glaze dapat meningkat, serta menghindari cacat seperti pengelupasan atau retak akibat perbedaan penyusutan. Kedua, keramik dilapisi dengan engobe dan kemudian glaze. Engobe berfungsi sebagai lapisan dasar penutup pori-pori dan pemberi warna dasar, sementara glaze memberikan sifat mengkilap, kedap air, dan meningkatkan daya tarik visual. Ketiga, keramik akan masuk ke mesin digital printing untuk dicetak motif sesuai desain. Setelah itu, bagian bawah keramik yang tidak terkena proses printing akan dilapisi dengan engobe under-tile, yaitu engobe yang khusus diformulasikan untuk bagian belakang keramik. Pelapisan ini berguna untuk menjaga keseimbangan termal dan mencegah deformasi selama proses pembakaran di kiln, karena distribusi lapisan yang merata antara atas dan bawah dapat mengurangi risiko lengkung atau cembung. Setelah ketiga tahapan pelapisan selesai, keramik kemudian dimasukkan ke dalam kiln untuk dibakar pada suhu tinggi guna memperoleh kekuatan akhir dan daya tahan yang optimal.

2.8.6 Pembakaran

Alur proses pembakaran keramik dalam kiln terdiri dari tiga tahap utama yaitu preheating, firing, cooling, yang semuanya berlangsung secara berurutan dalam sistem kiln terintegrasi. Masing – masing tahapan ini berkontribusi terhadap sifat akhir ubin keramik, seperti kekuatan mekanik, kerapatan, serta ikatan antara *body* dan glaze. Pada tahap pre heating, suhu berada pada rentang 500 – 900 C dan fungsi utamanya adalah menghilangkan uap air bebas (surface water) serta zat volatile yang tersisa pada keramik. Di dalam bagian ini terdapat komponen penting seperti chimney air fan dan chimney thermocouple. Chimney air fan berfungsi untuk mengatur sirkulasi udara dan mengeluarkan gas buang dari kiln agar tidak terjadi kontaminasi suhu dan tekanan, sedangkan thermocouple digunakan untuk mengontrol temperatur kiln secara presisi.

Selanjutnya, pada tahap firing, suhu dinaikkan hingga puncaknya di kisaran 1.100–1.180 °C. Pada suhu ini terjadi reaksi intensif antara lapisan glaze dan engobe, serta penyatuan

akhir dengan *body tile*. Tile dibakar oleh burner-burner yang terdapat di zona ini (top firing), yang menghasilkan energi panas cukup tinggi untuk mencairkan glaze dan memungkinkan terjadinya sintering di seluruh permukaan ubin. Proses ini juga menyebabkan penyusutan (shrinkage) pada dimensi tile karena air pembentuk menguap dan struktur mineral mengkristal lebih rapat.

Secara kimia, selama proses firing ini, engobe dan glaze mengalami transformasi besar. Engobe yang biasanya terdiri dari campuran tanah liat (seperti kaolin, bentonit, ball clay) serta bahan tambahan seperti silikat zirkonium, silikon oksida, alumina, ferrite, dan talk akan mulai melembek atau meleleh sebagian. Mineral seperti kaolinit berubah menjadi mullite yang meningkatkan kekerasan dan kestabilan. Silikat zirkonium bertahan pada suhu tinggi untuk mempertahankan opasitas dan keputihan. Alumina meningkatkan kecerahan dan kehalusan, sedangkan ferrite dan talk menurunkan titik leleh, memfasilitasi transisi yang halus antara engobe dan glaze. Pada saat yang sama, glaze yang mengandung silika dan flux (natrium, kalium, kalsium) akan meleleh penuh dan menyebar rata di permukaan tile. Terjadi reaksi difusi ionik antara engobe dan glaze yang menciptakan zona transisi halus namun kuat secara struktural, yang sangat menentukan keberhasilan adhesi lapisan dan ketahanan permukaan ubin terhadap cacat seperti pengelupasan atau retak halus (crazing). Proses ini sangat bergantung pada kesesuaian koefisien ekspansi termal antara engobe dan glaze.

Setelah mencapai suhu puncak dan transformasi reaksi selesai, tile memasuki tahap cooling, yaitu proses pendinginan secara bertahap hingga suhu turun ke 500–100 °C. Proses ini penting agar tidak terjadi ketegangan termal yang mendadak. Cooling dilakukan melalui beberapa metode, seperti pendinginan cepat (rapid cooling), exchanger & suction cooling, serta pendinginan dengan mengalirkan udara langsung ke dalam kiln. Aliran udara dari bagian akhir kiln juga dialirkan kembali ke awal kiln melalui sistem exchanger untuk efisiensi energi. Di tahap inilah lapisan glaze akan mengeras dan membentuk permukaan akhir ubin yang halus dan estetik, dengan ketahanan mekanik serta daya lekat optimal terhadap lapisan di bawahnya.

2.8.7 Finishing

Keramik yang telah melalui proses pembakaran akan terjadi verifikasi dimana material akan mengalami rekristalisasi dan perubahan struktur menjadi padat dan keras. Setelah pembakaran, produk didinginkan di area cooling agar mencapai suhu ruang dan mencegah thermal shock. Setelah pendinginan, dilakukan proses pengecekan menggunakan mesin qualitron. Qualitron berfungsi sebagai tahap seleksi awal untuk memastikan bahwa hanya produk keramik dengan kualitas sesuai standard yang kemudian akan lanjut pada proses selanjutnya. Keramik yang keluar dari kiln akan diletakkan di atas sebuah conveyor otomatis yang bergerak secara kontinu. Mesin qualitron dilengkapi dengan kamera beresolusi tinggi dengan sensor pencitraan optik. Kamera tersebut akan menangkap gambar produk keramik secara menyeluruh yaitu pada bagian atas, samping, dan sisi bawah dalam tampilan 360 derajat secara real-time. Gambar yang diambil kemudian dianalisis oleh sistem berbasis algoritma pemrosesan citra digital (machine vision). Algoritma ini bekerja untuk mengidentifikasi berbagai parameter cacat pada produk, seperti adanya retak mikro maupun makro, pecahan, ketidaksesuaian bentuk atau dimensi, serta perubahan warna pada permukaan. Selain itu,

sistem juga mendeteksi cacat pada lapisan glasir, termasuk pinhole (lubang kecil), blister (gelembung).

Selanjutnya setelah proses analisis selesai, produk yang lolos kriteria kualitas akan secara otomatis diteruskan ke proses sortir manual. Pemeriksaan ini bersifat visual dan mengacu pada standar prosedur inspeksi visual yang sudah ditetapkan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa keramik yang lolos memiliki keseragaman tampilan dan tidak memiliki cacat permukaan seperti bintik, retak rambut, atau perbedaan warna yang mencolok. Keramik yang dinilai memenuhi standar akan lanjut ke proses calibro, yaitu proses penyortiran berdasarkan dimensi dan kerataan permukaan.

Pada proses calibro, terdapat sensor yang berfungsi untuk mengukur panjang dan lebar setiap keping keramik secara otomatis saat keramik bergerak di atas conveyor. Ukuran yang terdeteksi akan dibandingkan dengan batas toleransi yang telah ditentukan, misalnya antara 397 hingga 398 mm untuk produk berukuran nominal 40 x 40 cm. Setelah dimensi samping terbaca, permukaan keramik juga diperiksa untuk mengetahui apakah ada kelengkungan atau ketidakrataan, baik dalam bentuk cembung maupun cekung. Pemeriksaan ini dilakukan menggunakan sistem pengukur tinggi permukaan atau sensor deviasi, yang akan membaca titik-titik tertentu di atas permukaan keramik. Jika hasil pengukuran menunjukkan bahwa keramik melengkung melebihi ambang batas yang diizinkan, maka keramik tersebut tetap bisa diterima, namun akan dikelompokkan ke dalam kategori ukuran tertentu seperti L, XL, atau XXL, sesuai dengan deviasi yang dimilikinya. Pengelompokan ini penting agar dalam satu dus hanya terdapat keramik dengan ukuran dan tingkat kerataan yang sama, sehingga saat pemasangan tidak menimbulkan masalah sambungan atau celah. Setelah semua keramik melewati proses calibro dan tersortir ke dalam masing-masing kelompok, dilakukan lagi pemeriksaan ulang untuk memastikan bahwa hasil sortir sudah sesuai dan tidak terjadi kesalahan klasifikasi, demi menjaga konsistensi kualitas produk sebelum dikemas.

Tahap selanjutnya yaitu pengemasan menggunakan sistem Multipack atau Multigec, yaitu sistem pengepakan otomatis yang dirancang untuk memastikan tiap dus berisi produk dengan dimensi dan mutu yang seragam. Sistem ini bekerja secara kontinu, mengisi dus berdasarkan data hasil sortir sebelumnya agar tidak terjadi pencampuran antar ukuran atau kualitas. Pada proses ini, pengemasan dilakukan dengan mengikuti Instruksi Kerja (IK) Multipack yang berfungsi sebagai acuan standar operasional. IK ini mencakup tahapan seperti proses pengisian keramik ke dalam dus, pemberian label identifikasi produk, pencantuman barcode dan data batch untuk kebutuhan pelacakan produk (traceability), serta pemeriksaan visual akhir guna memastikan tidak ada keramik cacat yang terkemas.

Setelah proses pengepakan selesai, keramik yang sudah dikemas dipindahkan ke area Finished Goods (FG) atau gudang barang jadi. Di area ini, produk disusun dan disimpan dalam sistem penyimpanan yang terorganisir, menunggu jadwal distribusi ke pasar atau konsumen. Namun sebelum dilakukan pengiriman, akan dilakukan proses sampling check. Pada tahap ini, dilakukan pengambilan sampel secara acak dari beberapa dus untuk menjalani uji akhir kualitas. Apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa produk telah memenuhi seluruh spesifikasi teknis dan standar kualitas, maka produk akan dipindahkan ke area Warehouse atau

gudang penyimpanan. Gudang ini merupakan tempat transit terakhir sebelum produk dikirimkan ke pasar domestik maupun ekspor.

2.9 Identifikasi Quality Control

2.9.1 Slip *Body* pada ball mill

Tabel 2.9.1 Standar Kualitas Slip *Body* pada Ball Mill

Parameter	Standar Kualitas
Densitas	Min 1750 gr/lt
Viskositas	Max 100 cp
Residu Mesh #200	Max 7,5%
Batu Alumina	175 - 180 cm
Batu Silica	171- 175 cm

Pada proses pembuatan slip *body* keramik, parameter kualitas menjadi faktor utama yang harus dijaga agar hasil akhir produk memenuhi standar estetika dan kekuatan. Salah satu parameter penting adalah LW (berat jenis slip) yang memiliki batas minimal 1750 gr/lt. Berat jenis ini menunjukkan seberapa banyak padatan yang terkandung dalam volume tertentu slip. Bila nilainya terlalu rendah, slip akan menjadi encer sehingga menyulitkan dalam proses aplikasi, misalnya saat penyemprotan engobe atau glaze, yang dapat mengakibatkan permukaan keramik menjadi tidak merata dan waktu pengeringan menjadi lebih lama. Sebaliknya, bila terlalu tinggi, slip menjadi terlalu kental sehingga bisa menyumbat nozzle spray dan memperbesar kemungkinan terjadinya segregasi partikel. Oleh karena itu, nilai LW yang optimal memastikan distribusi partikel merata, efisiensi produksi tetap terjaga, serta permukaan keramik yang terbentuk memiliki kualitas yang baik.

Selanjutnya, parameter viskositas slip juga harus dikontrol dengan baik, dengan batas maksimum 100 detik. Viskositas menunjukkan keenceran slip, yang sangat mempengaruhi performa saat penyemprotan. Jika viskositas terlalu tinggi, slip akan sulit mengalir melalui nozzle spray, sehingga proses pelapisan menjadi tidak merata, menghasilkan permukaan yang bergelombang atau tidak rata. Di sisi lain, viskositas yang terlalu rendah menyebabkan slip terlalu encer, mudah menetes dan menyebar tidak terkendali, sehingga menghasilkan lapisan yang terlalu tipis dan tidak efektif menutupi permukaan keramik. Dengan menjaga viskositas dalam batas yang sesuai, pelapisan slip maupun glaze akan lebih merata dan menghasilkan permukaan keramik yang halus serta mendukung hasil estetika akhir yang baik.

Parameter residu mesh #200 juga menjadi indikator penting terhadap tingkat kehalusan slip, dengan standar maksimum 7,5%. Residu ini menunjukkan berapa banyak partikel kasar yang masih tertinggal setelah proses penggilingan. Jika kandungan residu melebihi batas tersebut, maka permukaan keramik akan menjadi kasar karena adanya partikel besar yang belum tergiling sempurna. Hal ini juga dapat menyebabkan gangguan pada peralatan produksi seperti penyumbatan nozzle dan potensi cacat saat proses pembakaran seperti bintik atau retakan. Di sisi lain, menurunkan residu terlalu rendah dapat menyebabkan waktu penggilingan menjadi terlalu lama, boros energi, dan menambah biaya produksi. Oleh karena itu, pengendalian residu sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara efisiensi proses dan kualitas permukaan produk akhir. Selain itu, kondisi media penggiling dalam ball mill, yaitu batu alumina dan batu silika, juga mempengaruhi kualitas slip. Panjang batu alumina harus berada pada kisaran 175–180 cm, sedangkan batu silika pada kisaran 170–175 cm. Batu-batu ini berfungsi sebagai penghancur partikel dalam ball mill. Jika panjangnya menyusut di bawah standar akibat aus, efisiensi penghancuran akan menurun sehingga ukuran partikel menjadi tidak konsisten dan menyebabkan peningkatan residu. Hal ini akan berdampak langsung pada

viskositas dan berat jenis slip yang tidak stabil. Oleh karena itu, pemantauan panjang batu secara rutin perlu dilakukan agar proses penggilingan tetap efektif dan menghasilkan slip dengan kualitas yang stabil. Secara keseluruhan, seluruh parameter ini saling berhubungan dalam menentukan stabilitas, homogenitas, dan kualitas slip *body* yang akan digunakan dalam proses pelapisan keramik. Slip dengan karakteristik sesuai standar akan memudahkan dalam proses penyemprotan, mempercepat pengeringan, dan menghasilkan permukaan keramik yang halus serta bebas dari cacat. Hal ini pada akhirnya mendukung efisiensi proses produksi dan kualitas produk keramik yang tinggi.

2.9.2 Slip *Body* pada Daily Tank

Tabel 2.9.2 Standar Kualitas Slip *Body* pada Daily Tank

Parameter	Standar Kualitas
Densitas	Min 1750 gr/l
Viskositas	Max 100 cp
Residu Mesh #200	Max 7,5%

Slip *body* keramik yang disimpan di dalam daily tank harus memenuhi standar kualitas tertentu untuk menjamin kestabilan proses produksi dan hasil akhir produk yang optimal. Salah satu parameter utama adalah LW (Densitas), yaitu berat jenis slip yang menunjukkan seberapa padat material padatan (solid content) dalam satu liter larutan slip. Pada tabel 2. standar kualitas yang ditetapkan adalah minimum 1750 gr/l. Nilai ini menjadi indikator bahwa kandungan padatan dalam slip cukup tinggi untuk membentuk *body* keramik yang kuat dan tidak mudah retak saat proses pengeringan maupun pembakaran. Jika nilai LW terlalu rendah, slip menjadi terlalu encer, dan hasil akhir keramik bisa menjadi tipis dan rapuh. Sebaliknya, jika terlalu tinggi, slip akan menjadi terlalu kental dan sulit digunakan dalam proses seperti penyemprotan atau pengisian cetakan. Oleh karena itu, pengontrolan nilai LW sangat penting untuk menjamin efisiensi produksi dan mutu fisik keramik yang baik. Parameter berikutnya adalah viskositas, yang menggambarkan tingkat kekentalan dari slip. Dalam standar yang berlaku, viskositas slip tidak boleh melebihi 100 detik.

Viskositas yang ideal memastikan slip dapat mengalir dengan baik melalui sistem perpipaan dan nozzle penyemprot tanpa menyebabkan penyumbatan atau ketidakteraturan aliran. Jika viskositas terlalu tinggi, maka slip akan menjadi terlalu kental dan bisa menyebabkan pembentukan lapisan yang tidak merata, kesulitan dalam proses aplikasi, serta potensi cacat permukaan seperti kulit jeruk atau belang. Sebaliknya, jika viskositas terlalu rendah, slip menjadi terlalu encer dan tidak menempel dengan baik pada permukaan cetakan atau ubin, yang juga akan menurunkan kualitas produk akhir. Maka, menjaga viskositas di bawah batas maksimum yang ditentukan sangat penting untuk menjamin homogenitas lapisan slip serta kemudahan dalam proses aplikasi.

Parameter terakhir adalah residu mesh #200, yaitu jumlah partikel kasar yang tidak lolos ayakan halus berukuran 74 mikron. Standar yang diperbolehkan adalah maksimum 7,5%. Semakin rendah residu, maka semakin halus slip yang dihasilkan. Partikel kasar yang tertinggal akan berdampak buruk pada permukaan keramik, seperti munculnya bintik hitam, cacat visual, atau permukaan yang kasar setelah pembakaran. Selain itu, partikel kasar juga berpotensi menyumbat nozzle pada proses penyemprotan, menghambat distribusi material, serta

menimbulkan ketidakhomogenan komposisi. Namun, penggilingan yang terlalu lama untuk mencapai residu sangat rendah juga bisa menimbulkan pemborosan energi dan waktu. Oleh sebab itu, batas maksimal 7,5% menjadi nilai kompromi yang efisien antara kualitas dan efisiensi proses. Secara keseluruhan, ketiga parameter ini saling berkaitan erat dalam menjaga kestabilan, kelayakan proses, dan mutu produk keramik. Slip *body* yang berada di daily tank harus dikontrol secara rutin agar tetap berada dalam standar, karena dari sinilah seluruh proses berikutnya (seperti penyempotan, pencetakan, dan pengeringan) bergantung. Dengan menjaga nilai Light Weight, viskositas, dan residu pada batas yang sesuai, maka potensi cacat pada produk dapat diminimalkan, dan efisiensi proses produksi dapat ditingkatkan secara signifikan.

2.9.3 Powder dari Spray Dryer

Tabel 2.9.3 Standar Kualitas Powder dari *Spray Dryer* dan *Input Press*

Parameter	Standar Kualitas
Kadar Air	$6.5 \pm 0.2 \%$
Bulk Density	0.9 - 1.5 Kg/Lt
Shrinkage	$3.6 \pm 0.6\%$ (Temp : 1125/1175 °C ; C/T 28-36)
Partikel Size Distribution :	
Mesh 25 (710 Micron)	2.0 - 6.0 %
Mesh 35 (500 Micron)	27.0 - 33.0 %
Mesh 45 (355 Micron)	35.0 - 40.0 %
Mesh 60 (250 Micron)	15.0 - 20.0 %
Mesh 80 (160 Micron)	5.0 - 9.0 %
Mesh 120 (125 Micron)	2.0 - 5.0 %
Mesh 120 < (< 125 Micron)	1.0 - 3.0 %

Powder keramik yang dihasilkan dari proses spray dryer merupakan bahan baku utama dalam pembentukan keramik melalui proses pressing. Oleh karena itu, standar kualitas powder ini harus dijaga secara ketat agar hasil akhir produk memiliki kekuatan mekanik, kepadatan, serta ukuran yang sesuai dengan spesifikasi teknis. Pada **Tabel 3** terdapat beberapa parameter penting yang menjadi acuan dalam menentukan mutu powder, yaitu kadar air, bulk density, shrinkage, dan distribusi ukuran partikel.

Pertama adalah kadar air, yang ditetapkan pada nilai $6.5 \pm 0.2\%$. Kadar air dalam powder mempengaruhi flowability (kemampuan mengalir) saat proses pressing serta kepadatan akhir pada green *body* (produk keramik sebelum dibakar). Jika kadar air terlalu tinggi, maka akan menyebabkan powder menjadi lengket, sulit mengalir dalam hopper dan cetakan, serta meningkatkan risiko cacat seperti lamination atau crack akibat pelepasan air yang tidak sempurna saat proses pengeringan atau awal pembakaran. Sebaliknya, jika kadar air terlalu rendah, powder akan menjadi terlalu kering dan sulit dipadatkan, menyebabkan densitas rendah serta kemungkinan terbentuknya pori-pori internal. Oleh karena itu, menjaga kadar air pada kisaran ideal sangat penting untuk mencapai densitas yang optimal dan kemudahan dalam proses *forming*.

Selanjutnya adalah bulk density, yaitu kerapatan massa powder dalam satuan volume, dengan standar berada pada kisaran 0.9 – 1.5 kg/Lt. Bulk density sangat berpengaruh terhadap

berat produk dan kestabilan proses pencetakan (pressing). Powder dengan bulk density terlalu rendah akan menyebabkan hasil cetakan kurang padat dan mudah retak, sedangkan density terlalu tinggi bisa menyebabkan cetakan terlalu berat dan tidak sesuai dengan desain teknis. Nilai ini juga memengaruhi pengisian otomatis pada cetakan pres: powder dengan bulk density stabil akan menghasilkan ukuran dan bobot produk yang konsisten, sehingga sangat krusial dalam kontrol kualitas dimensi. Parameter ketiga adalah shrinkage atau penyusutan yaitu pengurangan dimensi dari powder keramik saat mengalami proses sintering, yang diukur pada suhu 1125 – 1175 °C dengan standar $3.6 \pm 0.6\%$.

Pemeriksaan shrinkage harus dilakukan sebelum powder masuk ke tahap firing untuk memastikan bahwa komposisi dan struktur powder sudah sesuai standar dan tidak akan menyusut secara berlebihan saat dibakar. Jika nilai shrinkage terlalu besar, hal ini dapat mengindikasikan bahwa powder terlalu padat atau terlalu reaktif terhadap suhu tinggi, yang bisa menyebabkan penyusutan ekstrem, deformasi bentuk, retak, atau dimensi produk akhir yang tidak sesuai spesifikasi. Sebaliknya, nilai shrinkage yang terlalu rendah dapat menunjukkan kurangnya proses sintering, sehingga menghasilkan produk yang rapuh, berpori, dan memiliki kekuatan mekanik rendah. Kemudian, distribusi ukuran partikel menjadi aspek krusial dalam menjamin kepadatan dan homogenitas produk. Standar distribusi ditetapkan berdasarkan mesh saringan, yaitu Mesh 25 (710 μm): 2.0 – 6.0%, Mesh 35 (500 μm): 27.0 – 33.0%, Mesh 45 (355 μm): 35.0 – 40.0%, Mesh 60 (250 μm): 15.0 – 20.0%, Mesh 80 (160 μm): 5.0 – 9.0%, Mesh 120 (125 μm): 2.0 – 5.0%, Mesh <120 (<125 μm): 1.0 – 3.0%. Ukuran partikel yang terlalu besar (misalnya dominan di mesh 25) akan membuat permukaan hasil cetakan kasar dan berpotensi menimbulkan cacat permukaan. Sedangkan dominasi partikel halus (<125 μm) dapat menyebabkan powder menjadi terlalu padat dan sulit mengalir, meningkatkan risiko clogging atau pemadatan tidak merata. Komposisi ideal dari berbagai fraksi mesh ini bertujuan menciptakan keseimbangan antara kemampuan alir, kerapatan saat dipres, dan kekuatan produk akhir. Kombinasi partikel kasar, sedang, dan halus akan menciptakan struktur powder yang saling mengisi pori, menghasilkan kepadatan optimal.

2.9.4 Standar product Out Press

Tabel 2.9.4 Standar Kualitas Produk dari Press

Parameter	Kode <i>Body</i>	Besaran
Thickness	40 x 40	
	<i>Body</i> Flat (Arna + AD)	$8.0 \pm 2 \text{ mm}$
	<i>Body</i> Embose (AD)	$8.2 \pm 2 \text{ mm}$
	Uno Flat (UNO)	$8.0 \pm 2 \text{ mm}$
	Uno Embose (UNO)	$9.0 \pm 2 \text{ mm}$
	50 x 50	
Size Out Press	Uno Flat (UNO)	$8.8 \pm 2 \text{ mm}$
	Uno Embose (UNO)	$9.0 \pm 2 \text{ mm}$
	40 x 40	418 – 420 mm
Berat	50 x 50	525 – 528 mm
	40 x 40	
	<i>Body</i> Flat (Ama + AD)	2600 – 2700 gr

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

	<i>Body</i> Embose (AD)	2750 – 2850 gr
	UNO Flat (UNO)	2600 – 2700 gr
	UNO Embose (UNO)	2750 – 2850 gr
	50x50	
	UNO Flat	4500 – 4700 gr
	UNO Embose	4500 – 4700 gr
Permukaan		Baik (Tidak Cacat)
Perbedaan Penetrasi		Max 10 Point

Berdasarkan data parameter kualitas pada **Tabel 4**, kontrol kualitas pada produk keramik dilakukan dengan memastikan beberapa aspek penting terpenuhi. Pertama, ketebalan (thickness) harus sesuai dengan standar untuk setiap tipe dan ukuran *body*. Misalnya, untuk ukuran 40 × 40 mm, ketebalan *Body* Flat (Ama + AD) dan UNO Flat (UNO) adalah $8,0 \pm 2$ mm, sedangkan *Body* Embose (AD) dan UNO Embose (UNO) masing-masing $8,2 \pm 2$ mm dan $9,0 \pm 2$ mm. Untuk ukuran 50 × 50 mm, ketebalan UNO Flat (UNO) adalah $8,8 \pm 2$ mm, sementara UNO Embose (UNO) $9,0 \pm 2$ mm.

Selanjutnya, ukuran hasil press (size out press) harus berada dalam rentang 418–420 mm untuk 40 × 40 mm, dan 525–528 mm untuk 50 × 50 mm. Berat produk juga menjadi indikator penting, dengan kisaran yang ditetapkan antara 2600–2700 gram untuk *Body* Flat (Ama + AD) dan UNO Flat (UNO), serta 2750–2850 gram untuk *Body* Embose (AD) dan UNO Embose (UNO) pada ukuran 40 × 40 mm. Untuk ukuran 50 × 50 mm, baik UNO Flat maupun UNO Embose memiliki kisaran berat 4500–4700 gram. Selain itu, permukaan produk harus dalam kondisi baik tanpa cacat, dan perbedaan penetrasi tidak boleh melebihi 10 poin. Pemenuhan seluruh parameter ini memastikan produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang konsisten, sesuai spesifikasi, dan siap memenuhi standar pasar.

2.9.5 Standar Product Out Horizontal Dryer

Tabel 2.9.5 Standar Kualitas Produk dari Horizontal Dryer

Parameter	Jumlah
Kadar Air Dried <i>Body</i>	Max 1,53%
BS Out HD	Min 13 kg/cm ³
Temperature Dried <i>Body</i>	60 – 100°C
Wedging :	
Biscuit	Max 0,8 mm (antar sisi tiap cavity)
Outkiln	Max 1,4 mm (antar sisi tiap cavity)

Berdasarkan data standar kualitas product out horizontal dryer, terdapat beberapa parameter penting yang memengaruhi kualitas green *body* sebelum masuk tahap pembakaran. Pertama, kadar air dried *body* harus dijaga maksimal 1,53%. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan green *body* mudah retak atau mengalami deformasi saat pembakaran karena uap air mengembang cepat di dalam pori-pori material. Sebaliknya, kadar air yang terlalu rendah dapat membuat permukaan rapuh dan menurunkan daya ikat antar partikel, sehingga kekuatan mekanis berkurang.

Kedua, BS (Breaking Strength) Out HD minimal 13 kg/cm³ merupakan indikator kekuatan mekanis green *body* setelah proses pengeringan. Nilai ini memastikan bahwa produk mampu menahan beban mekanis selama proses penanganan dan pemindahan ke tahap berikutnya. Jika nilai ini lebih rendah, risiko kerusakan saat transportasi internal meningkat. Ketiga, temperature dried *body* berkisar antara 60–100°C. Rentang ini penting untuk memastikan penguapan air berlangsung stabil dan merata. Suhu terlalu rendah akan membuat pengeringan tidak optimal sehingga kadar air melebihi standar. Sebaliknya, suhu terlalu tinggi dapat memicu retakan microcrack akibat perbedaan laju penguapan air antara bagian luar dan dalam.

Selanjutnya, wedging yang diukur pada dua kondisi biscuit dan outkiln menjadi tolok ukur keseragaman dimensi produk. Untuk biscuit, deviasi maksimum antar sisi tiap cavity adalah 0,8 mm, sedangkan pada outkiln maksimum 1,4 mm. Parameter ini berpengaruh terhadap kesesuaian ukuran produk akhir, terutama saat fitting atau pemasangan di lapangan. Perbedaan dimensi yang melebihi standar dapat menyebabkan masalah pada estetika maupun fungsi produk. Secara keseluruhan, pengendalian ketat terhadap kadar air, kekuatan mekanis, suhu pengeringan, dan keseragaman dimensi pada tahap horizontal dryer sangat krusial. Kombinasi parameter ini memastikan green *body* yang dihasilkan memiliki kualitas optimal, stabil secara dimensi, dan tahan terhadap kerusakan sebelum memasuki tahap pembakaran di kiln

2.9.6 Standar Glaze dan engobe

Tabel 2.9.6 Standar Kualitas Produk Glaze dan Engobe

Kode Glazur	Residu (%)	Density (Kg/Lt)	Viscosity (cp)
Engobe Under Tile	Max 2	1,25 – 1,50	Min 10"
Engobe	Max 1	Min 1,8	Min 30"
Glazur 50 x 50	10 - 12	Min 1,78	Min 35"
Glossy Rectified			
Glazur 40 x 40	8 - 10	Min 1,78	Min 35"
Glossy series			
Glazur 40 x 40 Black	8 - 10	Min 1,78	Min 35"
Monoglaze 40 x 40	Max 1	Min 1,78	Min 35"
Glazur G – 4660 WP	7 - 9	Min 1,78	Min 35"
Glazur 5660 WP	8 - 10	Min 1,78	Min 35"
Glazur Zenith BK	8 - 10	Min 1,78	Min 35"
Monosatin 50 x 50	Max 1	Min 1,78	Min 30"
Monoglaze 50 x 50	Max 1	Min 1,78	Min 30"
G Rustic 50 x 50	Max 1	Min 1,60	Min 20"

Berdasarkan tabel standar kualitas pelapisan engobe, glazur, dan engobe under tile, terdapat tiga parameter utama yang sangat berpengaruh terhadap kualitas akhir keramik, yaitu residu, density, dan viscosity. Pertama, residu (%) menunjukkan jumlah partikel padat yang tertinggal setelah penyaringan. Nilai residu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan permukaan

keramik menjadi kasar, tidak rata, atau menimbulkan cacat visual setelah pembakaran. Sebagai contoh, engobe under tile memiliki batas residu maksimal 2%, sedangkan engobe biasa hanya 1% untuk memastikan lapisan awal yang halus dan mampu menutup pori *green body*. Pada glazur tertentu, seperti Glazur 50×50 atau Glazur 40×40 , batas residu 8–12% atau 7–9% tetap diperbolehkan karena sifat estetik atau efek khusus yang diinginkan, tetapi harus dijaga agar tidak melebihi rentang tersebut demi mencegah ketidaksempurnaan lapisan.

Kedua, density (kg/L) menggambarkan konsentrasi padatan dalam suspensi. Density yang terlalu rendah akan menghasilkan lapisan tipis dan transparan sehingga penutupan warna atau kilap tidak optimal, sementara density yang terlalu tinggi dapat menyebabkan lapisan terlalu tebal, mudah retak, atau mengelupas setelah pembakaran. Untuk engobe under tile, density berada pada rentang 1,25–1,50 kg/L karena fungsinya sebagai lapisan dasar yang fleksibel. Sementara itu, glazur dekoratif umumnya memiliki density minimal 1,78 kg/L untuk memastikan warna dan efek permukaan keluar maksimal.

Ketiga, viscosity berpengaruh pada kemampuan sebar dan ketebalan lapisan saat aplikasi. Viskositas yang terlalu rendah membuat lapisan tipis dan tidak merata, sedangkan terlalu tinggi dapat menyebabkan penggumpalan atau aliran yang tidak seragam. Pada engobe, viskositas minimal 30 cp sudah cukup untuk menutup permukaan *green body* dengan baik. Untuk sebagian besar glazur, standar minimalnya adalah 35 cp untuk menjamin ketebalan yang cukup sehingga efek warna, kilap, atau tekstur dapat terbentuk sempurna. Beberapa jenis khusus, seperti G Rustic 50×50 , memiliki viskositas minimal 20 cp untuk memberikan efek rustic yang diinginkan. Secara keseluruhan, pengendalian residu, density, dan viskositas pada engobe, glazur, dan engobe under tile merupakan kunci dalam memastikan kualitas visual dan fungsional keramik. Kombinasi parameter yang tepat akan menghasilkan lapisan yang merata, melekat kuat pada *green body*, serta mampu mempertahankan efek estetika tanpa menimbulkan cacat setelah pembakaran.

2.9.6 Standard Firing di Kiln

Tabel 2.9.7 Standar Firing di Kiln

Parameter	Standar Firing Kiln
Temperature atas kiln	(1.125 -1150 °C) Modul 17 dan Modul 19
Temperature bawah kiln	(1.150-1175 °C) Modul 17 dan Modul 19
Cycle	30-40

Standard suhu atas kiln pada 1.125 -1150 C. Hal tersebut disebabkan pada bagian atas kiln, suhu mulai cukup tinggi untuk memicu proses sintering awal, tetapi belum mencapai suhu puncak (*peak firing*). Sintering adalah proses pemadatan dan pembentukan ikatan antar partikel keramik tanpa melebur seluruh material. Necking adalah proses awal dalam sintering padatan, di mana terbentuk jembatan padat (neck) antara partikel-partikel keramik yang berdekatan. Proses ini meningkatkan kekuatan mekanik awal *green body* dan menandai transisi dari partikel lepas menjadi struktur padat yang saling terikat. Selain itu, pada tahap ini terjadi proses degassing, yaitu pelepasan gas-gas seperti air kristal, senyawa 54ebagia, dan karbonat sisa dari

LAPORAN MAGANG PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

proses sebelumnya, terutama dari *green body*. Suhu ini juga cukup untuk mulai melembutkan lapisan glasir, namun belum menyebabkan pencairan penuh. Jika suhu di atas kiln ini kurang dari standar, maka sintering tidak optimal, dan hasilnya adalah produk dengan porositas tinggi, kekuatan mekanik rendah, dan adhesi glaze yang buruk. Sebaliknya, jika suhu melebihi 1150 °C, maka glaze dapat mencair terlalu dini sebelum bodi keramik mencapai kematangan, yang dapat menyebabkan masalah seperti melelehnya glasir secara berlebihan (*running glaze*) atau pembentukan gelembung gas (*blistering*).

Bagian bawah kiln merupakan *firing zone* utama merupakan zona puncak suhu pembakaran. Suhu bagian bawah kiln, yang berada pada rentang 1150 hingga 1175 °C, merupakan fase puncak dalam proses pembakaran. Pada tahap ini, sintering berlangsung secara maksimal, di mana partikel keramik saling terfusi membentuk struktur yang padat dan kuat. Lapisan glaze pada suhu ini juga mencair sempurna dan menyatu erat dengan permukaan bodi keramik, menghasilkan lapisan kaca yang halus, rata, dan kuat. Jika suhu pembakaran kurang dari 1150 °C, maka glaze tidak akan mencair secara sempurna sehingga menghasilkan permukaan yang kasar, tampak *matt*, atau bahkan berlubang-lubang (*pitted*). Selain itu, *body* keramik belum mencapai kematangan 55bagian55l, sehingga cenderung rapuh, mudah retak, dan memiliki daya serap air yang tinggi. Kondisi ini juga menyebabkan interaksi antara glaze dan *body* menjadi lemah, yang dapat memicu terjadinya delaminasi atau pengelupasan lapisan glasir dari permukaan. Jika suhu pembakaran melebihi 1175 °C, maka keramik berisiko mengalami *over-firing*, yaitu kondisi di mana suhu terlalu tinggi hingga menyebabkan deformasi bentuk akibat pelelehan 55bagian *body*. Selain itu, suhu yang berlebihan dapat memicu pelepasan gas dari dalam material secara tiba-tiba, yang kemudian terperangkap dalam glaze cair dan menimbulkan gelembung (*glaze bubbling*) pada permukaan. Pada suhu ini juga dapat terjadi interdifusi yang terlalu intens antara lapisan glaze dan *body* keramik, yang dapat mengganggu kestabilan permukaan dan menyebabkan cacat seperti perubahan warna yang tidak diinginkan atau tekstur permukaan yang tidak rata.

Cycle time selama 30–40 menit merupakan waktu total yang dibutuhkan mulai dari produk keramik masuk ke dalam kiln hingga keluar, mencakup tahap *pre-heating* hingga *final cooling*. Rentang waktu ini dirancang untuk memastikan bahwa seluruh reaksi termal mulai dari menghilangkan kandungan air, *sintering body*, dan pencairan glasir berlangsung secara optimal dan merata di seluruh bagian produk. Jika waktu pembakaran kurang dari 30 menit, maka proses sintering dan melting glaze tidak berlangsung sempurna, yang dapat menyebabkan cacat seperti permukaan yang tidak rata, glaze yang tidak mencair sempurna, kekuatan mekanik yang rendah, serta kemungkinan bentuk keramik melengkung (*warping*). Sebaliknya, jika *cycle time* lebih dari 40 menit, meskipun pematangan produk mungkin tetap tercapai, konsumsi energi akan meningkat secara signifikan dan membuat proses menjadi tidak efisien. Selain itu, waktu yang terlalu lama dapat menyebabkan *over-sintering* atau *over-glazing*, yang ditandai dengan permukaan keramik yang terlalu mengilap (*over-fired look*), atau bahkan deformasi dimensi akibat pelelehan material berlebihan.

Tabel 2.9.8 Standard Hasil Produk Out Kiln

Parameter	Standard Hasil Produk
<i>Thicknes with foot 40x40 Reguler</i>	(8-8,8) mm
<i>Thicknes with foot 40x40 UNO</i>	(8,8-9,5)mm
<i>Thicknes with foot 50X50 UNO</i>	(9-10,5)mm
<i>Thicknes without foot 40X40 UNO</i>	>7.5 mm
<i>Thicknes without foot 50X50 UNO</i>	> 8.0 mm
<i>Water Absorbtion</i>	6-10%
<i>Bending Strenght</i>	min 200 kg/cm2
<i>Crazing Resistance</i>	Passed tekanan min 5 bar 2 jam
<i>Breaking Strenght</i>	Minimal 800 N
<i>MoR</i>	Minimal 18 N/mm2

Ketebalan keramik yang tidak sesuai standar dapat berdampak langsung pada kualitas produk. Jika ketebalan terlalu tipis (di bawah standar), maka produk akan mengalami kelemahan mekanik, mudah patah saat penanganan, serta berisiko mengalami deformasi selama proses pendinginan akibat adanya gradasi suhu yang ekstrem. Kondisi ini juga mengindikasikan bahwa proses densifikasi belum sempurna atau terjadi underfiring. Sebaliknya, jika ketebalan melebihi standar, maka proses sintering tidak akan merata hingga ke bagian dalam keramik, sehingga dapat memicu tegangan internal yang menyebabkan keretakan mikro. Selain itu, produk yang terlalu tebal memerlukan waktu pembakaran lebih lama dan mengakibatkan konsumsi energi yang lebih tinggi, sehingga menurunkan efisiensi proses produksi.

Nilai water absorption harus sesuai dengan rentang standard yang telah ditetapkan yaitu 6-10% apabila nilai water absorption berada di luar rentang standar 6–10% menunjukkan ketidakseimbangan dalam proses sintering dan porositas mikro material. Jika nilai absorpsi air kurang dari 6%, hal ini menandakan bahwa keramik telah mengalami overfiring, yaitu kondisi di mana pemanasan melebihi temperatur optimal, sehingga pori-pori tertutup secara berlebihan dan struktur menjadi terlalu padat. Akibatnya, terjadi ketidaksesuaian koefisien ekspansi termal antara glasir dan *body* keramik, yang memicu retakan permukaan (crazing). Selain itu, material yang terlalu padat juga cenderung menjadi getas (brittle), mengurangi ketahanannya terhadap beban kejutan mekanik atau termal. Sebaliknya, jika penyerapan air melebihi 10%, maka menunjukkan bahwa keramik bersifat terlalu porous, menandakan bahwa proses sintering tidak optimal (underfiring), sehingga banyak pori terbuka yang tersisa. Kondisi ini menyebabkan produk menjadi keropos, mudah menyerap air, serta rentan terhadap kerusakan akibat

perubahan suhu atau kelembapan, yang berdampak langsung pada daya tahan dan kualitas jangka panjang produk.

Bending strength menunjukkan kemampuan keramik menahan gaya lentur sebelum patah, dengan standar minimal 200 kg/cm². Jika nilainya di bawah standar, hal ini menandakan struktur mikro tidak padat atau tidak homogen, yang dapat disebabkan oleh komposisi bahan baku yang tidak tepat atau suhu kiln yang terlalu rendah, sehingga produk menjadi lemah secara mekanik dan tidak layak pakai. Sebaliknya, jika nilainya terlalu tinggi, bisa mengindikasikan overfiring yang memicu pertumbuhan butir kristal (grain growth) berlebihan, sehingga menurunkan ketangguhan (toughness) material dalam jangka panjang. Maka dari itu, nilai bending strength yang sesuai standar penting untuk memastikan keseimbangan antara kekuatan dan daya tahan produk.

Crazing resistance mengukur kemampuan keramik menahan retak halus pada permukaan glasir akibat tegangan termal antara glasir dan *body* keramik. Uji standar dilakukan pada tekanan minimal 5 bar selama 2 jam, untuk mensimulasikan kondisi ekstrem saat penggunaan, seperti perbedaan suhu mendadak atau tekanan tinggi. Jika tidak lolos uji (< standar), berarti terjadi ketidakcocokan koefisien ekspansi termal antara glasir dan *body*, yang menyebabkan glasir retak (crazing). Retak ini bukan hanya merusak tampilan, tetapi juga membuat produk rentan terhadap penetrasi air, noda, dan bahan kimia, serta menurunkan daya tahan kimia dan mekanik. Jika daya tahan melebihi standar secara signifikan, meski tampak lebih kuat, bisa menjadi indikasi bahwa glasir terlalu kaku atau terlalu rendah ekspansinya, yang dapat memicu tensile stress tinggi saat pemanasan dan membuatnya mudah pecah saat kondisi ekstrem. Oleh karena itu, harus dijaga agar sesuai standar, agar tegangan antara glasir dan *body* tetap seimbang, menghasilkan produk yang kuat, awet, dan aman digunakan.

Modulus of Rupture (MoR) merupakan parameter yang menunjukkan kekuatan maksimum material dalam menahan tegangan lentur sebelum patah, dengan nilai standar minimal 18 N/mm². Nilai ini merefleksikan seberapa baik struktur mikro hasil sintering mampu menahan beban mekanik, terutama dalam kondisi lentur. Jika nilai MoR di bawah standar, hal ini dapat mengindikasikan bahwa proses pembentukan awal tidak padat atau suhu serta durasi pembakaran (sintering) tidak mencukupi, sehingga partikel tidak menyatu secara sempurna. Akibatnya, struktur menjadi lemah dan mudah patah, serta tidak layak digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kekuatan mekanik. Sebaliknya, jika nilai MoR terlalu tinggi, hal ini bisa menandakan pemanasan berlebih (overfiring) yang menyebabkan pertumbuhan butir kristal (grain growth) secara berlebihan. Hal ini menurunkan ketangguhan (toughness) material dan menjadikannya lebih rapuh (getas), sehingga mudah retak saat terkena benturan atau tekanan mendadak.

2.10 Pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3L) di Industri

2.10.1 Filosofi Dasar Penerapan K3

- a) Setiap tenaga kerja berhak mendapatkan perlindungan atas keselamatan dalam melakukan pekerjaan untuk meningkatkan produksi dan produktivitas.
- b) Setiap orang lainnya yang berada di tempat kerja perlu terjamin keselamatannya.
- c) Setiap sumber-sumber produksi harus digunakan secara aman dan efisien.



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

- d) Pengurus/Pimpinan Perusahaan diwajibkan memenuhi dan mentaati semua syarat-syarat dan ketentuan keselamatan kerja yang berlaku bagi usaha dan tempat kerja yang dijalankan.
- e) Setiap orang yang memasuki tempat kerja diwajibkan mentaati semua persyaratan keselamatan kerja.
- f) Tercapainya kecelakaan nihil (zero accident)

2.10.2 Kebijakan K3

- a) Perusahaan berkomitmen untuk senantiasa meningkatkan perlindungan K3 bagi setiap orang di lingkungan kerja serta mencegah terjadinya kecelakaan maupun insiden yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan.
- b) Perusahaan menjalankan ketentuan UU No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, PERMEN No. 05/Men/1996 tentang SMK3, serta peraturan dan norma lain di bidang K3. Setiap pejabat maupun pimpinan unit bertanggung jawab memastikan seluruh anggota di unitnya mematuhi aturan tersebut.
- c) Setiap individu yang berada di tempat kerja wajib melaksanakan dan mematuhi ketentuan serta pedoman K3.
- d) Dalam keadaan darurat atau bencana pabrik, seluruh karyawan berkewajiban berperan serta dalam tindakan penanggulangan.

2.10.3 Tujuan dan Sasaran K3

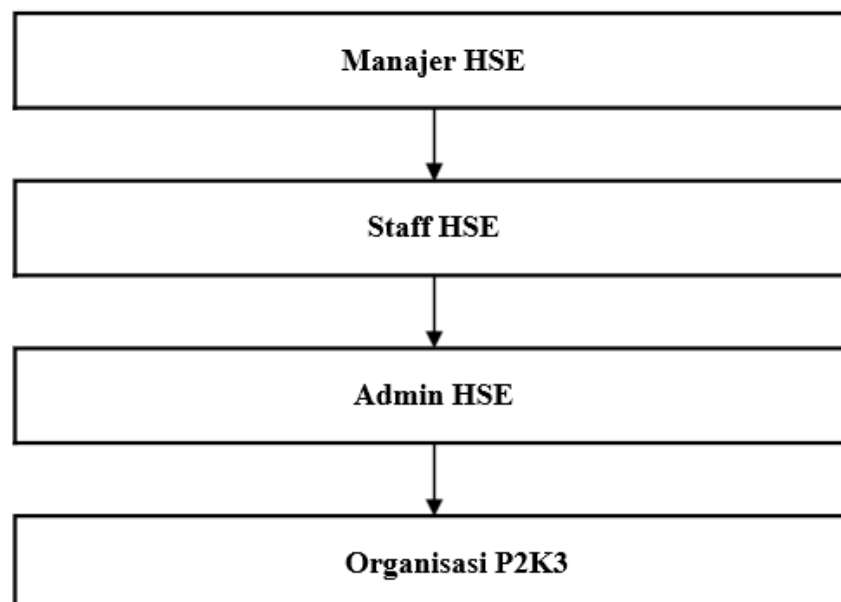
Tujuan K3 ialah membangun sistem keselamatan dan kesehatan kerja yang terintegrasi dengan manajemen, tenaga kerja, serta kondisi dan lingkungan kerja, guna mencegah kecelakaan dan penyakit akibat kerja, sekaligus mewujudkan lingkungan kerja yang aman, nyaman, efisien, dan produktif.

2.10.4 Sasaran K3 antara lain :

- a) Menjalankan ketentuan Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.
- b) Menerapkan Permenaker No. 05/MEN/1996 mengenai Sistem Manajemen K3.
- c) Berupaya mencapai kondisi tanpa kecelakaan kerja (*zero accident*).

2.10.5 Organisasi K3

2.10.5 Organisasi K3



2.10.6 Aktivitas K3 Untuk Mencapai Nihil Kecelakaan

Dalam mencapai nihil kecelakaan wajib mendapatkan dukungan penuh dengan seluruh jajaran karyawan maupun manajemen, melalui peran aktif dan tanggung jawab bersama dalam melaksanakan program K3. Program tersebut diarahkan pada kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pengembangan, serta pengawasan yang terintegrasi terhadap seluruh aktivitas perusahaan.

Langkah-langkah K3 yang dilaksanakan untuk mencapai nihil kecelakaan antara lain:

- a) Penerapan Sistem Manajemen K3 sesuai Permenaker No. 5/MEN/1996 serta integrasi dengan standar ISO 9001:2015, ISO 45001:2018, dan ISO 14001:2015.
- b) Pelaksanaan identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta evaluasi peluang perbaikan secara berkala pada seluruh aktivitas kerja.
- c) Penyelenggaraan pelatihan K3L bagi seluruh tenaga kerja sesuai dengan jabatan disertai pengawasan atas kepatuhan terhadap prosedur dan peraturan kerja.
- d) Pemeriksaan berkala oleh panitia Pembina keselamatan dan kesehatan kerja (P2K3) serta audit internal dan eksternal
- e) Penyediaan dan distribusi alat pelindung diri (APD) sesuai dengan tingkat potensi bahaya kerja.
- f) Pemasangan rambu keselamatan, media informasi, dan kampanye K3 termasuk pelaksanaan bulan K3
- g) Pelaksanaan investigasi kecelakaan kerja untuk kepentingan pelaporan, analisis penyebab, serta penetapan tindakan korektif.
- h) Pelaksanaan pelatihan dan simulasi tanggap darurat (emergency drill) terhadap potensi bahaya kebakaran, ledakan, maupun bencana lingkungan.
- i) Pemantauan dan pengendalian aspek lingkungan hidup, termasuk pengelolaan limbah padat, limbah cair, emisi gas, serta efisiensi penggunaan energi, air, dan bahan baku.
- j) Keterlibatan aktif tenaga kerja melalui forum konsultasi, komunikasi, serta mekanisme pelaporan potensi bahaya atau kondisi tidak aman.
- k) Tinjauan manajemen secara periodik untuk mengevaluasi efektivitas penerapan sistem K3L serta memastikan kesesuaian dengan peraturan perundang-undangan dan standar ISO.
- l) Penerapan prinsip perbaikan berkelanjutan (continuous improvement) melalui siklus Plan-Do-Check-Act (PDCA) pada seluruh aspek K3L.

2.10.7 Pengimplementasian ISO dalam Sistem Manajemen K3L

1. Sistem Manajemen Kualitas : ISO 9001:2015

ISO 9001 tahun 2015 menjelaskan tentang penjaminan mutu sebuah perusahaan mengenai kemampuan perusahaan meliputi :



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

- a) Menyediakan kualitas produk yang baik secara konsisten untuk memenuhi kebutuhan konsumen sesuai dengan persyaratan hukum dan standar yang berlaku
 - b) Memfasilitasi peningkatan kualitas pelanggan melalui penerapan sistem manajemen mutu yang terencana dan terukur
 - c) Mengidentifikasi serta menangani risiko yang berkaitan dengan konteks organisasi dan tujuan perusahaan.
 - d) Menunjukkan kesesuaian perusahaan terhadap persyaratan sistem manajemen mutu melalui pelaksanaan audit internal maupun eksternal.
 - e) Melaksanakan perbaikan berkelanjutan pada proses produksi dan pengelolaan mutu guna meningkatkan efisiensi serta daya saing perusahaan
2. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja : ISO 45001:2018
- ISO 45001 tahun 2018 adalah sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja. Sertifikasi ini akan memberikan jaminan lingkungan kerja yang aman bagi pekerja.
- a) Mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja melalui proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta penerapan langkah pengendalian yang tepat.
 - b) Mewujudkan lingkungan kerja yang aman, sehat dan kondusif bagi seluruh tenaga kerja
 - c) Memastikan kepatuhan terhadap peraturan perundang-undangan serta ketentuan lain yang berlaku di bidang keselamatan dan kesehatan kerja.
 - d) Meningkatkan kesadaran, partisipasi, serta budaya keselamatan seluruh tingkat organisasi
 - e) Mendorong wujudnya perbaikan berkelanjutan (continuous improvement) dalam kinerja dan kesehatan kerja.
3. Sistem Manajemen Lingkungan (Environmental Management System/EMS) : ISO 14001:2015
- a) Mengendalikan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitas produksi termasuk emisi udara, limbah cair, limbah padat, kebisingan, dan bentuk pencemaran lainnya
 - b) Memastikan kepatuhan terhadap peraturan perundang-undangan, standar ataupun ketentuan lain yang berlaku dalam bidang pengelolaan lingkungan hidup.
 - c) Meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya alam seperti energi, air, dan bahan baku, melalui penerapan prinsip-prinsip pengelolaan berkelanjutan.
 - d) Mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan melalui pengendalian proses, penerapan teknologi ramah lingkungan, serta optimalisasi pengelolaan limbah.

- e) Mendorong terwujudnya perbaikan berkelanjutan (continuous improvement) dalam kinerja pengelolaan lingkungan, sehingga organisasi dapat menjaga keseimbangan antara keberlangsungan usaha dan pelestarian lingkungan.

2.10. Safety Audit /Audit K3

Sistem penilaian dan pengukuran secara efektif terhadap pelaksanaan program K3 di perusahaan. Pokok sasaran audit K3 `adalah

- Management audit (penilaian pelaksanaan program K3 di perusahaan)
- Physical audit (penilaian perangkat keras di unit kerja seperti alat-alat kerja, mesin peralatan dan lain-lain).
- Audit K3 Bertujuan :
 2. Menilai serta mengidentifikasi secara kritis dan sistematis semua sumber bahaya potensial.
 3. Mengukur dan mematiskan secara objektif pekerjaan apakah telah berjalan sesuai dengan perancangan dan standar.
 4. Menyusun suatu rencana koreksi untuk menentukan langkah dan cara mengatasi sumber bahaya potensial.
- Pelaksanaan Audit K3 :
 1. Audit Internal dilakukan setiap 1 bulan sekali
 2. Audit eksternal dilakukan 1 tahun sekali atau sesuai dengan kebutuhan.

2.10.8 Alat Pelindung Diri

Untuk mendukung penerepan sistem manajemen keselamatan dan Kesehatan kerja PT. Arwana Citramulia, Tbk mewajibkan penggunaan Alat pelindung Diri (APD) karena tingginya resiko dan bahaya yang ada selama proses produksi, baik yang berasal dari mesin, bahan, maupun lingkungan. Berikut adalah beberapa jenis APD yang digunakan pada PT Arwana Citramulia, Tbk plant Gresik :

Tabel 2.6 Alat Pelindung Diri di PT. Arwana Citramulia Tbk-Gresik Plant

Jenis APD	Penggunaan	Jenis APD	Penggunaan
<i>Safety Helmet</i> 	Digunakan hampir pada seluruh proses dilapangan	<i>Safety Googles</i> 	Digunakan saat melakukan pekerjaan di unit Squaring, pada departemen MTC, electrical, procurement, GA, technical

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

<i>Safety Vest</i>	Digunakan saat melakukan pekerjaan di Gudang bahan baku, pada unit <i>body preparation</i> dan crusher, Gudang bahan jadi serta GSP	<i>Gloves</i>	Digunakan saat melakukan maintenance mesin / peralatan di industry terutama pada departemen kiln, packing dan QC
<i>Safety Shoes</i>	Digunakan hampir pada seluruh proses di lapangan untuk melindungi kaki.	<i>Ear Plug</i>	Digunakan saat melakukan pekerjaan dibagian <i>body preparation</i> dan glaze preparation.
<i>Respiratory Mask</i>	Digunakan saat melakukan pekerjaan dibagian <i>body preparation</i> dan crusher	<i>Arm Guard</i>	Digunakan saat melakukan pekerjaan pada unit kiln dan departemen QC
<i>Ear Muff</i>	Digunakan ketika melakukan pekerjaan yang tingkat kebisingan tinggi yakni pada area tertutup >85 desibel contoh pada bagian squaring dan teknisi crusher	Masker kain	Digunakan hampir pada seluruh proses dilapangan

2.10.9 Sarana Tanggap Darurat





Gambar 2.10.9 Sarana Tanggap Darurat

Selain penerapan Alat Pelindung Diri (APD), PT. Arwana Citramulia Tbk, Gresik juga telah memasang berbagai rambu atau sign sebagai bagian dari sarana tanggap darurat. Langkah ini bertujuan untuk mendukung peningkatan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan.

2.11 Pengolahan Limbah

Dalam menjalankan perannya sebagai salah satu penggerak industri manufaktur di Indonesia, PT Arwana Citramulia TBK juga memiliki tanggung jawab besar dalam memperhatikan kondisi lingkungan di sekitarnya, baik dari aspek teknis maupun sosial. Pendirian perusahaan ini tentu tidak terlepas dari penanganan limbah yang dihasilkan dari berbagai tahapan proses produksinya. Pengelolaan limbah merupakan hal yang sangat penting mengingat potensi dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Apabila tidak ditangani dengan baik, limbah dapat mencemari air, tanah, maupun udara. Selain itu, keberadaan limbah juga berisiko menjadi sumber penyebaran penyakit serta mengganggu keseimbangan ekosistem alam. Limbah industri diklasifikasikan ke dalam empat kelompok utama, yaitu limbah cair, limbah padat, limbah gas, dan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), yang masing-masing memerlukan penanganan khusus sesuai dengan karakteristik dan tingkat risikonya terhadap lingkungan (M Faza Nanda et al., 2024). Oleh karena itu, setiap unit produksi di PT Arwana Citramulia Tbk telah dilengkapi dengan fasilitas pengelolaan limbah, mencakup limbah cair, padat, maupun gas.

2.11.1 Pengolahan Limbah Padat

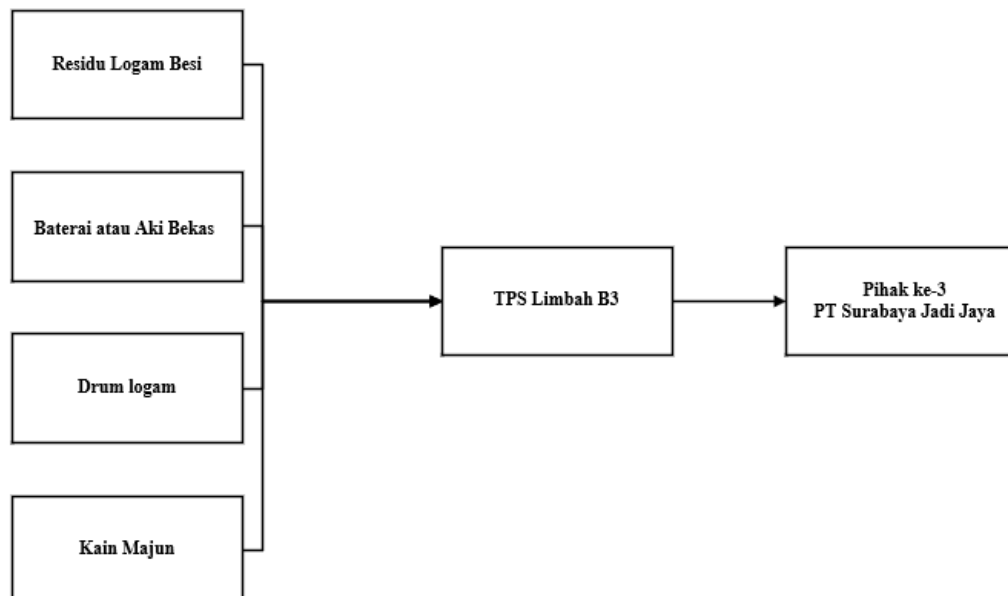
Limbah padat bahan berbahaya dan beracun atau (B3) ialah sisah dari suatu kegiatan atau proses industri terdapat kandungan zat, energi ataupun komponen tertentu berdasarkan sifat, konsentrasi ataupun jumlahnya baik secara langsung ataupun tidak langsung dapat berpotensi mencemari lingkungan, membahayakan lingkungan, membahayakan kesehatan

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

manusia dan dapat mengancam kelangsungan hidup makhluk hidup lainnya. Pengolahan limbah pada di PT Arwana Citramulia TBK dilakukan dengan cara recycle, reuse, ataupun disposal (pembuangan akhir) untuk limbah yang tidak bisa diolah kembali. Untuk limbah padat yang terdapat di PT Arwana Citramulia TBK yang pertama yaitu residu logam besi yang berasal dari slip setelah melalui proses pemisahan menggunakan iron remover. Residu tersebut tidak bisa digunakan kembali karena terdapat kandungan logam besi di dalamnya. Sehingga untuk proses pengolahan limbah tsb ialah akan ditampung terlebih dahulu di kemudian akan diteruskan kepada pihak ke tiga.

Tabel 2.11.1 Pengolahan Limbah Padat

Jenis Limbah	Limbah	Pengolahan Limbah
Limbah Padat	Residu logam besi	Diteruskan ke pihak ke-3 yaitu PT Surabaya Jadi Jaya
	Baterai atau aki bekas	
	Drum Logam	
	Kain Majun	



Gambar 2.11.1 Diagram Alir Proses Pengolahan Limbah Padat

Kemudian juga terdapat limbah aki dan baterai bekas yang dihasilkan oleh PT Arwana Citramulia TBK seperti pada forklit sebagai kendaraan operasional di pabrik untuk pengangkutan material ataupun produk. Forklit menggunakan aki sebagai sumber daya,

LAPORAN MAGANG

PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

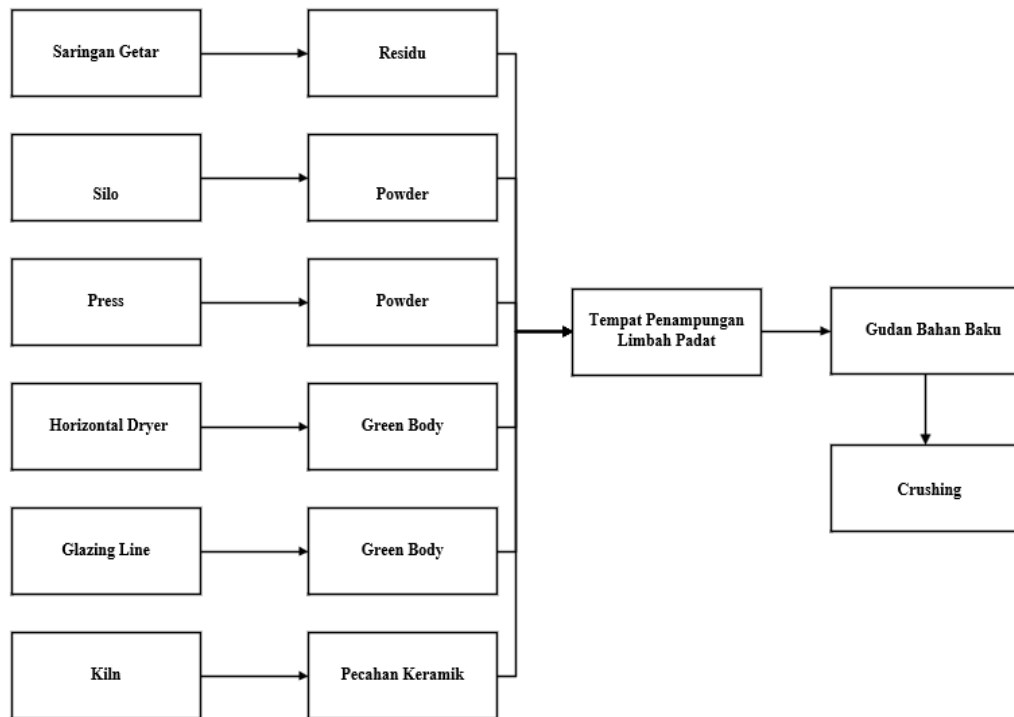
sedangkan aki memiliki jangka waktu pemakaian apabila aki tersebut rusak akan menjadi limbah B3. Selain itu, aki juga digunakan dalam sistem cadangan daya ups atau peralatan yang membutuhkan sistem kontrol. Limbah Aki atau baterai bekas bersifat korosif dan mengandung logam berat berbahaya seperti timbal dan asam sulfat, sehingga termasuk kategori limbah B3 dan tidak boleh dibuang sembarangan. Maka, limbah tersebut harus dikelola secara khusus oleh pihak ketiga yang berizin, dalam hal ini PT Surabaya Jadi Jaya, yang bertanggung jawab dalam pengangkutan dan pengolahan limbah B3.

PT Arwana Citramulia TBK juga menghasilkan limbah padat berupa drum logam bekas yang tergolong kedalam limbah B3. Setelah pemakaian drum logam tersebut masih mengandung sisa bahan aditif ataupun residu sehingga permukannya terkontaminasi sisat zat beracun. Kandungan bahan aditif yang masih tersisa pada drum tetap beresiko bagi kesehatan atau lingkungan sehingga tidak dapat digunakan kembali. Oleh karena itu, limbah ini ditangani oleh pihak ketiga berizin, yaitu PT Surabaya Jadi Jaya, yang bertanggung jawab dalam proses pengangkutan dan pengelolaan sesuai peraturan yang berlaku.

Kain majun juga termasuk kedalam salah satu jenis limbah padat B3 yang terdapat di PT Arwana citramulia TBK. Kain majun adalah potongan kain bekas (biasanya dari bahan katun, denim, atau campuran tekstil lainnya). Pada PT Arwana Citramulia TBK digunakan untuk membersihkan alat produksi misalnya dari tumpahan oli , tumpahan glaze, tumpahan engobe dll. Ketika kain majun digunakan untuk membersihkan tumpahan glaze dan engobe dimana terdapat kandungan seperti CMC dan STPP. CMC termasuk kedalam bahan kimia yang tidak mudah terurai, dapat membuat iritasi kulit dan mat apabila kontak langsung. Sedangkan STPP bersifat *irritant* dan dapat mencemari lingkungan jika limbah dari kain majun tidak diolah dengan baik dan benar. Kain majun juga digunakan untuk membersihkan alat produksi dari tumpahan oli mesin. Oli bekas mengandung logam berat seperti timbal (Pb), krom (Cr) dan senya hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) yang bersifat karsinogenik (pemicu kanker). Kain majun yang mengandung oli menjadi mudah terbakar (inflamabel). Berpotensi menghasilkan asap toksik bila dibakar sembarangan. Kain majun juga tidak dapat dibuang langsung pada lingkungan karena dapat mencemari lingkungan karena sifatnya yang sukar terurai secara alami. Karena kain majun terkontaminasi dengan bahan kimia ataupun oli yang tidak bisa digunakan kembali maka diperlukan pengolahan khusus. Kain majun bekas yang telah terkontaminasi oleh oli dan bahan kimia lainnya diserahkan kepada pihak pengelola limbah B3 yang memiliki izin resmi, seperti PT Surabaya Jadi Jaya. Limbah tersebut diangkut menggunakan kendaraan khusus yang dirancang untuk mengangkut limbah B3 guna memastikan keamanan selama proses pengangkutan.

Tabel 2.11.1.2 Pengolahan Limbah Padat

Jenis Limbah	Limbah	Pengolahan Limbah
Limbah Padat	Residu	Direcycle dan dimanfaatkan sebagai bahan baku berupa material affal dalam proses produksi
	Powder	
	Green Body	
	Pecahan Keramik	



Gambar 2.11.1.1 Blok Diagram Pengolahan Limbah Padat

Pada tahap penyaringan slip menggunakan vibrating screen, dihasilkan limbah berupa residu padat seperti gumpalan slip dan partikel kasar yang tidak dapat melewati saringan. Limbah padat ini kemudian dikumpulkan dalam wadah khusus untuk selanjutnya disimpan di gudang bahan baku. Material tersebut selanjutnya dikategorikan sebagai affal, yaitu limbah padat yang masih memiliki potensi untuk digunakan kembali. Affal ini kemudian diolah dan dimanfaatkan kembali sebagai bahan campuran dalam formulasi bahan baku *body* keramik, dengan batas penambahan maksimum sebesar 5% dari total komposisi bahan baku, guna menjaga konsistensi mutu produk akhir.

Setelah melalui proses spray dryer, slip akan berubah menjadi serbuk kering (powder) yang dialirkan menuju silo untuk disimpan sementara sebelum digunakan pada proses pressing. Namun, tidak semua powder langsung masuk ke silo. Sebagian partikel yang sangat halus ikut terbawa oleh aliran udara panas dan tidak mampu mengendap, sehingga dialirkan ke dust collector untuk ditangkap. Proses ini penting untuk mencegah pencemaran udara, menghindari kerugian material, serta menjaga keselamatan kerja. Powder yang lolos ke silo umumnya memiliki ukuran partikel sekitar 160 mikron, kepadatan yang baik, dan sesuai standar untuk proses pressing. Sementara itu, serbuk yang tertangkap di dust collector memiliki ukuran lebih halus, di bawah 20 mikron, mudah terbang, dan tidak cocok langsung digunakan untuk pencetakan. Oleh karena itu, powder dari dust collector dikategorikan sebagai material affal dan akan dicampurkan kembali dengan bahan baku utama dengan persentase 5% agar tetap dapat dimanfaatkan dalam proses produksi tanpa menurunkan kualitas produk akhir.

Pada *horizontal dryer*, *green body* dikeringkan secara bertahap untuk menurunkan kadar airnya hingga kurang dari 1% sebelum masuk ke proses pembakaran. Limbah pada tahap

ini umumnya berupa *green body* yang mengalami retak akibat penyusutan tidak merata. Hal ini disebabkan oleh kadar air awal yang tidak seragam, sehingga bagian luar mengering lebih cepat dibanding bagian dalam, menciptakan tegangan tarik (*tensile stress*) yang menyebabkan keretakan pada *green body*. Jika suhu udara dalam dryer tidak stabil atau terlalu tinggi, pengeringan menjadi tidak merata, memperparah kemungkinan kerusakan. Produk yang saling bersentuhan saat proses pengeringan juga dapat mengalami deformasi bentuk atau retak akibat distribusi panas yang tidak merata. Selain itu, karena *green body* masih dalam kondisi rapuh, kerusakan fisik juga bisa terjadi akibat getaran atau benturan kecil saat proses loading dan unloading.

Setelah keluar dari *horizontal dryer*, produk keramik akan memasuki unit *glazing*, yaitu tahap pelapisan yang mencakup pemberian *engobe*, *glazur*, dan *engobe under tile*. Proses pelapisan ini dilakukan menggunakan sistem transportasi berupa *conveyor*. Pada tahap ini, kondisi fisik badan keramik (*body*) masih tergolong rapuh karena belum mengalami pembakaran (*firing*), sehingga memiliki ketahanan mekanik yang rendah. Apabila terjadi penumpukan keramik selama berada di atas *conveyor*, risiko kerusakan meningkat makakeramik dapat jatuh dan pecah. Kerusakan tersebut menghasilkan limbah padat berupa pecahan *green body* keramik, yakni keramik yang belum mengalami proses pembakaran akhir.

Selama tahap pembakaran di dalam kiln, limbah padat berupa pecahan keramik dapat terbentuk akibat gangguan mekanis maupun ketidakteraturan proses termal. Keramik yang telah disusun pada sistem pemindah (*conveyor*) berpotensi mengalami tumbukan atau pergeseran selama pergerakan menuju zona pembakaran, khususnya apabila penataan tidak presisi. Selain itu, distribusi suhu yang tidak merata di dalam kiln dapat menimbulkan tegangan termal pada struktur keramik, yang selanjutnya menyebabkan retak atau pecah. Akibatnya, dihasilkan limbah padat berupa pecahan keramik yang telah melalui proses firing.

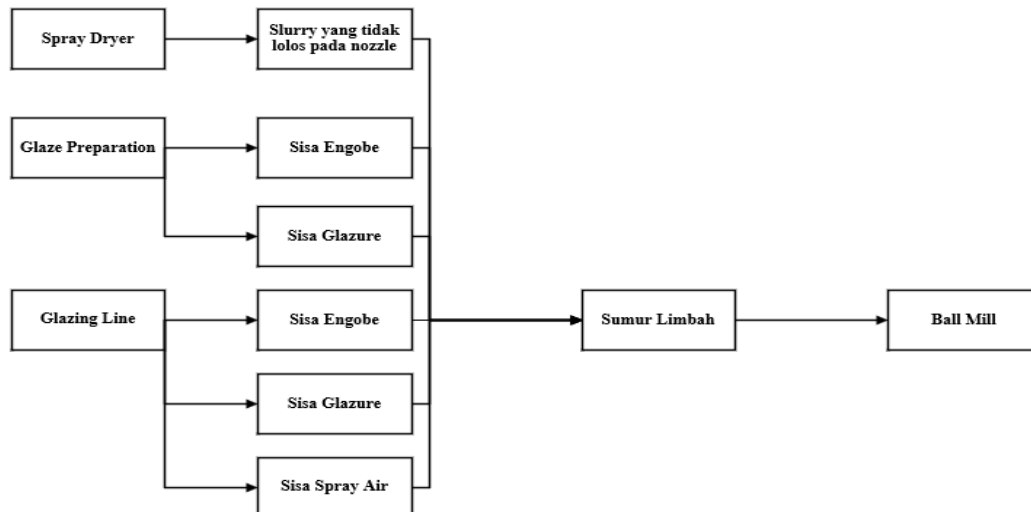
Seluruh limbah padat yang dihasilkan dari berbagai tahapan proses produksi termasuk residu penyaringan slip dari vibrating screen, powder halus hasil penangkapan dust collector, pecahan *green body* dari horizontal dryer dan unit glazing, serta pecahan fired *body* dari kiln akan dikumpulkan dalam wadah penampungan khusus. Limbah padat tersebut kemudian dipindahkan ke gudang bahan baku untuk dikategorikan sebagai *affal*, yaitu limbah padat yang masih memiliki nilai guna dan dapat dimanfaatkan kembali dalam proses produksi. *Affal* selanjutnya mengalami proses penghancuran (*crushing*) menggunakan ball mill untuk menghasilkan partikel berukuran halus dan seragam, sehingga dapat tercampur secara homogen dalam formulasi bahan baku keramik. Penggunaan *affal* ini dibatasi hingga maksimum 5% dari total komposisi bahan baku, guna menjaga konsistensi sifat fisik dan mutu produk akhir, serta mencegah penurunan performa teknis dari keramik yang dihasilkan.

2.11.2 Pengolahan Limbah Cair

Tabel 2.11.2 Pengolahan Limbah Cair

Jenis Limbah	Limbah	Pengolahan Limbah
Limbah cair	<i>Slurry</i> yang tidak lolos nozzle spray dryer	
	Sisa engobe	

	Sisa Glazure	Digunakan kembali sebagai air proses untuk crushing di ball mill
	Sisa Spray Air	



Gambar 2.11.2 Diagram Alir Proses Pengolahan Limbah Cair

Proses pengolahan limbah cair pada pabrik keramik dimulai dari dua sumber utama, yaitu unit Spray Dryer dan Glazing Line. Dari spray dryer, limbah cair yang dihasilkan berupa *slurry* yang tidak lolos pada nozzle. *Slurry* ini merupakan campuran bahan baku keramik seperti tanah liat, feldspar, dan silika yang seharusnya dikabutkan menjadi butiran kering, namun gagal karena ukuran partikel terlalu besar atau terlalu kental sehingga menyumbat nozzle. Bahan ini masih mengandung nilai guna tinggi dan tidak langsung dibuang.

Sementara itu, dari proses Glazing Line, terdapat tiga jenis limbah cair yang dikumpulkan. Pertama, sisa engobe, yaitu limbah dari lapisan dasar berwarna yang digunakan sebelum pelapisan glasir. Limbah ini umumnya berasal dari sisa bahan engobe yang tidak menempel atau terbuang saat proses aplikasi. Kedua, sisa glazur, yaitu sisa bahan pelapis berbasis kaca yang tidak menempel pada permukaan keramik, baik karena kelebihan semprot maupun kegagalan dalam pelapisan. Ketiga, sisa spray air, yakni air limbah dari sistem penyemprotan otomatis yang tidak seluruhnya mengenai produk keramik dan membawa sisa bahan glazur atau engobe bersamanya. Ketiga campuran tersebut akan mengalir melalui jalur limbah cair yang berbentuk seperti bak saluran limbah kemudian akan dialirkan ke sumur limbah.

Semua jenis limbah cair dari spray dryer dan glazing line tersebut kemudian dialirkan dan dikumpulkan ke dalam satu sistem penampungan yang disebut sumur limbah. Fungsi utama dari sumur limbah ini adalah sebagai tempat homogenisasi, pengendapan partikel padat, serta sebagai titik pengumpulan sebelum dilakukan proses daur ulang lebih lanjut. Sumur limbah tidak hanya berfungsi untuk mencegah limbah cair langsung mencemari lingkungan, namun juga sebagai langkah awal untuk pemanfaatan kembali material yang masih bisa digunakan. Untuk mencegah terjadinya pengendapan berlebihan dari campuran engobe, spray

air, dan glazur, di dalam sumur limbah dipasang sebuah stirer (pengaduk). Stirer ini berfungsi menjaga agar partikel-partikel padat tetap tersuspensi dalam larutan, sehingga campuran tetap homogen dan mudah dialirkan ke proses selanjutnya tanpa menyumbat atau menimbulkan lapisan endapan yang sulit dibersihkan.

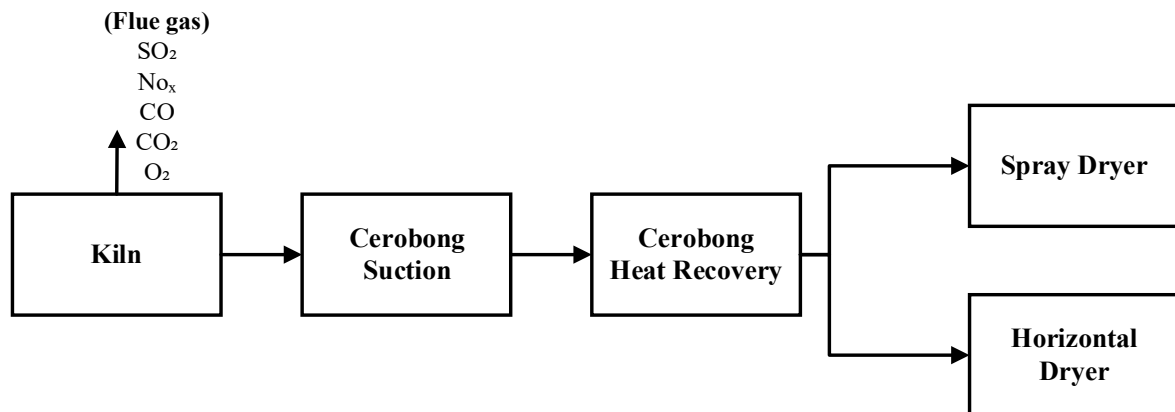
Setelah proses homogenisasi di sumur limbah, limbah cair kemudian dialirkan menuju unit ball mill dengan menggunakan piston pump. Penggunaan piston pump (pompa piston) pada tahap ini dipilih karena limbah *slurry* yang dialirkan memiliki viskositas tinggi dan mengandung partikel padat halus. Piston pump merupakan jenis pompa positif-displacement yang bekerja dengan cara mendorong fluida menggunakan gerakan maju-mundur piston dalam ruang silinder. Keunggulan utama piston pump adalah kemampuannya menangani fluida dengan tekanan tinggi, akurasi aliran yang konstan, serta daya dorong yang kuat, bahkan terhadap fluida yang tidak homogen. Pompa jenis ini juga tahan terhadap aus akibat partikel abrasif, sehingga sangat cocok digunakan untuk limbah cair dari proses keramik yang masih mengandung lumpur halus dan partikel padat. Pada saat di ball mill, limbah *slurry* akan diproses kembali dengan cara dihancurkan dan dihaluskan hingga menjadi *slurry* baru yang homogen. Ball mill berisi bola-bola baja atau keramik yang berputar bersama silinder, berfungsi untuk mencampur dan menggiling partikel secara intensif. *Slurry* hasil dari ball mill kemudian digunakan kembali sebagai bahan baku pembuatan *body* keramik, sehingga limbah tidak terbuang percuma, tetapi dimanfaatkan kembali dalam siklus produksi.

Secara keseluruhan, sistem pengolahan limbah cair ini merupakan bagian dari strategi recycle internal yang tidak hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga meningkatkan efisiensi produksi dan penghematan bahan baku. Kombinasi penggunaan stirer di sumur limbah dan piston pump menuju ball mill menciptakan alur pengolahan limbah yang tangguh, efektif, dan sesuai dengan karakteristik material yang dihadapi oleh industri keramik.

2.11.3 Pengolahan Limbah Gas

Tabel 2.11.3 Pengolahan Limbah Gas

Jenis Limbah	Limbah	Konsentrasi zat	Pengolahan Limbah
Limbah gas	Sulfur Dioksida	3 mg/Nm ³	Heat Recovery
	Nitrogen Oksida	< 1 mg/Nm ³	
	Hidrogen Florida	0,2 mg/Nm ³	
	Karbon dioksida	< 0,1%	
	Karbon Monoksida	< 1 mg/Nm ³	
	Oksigen	20,9%	



Gambar 2.11.3 Diagram Alir Proses Pengolahan Limbah Gas

Pada proses produksi di industri keramik, kiln berfungsi sebagai unit utama dalam tahapan firing, di mana material dipanaskan hingga suhu tinggi untuk mencapai tahap sintering. Proses pembakaran di kiln melibatkan reaksi antara bahan bakar (umumnya gas alam atau LPG) dengan oksigen dari udara. Reaksi ini menghasilkan panas yang sangat tinggi dan limbah gas buang (flue gas) sebagai hasil samping. Flue gas mengandung berbagai senyawa gas hasil reaksi pembakaran, serta sisa gas dari udara pembakaran yang tidak bereaksi. Berdasarkan data yang diperoleh dari sistem monitoring emisi, komposisi flue gas dari kiln adalah sebagai berikut: SO_2 sebesar 3 mg/Nm^3 , $\text{NO}_x < 1 \text{ mg/Nm}^3$, CO sebesar 1 mg/Nm^3 , $\text{CO}_2 < 0,1\%$, dan oksigen sisa sebesar $20,9\%$.

Nilai konsentrasi karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (NO_x) yang sangat rendah menunjukkan bahwa reaksi pembakaran berlangsung hampir sempurna. Kadar oksigen sisa sebesar $20,9\%$ juga menunjukkan bahwa sistem pembakaran disuplai oleh udara berlebih (excess air), yang umum digunakan untuk memastikan semua bahan bakar terbakar tuntas. Dengan parameter-parameter ini, dapat dihitung bahwa efisiensi pembakaran di kiln mencapai $99,99\%$, artinya hanya $0,01\%$ dari bahan bakar yang tidak terbakar sempurna. Efisiensi setinggi ini menunjukkan bahwa desain burner, sistem kontrol udara, dan distribusi panas di dalam kiln telah bekerja dengan sangat optimal. Kadar CO_2 yang hanya $< 0,1\%$ dalam flue gas mencerminkan bahwa sebagian besar gas buang telah didaur ulang atau dimanfaatkan kembali di sistem lain.

Flue gas yang masih memiliki temperatur tinggi kemudian tidak langsung dibuang ke atmosfer, melainkan diarahkan terlebih dahulu melalui sistem cerobong suction dan cerobong heat recovery. Sistem suction menggunakan blower untuk mengatur aliran flue gas, memastikan tidak terjadi akumulasi gas di dalam kiln yang dapat mengganggu proses pembakaran. Di bagian cerobong heat recovery, panas yang masih terkandung dalam flue gas digunakan kembali untuk memanaskan dua unit pengering, yaitu spray dryer (SD) dan horizontal dryer (HD). Pada spray dryer, panas digunakan untuk menguapkan air dari *slurry* keramik dan membentuk powder kering. Sedangkan pada horizontal dryer, gas panas digunakan untuk mengeringkan *green body* (produk setengah jadi), sehingga proses pengeringan menjadi lebih efisien tanpa membutuhkan burner tambahan.



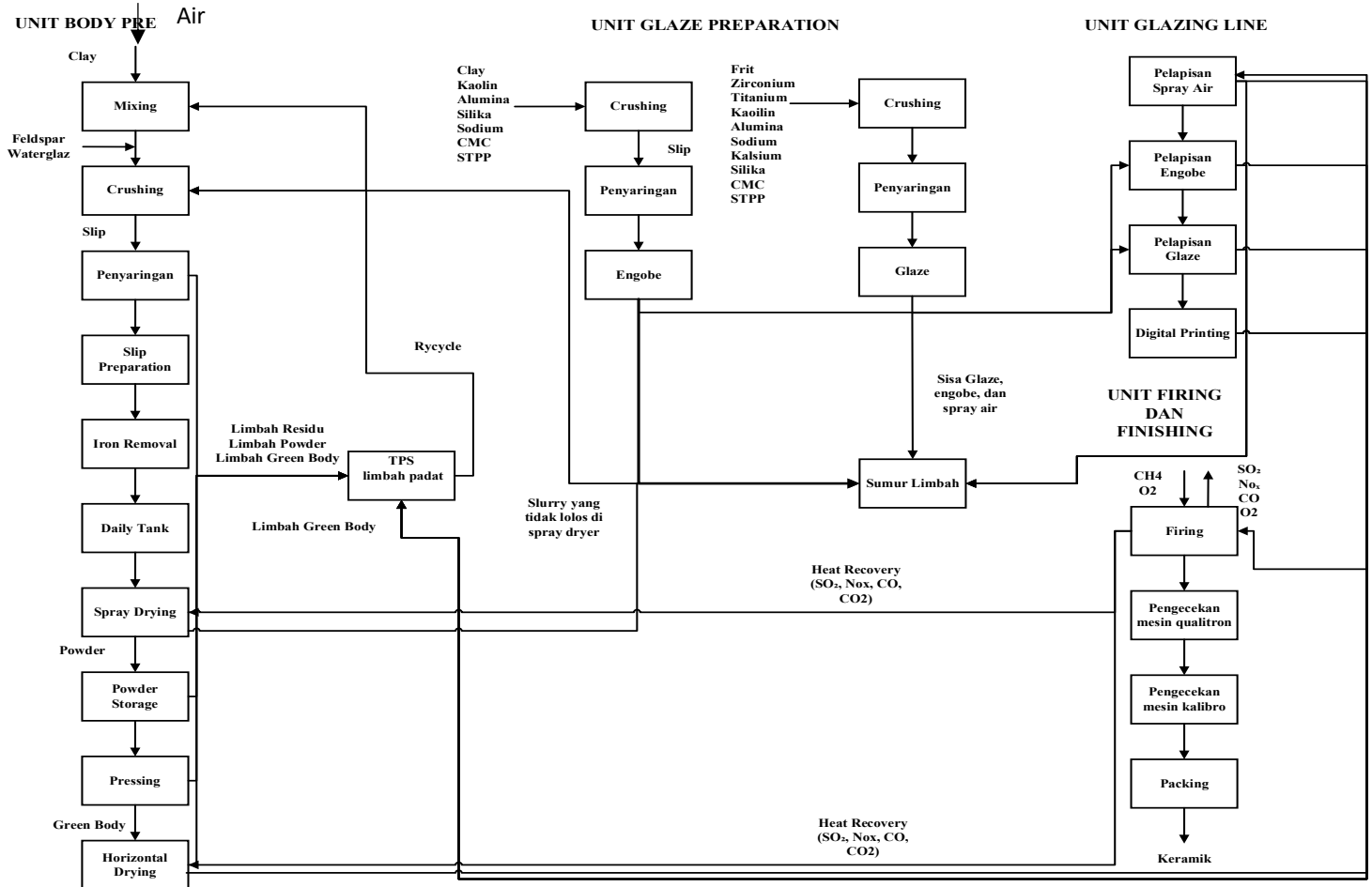
LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Setelah panasnya dimanfaatkan, gas sisa tetap memiliki kandungan polutan yang rendah. Sebelum dibuang melalui cerobong akhir, gas ini biasanya dilewatkan terlebih dahulu ke dalam dust collector untuk menghilangkan partikel debu atau sisa padatan. Dengan konfigurasi ini, sistem tidak hanya menghemat energi melalui waste heat recovery, tetapi juga memastikan bahwa gas buang yang dilepaskan ke lingkungan telah memenuhi standar emisi yang berlaku.

BAB III HASIL MAGANG

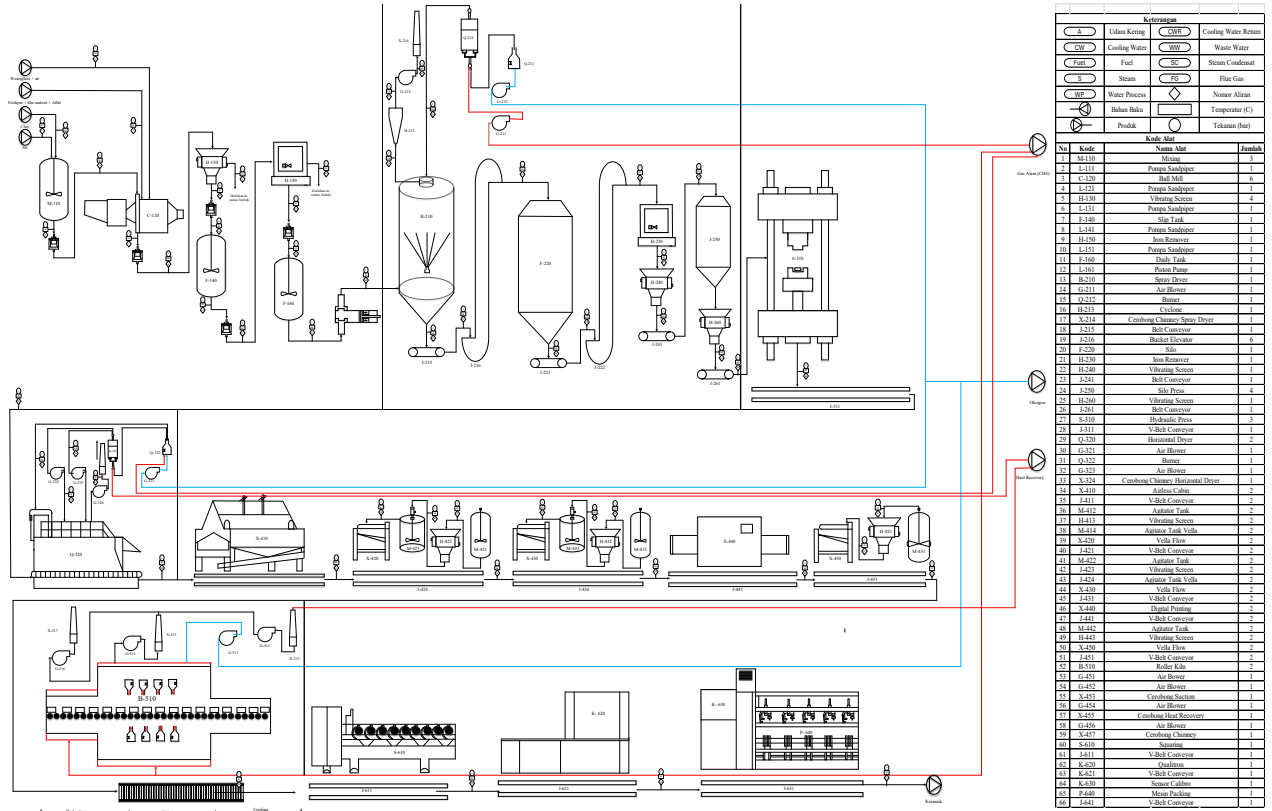
3.1 Process Blok Diagram PT Arwana Citramulia Tbk Plant 3

F

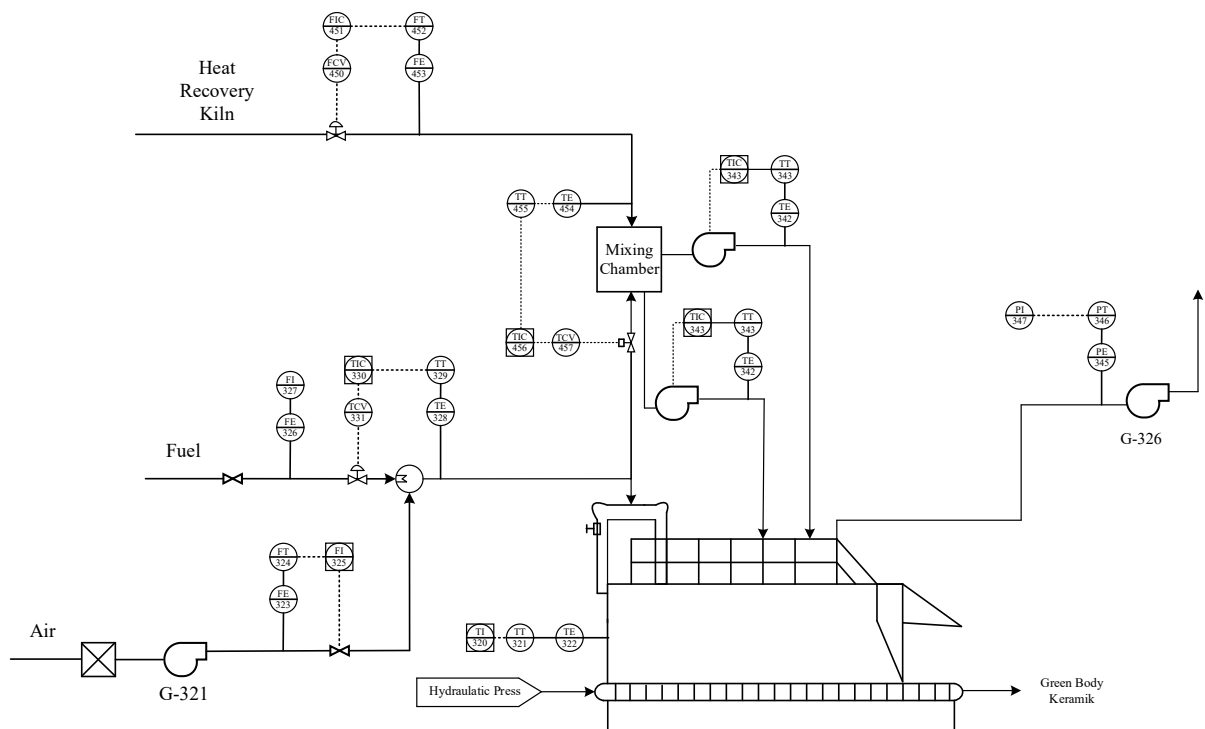


3.2 Process Flow Diagram PT Arwana Citramulia Tbk Plant 3

LAPORAN MAGANG PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK



3.3 Piping and Instrumentation (p&id) Horizontal Dryer



3.4 Neraca Massa PT Arwana Citramulia Tbk

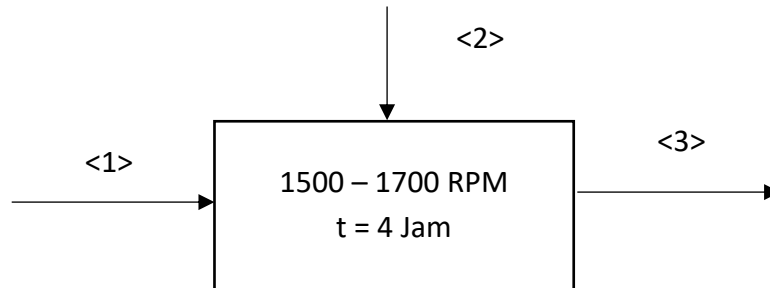
Kapasitas Produksi :

Pencapaian Produk Keramik	= 13.500 m ² /day
Total kapasitas Produksi per Hari	= 225382.5 Kg/day
Total kapasitas Produksi per Tahun	= 82264612.5 Kg/tahun
Waktu Operasi	= 365 Hari Kerja
Basis Waktu	= 1 Jam Operasi
Kapasitas Produksi per jam	= 9390.9375 Kg/Jam

Komposisi Material Body :

Total Kapasitas Body keramik	= 13.500 m ² /day x 16.5 kg / m ² : 24 jam = 9281.25 kg/jam
Feldspar	= 85%
Abu Andesit	= 10%
Clay	= 15%
Total	= 100%
Air 33.5% dari material	
Waterglass 0.9% dari material	
Afal 5 % dari material	

1. Neraca Massa Mixing Clay (M-110 A/B)



Information

Kadar Air Clay = 19.5 %

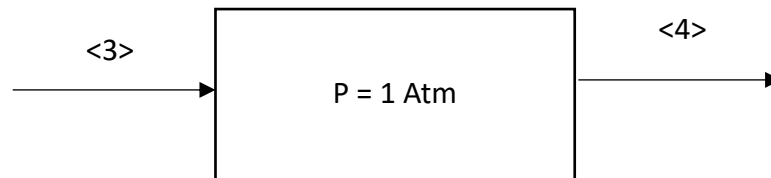
Kebutuhan Clay = Kapasitas Body per hari x komposisi clay / 1 - kadar air clay = 1391.99

Komposisi Clay 70% = 70% x 1391.99 = 974.39475 kg/h

Komposisi Air 40% = 40% x 1391.99 = 556.797 kg/h

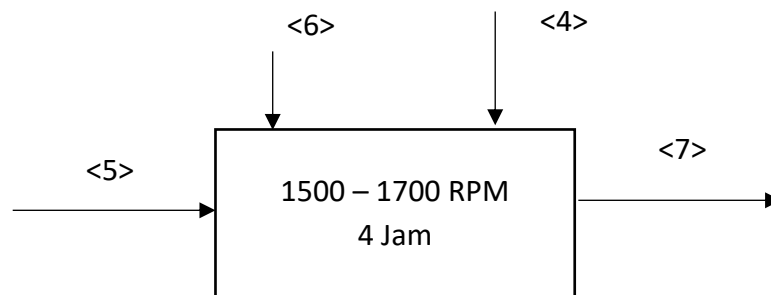
Komponen	Masuk				Keluar	
	1		2		3	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
Clay	1.00	974.25			0.64	974.25125
Air			1.00	556.715	0.36	556.715
Total	1.00	974.25125	1.00	556.715	1.00	1530.96625
Total Massa	1530.96625				1530.96625	

2. Neraca Massa Sandpiper (L-111)



Komponen	Masuk		Keluar	
	3		4	
	x	m (kg)	x	m (kg)
Clay	0.64	974.39	0.64	974.39
Air	0.36	556.80	0.36	556.80
Total	1.00	1531.19	1.00	1531.19
Clay		1531.19		1531.19

3. Neraca Massa Ball Mill (C-120)

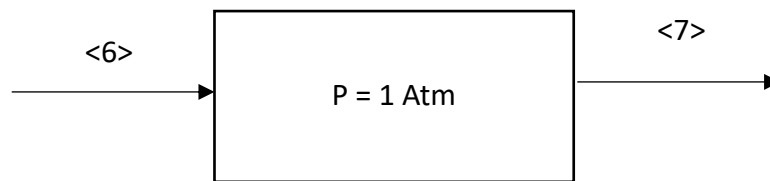


Kapasitas material body total = 9281.25 Kg/h
 Massa air total = 33.5% x 9281.25 Kg/h = 3109.22 Kg/h
 Massa waterglass total = 83.53 Kg/h
 Total air dan waterglass = 3192.75 Kg/h

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

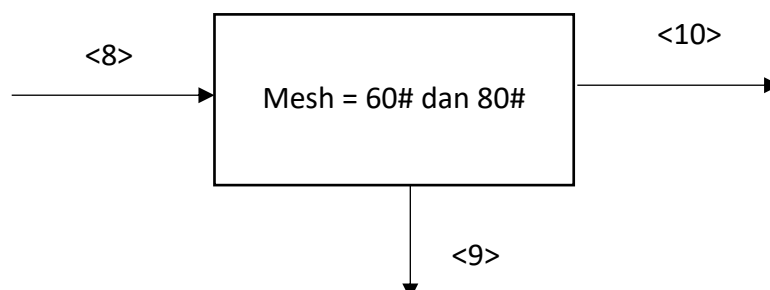
Komponen	Masuk						Keluar	
	4		5		6		7	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
Feldspar			0.82	6960.82			0.52	6960.82
Abu Andesit			0.11	928.06			0.07	928.055
Afal			0.05	464.06			0.03	464.0625
Clay	0.64	974.39					0.07	974.39475
Water Glass					0.02	83.53125	0.01	83.53125
Air	0.37	556.80			0.98	3109.21875	0.28	3666.02
Fe ₂ O ₃			0.02	185.625			0.01	185.625
Total	1.00	1531.19175	0.98	8538.56	1	3192.75	1.00	13262.50
Total Massa	13262.50						13262.50	

4. Neraca Massa Sand Piper dua diafragma 2 (L-121)



Komponen	Masuk		Keluar	
	7		8	
	x	m (kg)	x	m (kg)
Feldspar	0.52	6960.82	0.52	6960.82
Abu Andesit	0.07	928.06	0.07	928.06
Afal	0.03	464.06	0.03	464.06
Clay	0.07	974.39	0.07	974.39
Water Glass	0.01	83.53	0.01	83.53
Air	0.28	3666.02	0.28	3666.02
Fe ₂ O ₃	0.01	185.63	0.01	185.63
Total	1.00	13262.50	1.00	13262.50
Total Massa	13262.50		13262.50	

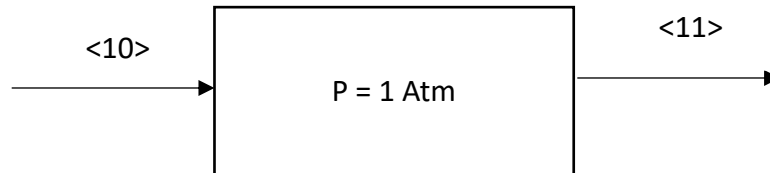
5. Neraca Massa Saringan Getar (H-130)



Standart partikel yang tidak lolos pada Mesh 60# dan 80#
1.5% dari massa total material = 198.94 Kg/h

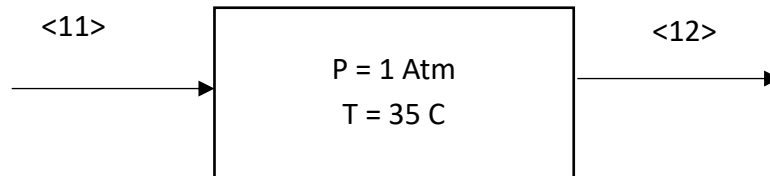
Komponen	Masuk		Keluar			
	8		9		10	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
Feldspar	0.52	6960.82	0.52	104.41	0.52	6856.41
Abu Andesit	0.07	928.06	0.07	13.92	0.07	914.13
Afal	0.03	464.06	0.03	6.96	0.03	457.10
Clay	0.07	974.39	0.07	14.62	0.07	959.78
Water Glass	0.01	83.53	0.01	1.25	0.01	82.28
Air	0.28	3666.02	0.28	54.99	0.28	3611.03
Fe ₂ O ₃	0.01	185.63	0.01	2.78	0.01	182.84
Total	1.00	13262.50	1.00	198.94	1.00	13063.57
Total Massa	13262.50		13262.50			

6. Neraca Massa Sand Piper dua Diafragma (L-131)



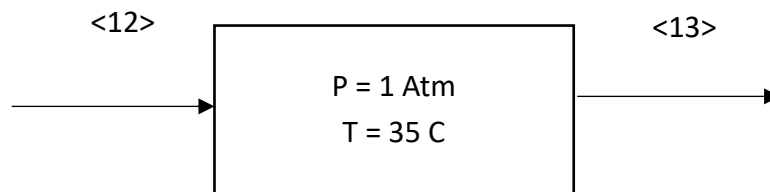
Komponen	Masuk		Keluar	
	10		11	
	x	m (kg)	x	m (kg)
Feldspar	0.52	6856.41	0.52	6856.41
Abu Andesit	0.07	914.13	0.07	914.13
Afal	0.03	457.10	0.03	457.10
Clay	0.07	959.78	0.07	959.78
Water Glass	0.01	82.28	0.01	82.28
Air	0.28	3611.03	0.28	3611.03
Fe ₂ O ₃	0.01	182.84	0.01	182.84
Total	1.00	13063.57	1.00	13063.57
Total Massa	13063.57		13063.57	

7. Neraca Massa Slip Tank (F-140)



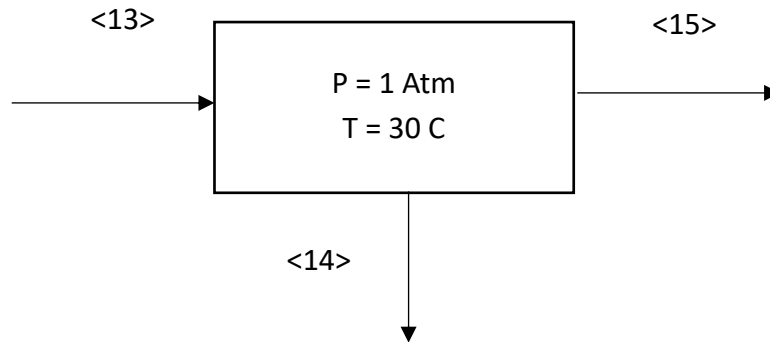
Komponen	Masuk		Keluar	
	11		12	
	x	m (kg)	x	m (kg)
Feldspar	0.52	6856.41	0.52	6856.41
Abu Andesit	0.07	914.13	0.07	914.13
Afal	0.03	457.10	0.03	457.10
Clay	0.07	959.78	0.07	959.78
Water Glass	0.01	82.28	0.01	82.28
Air	0.28	3611.03	0.28	3611.03
Fe ₂ O ₃	0.01	182.84	0.01	182.84
Total	1.00	13063.57	1.00	13063.57
Total Massa	13063.57		13063.57	

8. Neraca Massa Sand Piper dua Diafragma (L-141)



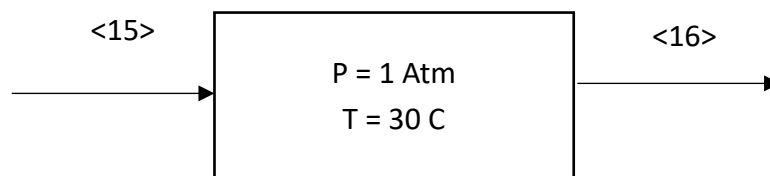
Komponen	Masuk		Keluar	
	12		13	
	x	m (kg)	x	m (kg)
Feldspar	0.52	6856.41	0.52	6856.41
Abu Andesit	0.07	914.13	0.07	914.13
Afal	0.03	457.10	0.03	457.10
Clay	0.07	959.78	0.07	959.78
Water Glass	0.01	82.28	0.01	82.28
Air	0.28	3611.03	0.28	3611.03
Fe ₂ O ₃	0.01	182.84	0.01	182.84
Total	1.00	13063.57	1.00	13063.57
Total Massa	13063.57		13063.57	

9. Neraca Massa Iron Remover (H-150)



Komponen	Masuk		Keluar			
	13		14		15	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
Feldspar	0.52	6856.41			0.53	6856.41
Abu Andesit	0.07	914.13			0.07	914.13
Afal	0.03	457.10			0.04	457.10
Clay	0.07	959.78			0.07	959.78
Water Glass	0.01	82.28			0.01	82.28
Air	0.28	3611.03			0.28	3611.03
Fe ₂ O ₃	0.01	182.84	1.00	182.84		
Total	1.00	13063.57	1.00	182.84	1.00	12880.73
Total Massa	13063.57		13063.57			

10. Neraca Massa Sand Piper Dua Diafragma (L-151))

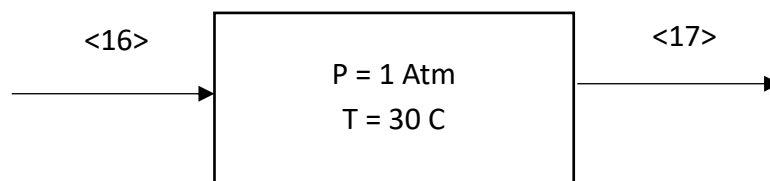


Komponen	Masuk		Keluar	
	15		16	
	x	m (kg)	x	m (kg)
Feldspar	0.53	6856.41	0.53	6856.41
Abu Andesit	0.07	914.13	0.07	914.13

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

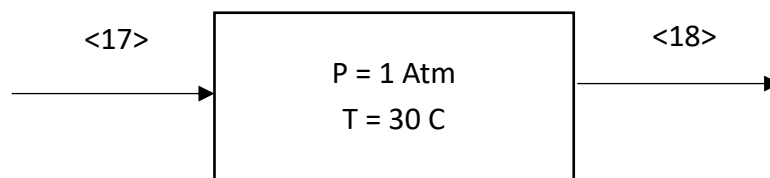
Afal	0.04	457.10	0.04	457.10
Clay	0.07	959.78	0.07	959.78
Water Glass	0.01	82.28	0.01	82.28
Air	0.28	3611.03	0.28	3611.03
Total	1.00	12880.73	1.00	12880.73
Total Massa		12880.73		12880.73

11. Neraca Massa Daily Tank (F-160)



Komponen	Masuk		Keluar	
	16		17	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.53	6856.41	0.53	6856.41
Abu Andesit	0.07	914.13	0.07	914.13
Afal	0.04	457.10	0.04	457.10
Clay	0.07	959.78	0.07	959.78
Water Glass	0.01	82.28	0.01	82.28
Air	0.28	3611.03	0.28	3611.03
Total	1.00	12880.73	1.00	12880.73
Total Massa		12880.73		12880.73

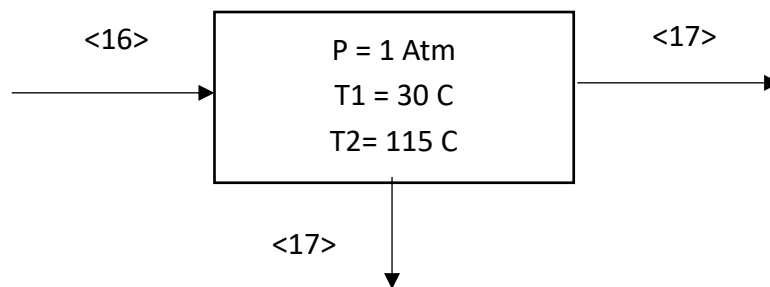
12. Neraca Massa Piston Pump (L-161)



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Komponen	Masuk		Keluar	
	17		18	
	x	m (kg)	x	m (kg)
Feldspar	0.53	6856.41	0.53	6856.41
Abu Andesit	0.07	914.13	0.07	914.13
Afal	0.04	457.10	0.04	457.10
Clay	0.07	959.78	0.07	959.78
Water Glass	0.01	82.28	0.01	82.28
Air	0.28	3611.03	0.28	3611.03
Total	1.00	12880.73	1.00	12880.73
Total Massa	12880.73		12880.73	

13. Neraca Massa Spray Dryer (B-120)



Solids to Dry = Slip body ceramics

Feed concentrate mass flowrate = 12880.73 Kg/h

Feed concentrate total solid = 64.9%

Moisture in the feed concentrate = $\frac{1-64.9}{64.9} = 0.54$ kg water / kg dry air

feed concentrate temperature = 25.0 C

Outlet solids moisture = 6.0% moisture powder yang masih mengandung air didalamnya

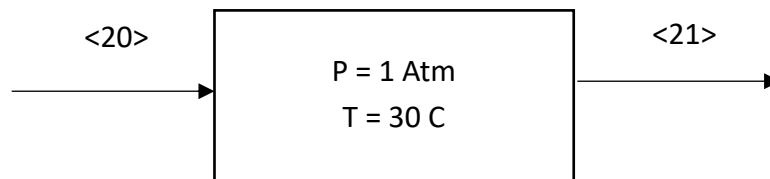
Moisture in the solids = 0.064 kg water / kg dry air

Outlet solids Temperature = 115 C

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

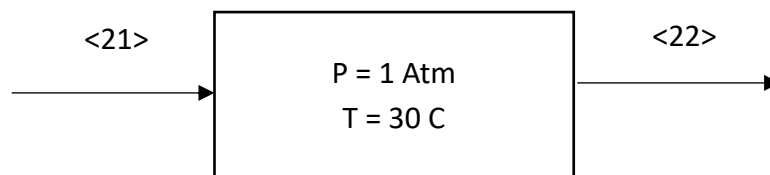
Komponen	Masuk		keluar			
	18		19		20	
	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h
Feldspar	0.53	6856.41			0.68	6856.41
Abu Andesit	0.07	914.13			0.09	914.13
Afal	0.04	457.10			0.05	457.10
Clay	0.07	959.78			0.10	959.78
Water Glass	0.01	82.28	0.03	82.28		
Air	0.28	3611.03	0.97	2786.66	0.08	824.37
Udara kering						
Total	1.00	12880.73	1	2868.94	1.00	10011.79
Total Massa	12880.73		12880.73			

14. Neraca Massa Bucket Elevator (J-216)



Komponen	Masuk		Keluar	
	20		21	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.68	6856.41	0.68	6856.41
Abu Andesit	0.09	914.13	0.09	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78
Air	0.08	824.37	0.08	824.37
Total	1.00	10011.79	1.00	10011.79
Total Massa	10011.79		10011.79	

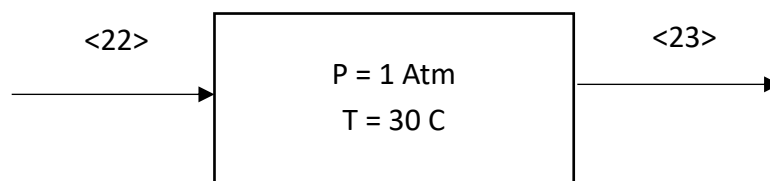
15. Neraca Massa Silo (F-220)



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

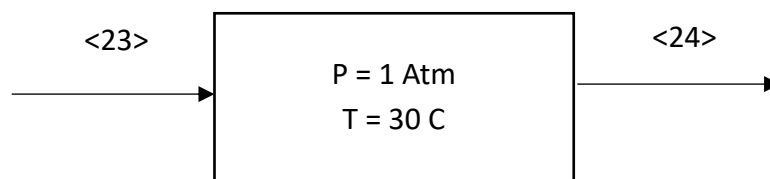
Komponen	Masuk		Keluar	
	22		23	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.68	6856.41	0.68	6856.41
Abu Andesit	0.09	914.13	0.09	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78
Air	0.08	824.37	0.08	824.37
Total	1.00	10011.79	1.00	10011.79
Total Massa	10011.79		10011.79	

16. Neraca Massa Bucket Elevator (J-222)



Komponen	Masuk		Keluar	
	23		24	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.68	6856.41	0.68	6856.41
Abu Andesit	0.09	914.13	0.09	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78
Air	0.08	824.37	0.08	824.37
Total	1.00	10011.79	1.00	10011.79
Total Massa	10011.79		10011.79	

17. Neraca Massa Iron Remover (H-230)

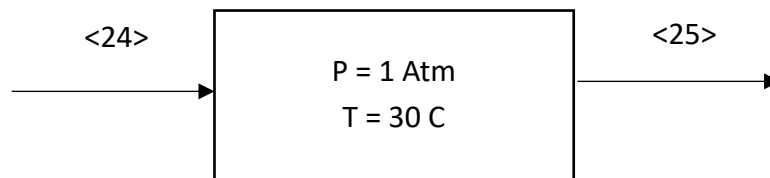


Komponen	Masuk	Keluar
----------	-------	--------

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

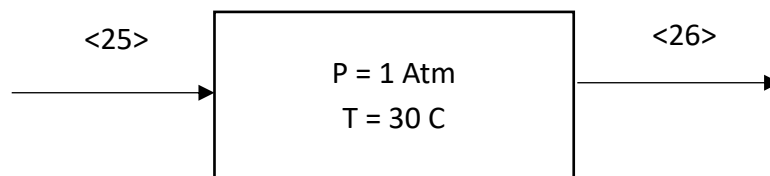
	23		24	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.68	6856.41	0.68	6856.41
Abu Andesit	0.09	914.13	0.09	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78
Air	0.08	824.37	0.08	824.37
Total	1.00	10011.79	1.00	10011.79
Total Massa	10011.79		10011.79	

18. Neraca Massa Saringan Getar (H-240)



Komponen	Masuk		Keluar	
	24		25	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.68	6856.41	0.68	6856.41
Abu Andesit	0.09	914.13	0.09	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78
Air	0.08	824.37	0.08	824.37
Total	1.00	10011.79	1.00	10011.79
Total Massa	10011.79		10011.79	

19. Neraca Massa Silo Press (J-250)



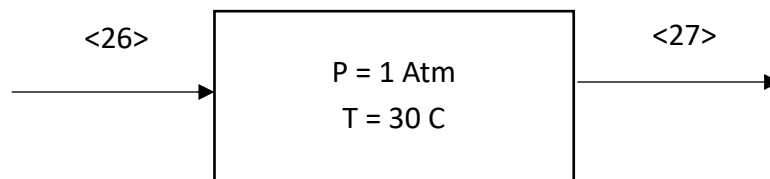
Komponen	Masuk		Keluar	
	25		26	
	x	kg/h	x	kg/h



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

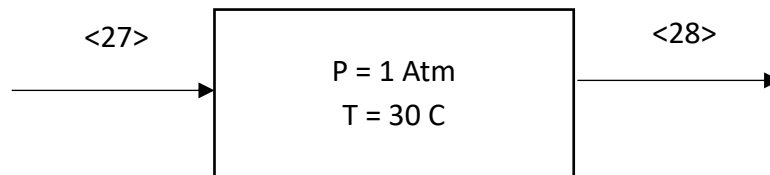
Feldspar	0.68	6856.41	0.68	6856.41
Abu Andesit	0.09	914.13	0.09	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78
Air	0.08	824.37	0.08	824.37
Total	1.00	10011.79	1.00	10011.79
Total Massa	10011.79		10011.79	

20. Neraca Massa Saringan Getar (H-260)



Komponen	Masuk		Keluar	
	26		27	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.68	6856.41	0.68	6856.41
Abu Andesit	0.09	914.13	0.09	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78
Air	0.08	824.37	0.08	824.37
Total	1.00	10011.79	1.00	10011.79
Total Massa	10011.79		10011.79	

21. Neraca Massa Mesin Press (S-310)

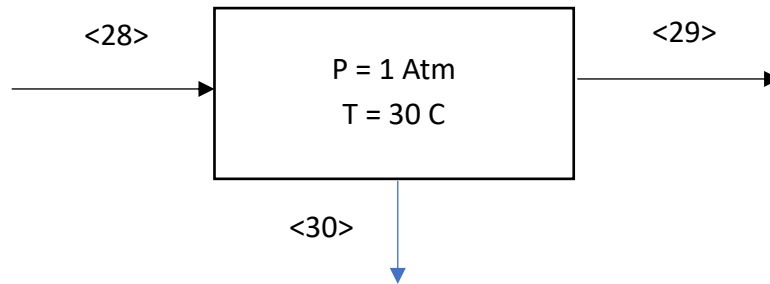


Komponen	Masuk		Keluar	
	27		28	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.68	6856.41	0.68	6856.41
Abu Andesit	0.09	914.13	0.09	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

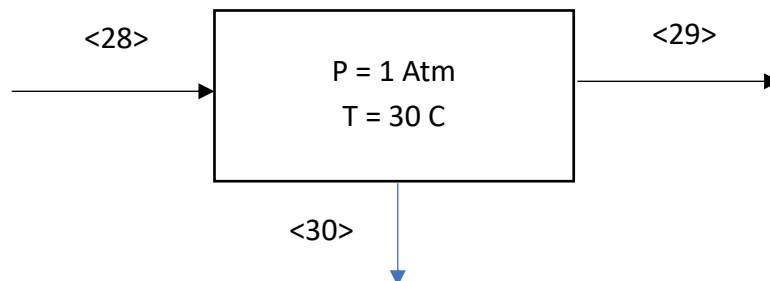
Air	0.08	824.37	0.08	824.37
Total	1.00	10011.79	1.00	10011.79
Total Massa	10011.79		10011.79	

22. Neraca Massa Horizontal Dryer (S-310)



Komponen	Masuk		keluar			
	28		29		30	
	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h
Feldspar	0.68	6856.41			0.75	6856.41
Abu Andesit	0.09	914.13			0.10	914.13
Afal	0.05	457.10			0.05	457.10
Clay	0.10	959.78			0.10	959.78
Air	0.08	824.37	1.00	824.37		
Udara kering						
Total	1.00	10011.79	1	824.37		9187.42
Total Massa	10011.79		10011.79			

23. Neraca Massa Kiln (B-510)



Feed masuk = 9145.50

H₂O yang dilepas = 77.39383958

Feed kering tanpa H₂O = 9068.10

Debu keluar = 0.01 (90.68102771)

Perhitungan Pada Pre Heating

		Reaksi Kalsinasi	100%				
		CaCO ₃	→	CaO	+	CO ₂	
M	0.8195625	-	-	-	-	-	
R	0.8195625	0.8195625		0.8195625		0.8195625	
S	0	0.8195625		0.8195625		0.8195625	
		CaMg(CO ₃) ₂	→	CaO	+	MgO	+ 2CO ₂
M	0.037825585	-	-	-	-	-	
R	0.037825585	0.037825585		0.037825585		0.037825585	0.075651
S	0	0.037825585		0.037825585		0.037825585	0.075651
		Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	→	Al ₂ Si ₂ O ₇	+	2H ₂ O	
M	0.092380989	-	-	-	-	-	
R	0.092380989	0.092380989		0.092380989		0.184761979	
	0	0.092380989		0.092380989		0.184761979	
						0	

Gas Alam
Input 25,090.53
Efisiensi pembakaran 100.00%
Reaksi pembakaran Metana (CH₄)

Typical excess air to achieve the highest possible efficiency for some common fuels:

- 5 - 10% for natural gas
- 5 - 20% for fuel oil
- 15 - 60% for coal

	CH ₄	+	2O ₂	→	CO ₂	+	2H ₂ O
M	1,568.16		3,136.32		-		-
R	1,568.16		3136.316469		1,568.16		3136.316
S	-		0.00		1,568.16		3136.316
							0

Kebutuhan O₂ teoritis 100362.127



% excess	
natural gas	10%
O2 sisa	
pembakaran	10036.2127
Kebutuhan O2	
sesungguhnya	110398.3397
Massa udara/ udara tersier	525706.3796

88



LAPORAN MAGANG

PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Udara sekunder + Udara Tersier 0,80 X

80%

5,575,155.27 = gas buang

Udara pendingin 1,115,031.05

Pre heating																			
Input										Output									
Komponen	BH	x	kg	Mol	x	kg	Mol	x	kg	Mol	Reaksi	0.00	x	kg	Mol	x	kg	Mol	x
Feldspar (KAlSi ₃ O ₈) (kalium aluminosilikat)	83.29	0.705	6445.02	77.38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.72	6445.02	77.38
Abu andesit	69.04	0.094	859.29	12.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	859.29	12.45
Clay	74.55	0.047	434.25	5.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	434.25	5.82
Afal	-	0.100	911.79	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	911.79	0.00
Air	18.00	0.008	77.39	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.00	0.00
Frit	-	0.022	204.19	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	204.19	0.00
Clay	83.29	0.002	14.82	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.82	0.18
Kaolin	258.17	0.003	23.85	0.09	0	0	0	0	0	0	0	-0.09	0	0	0	0	0	0	0.00
Kalsium	100.00	0.009	81.96	0.82	0	0	0	0	0	0	0	-0.82	0	0	0	0	0	0	0.00
Pasir	60.00	0.004	38.36	0.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.36	0.64
Sodium Super White	122.07	0.005	42.72	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.72	0.35
Titanium	79.87	0.0044	4.01	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.01	0.05
Dolomit	184.40	0.00076	6.98	0.04	0	0	0	0	0	0	0	-0.04	0	0	0	0	0	0.00	0.00
STPP	291.94	0.00008	0.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0.44
CMC	144.12	0.00002	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0.17
CH4	18.00	0	0	1.00	25090.53	1568.16	0	0	0	0	0	-1568.16	0	0	0	0	0	0	0.00
CO2	44.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1569.05	0	0	0.55	69038.35	1569.05	0	0.00
H2O	18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3136.59	0	0	0.45	56457.02	3136.59	0	0.00
AP20207	222.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	20.52	0.09	0	0.00
MgO	40.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	1.51	0.04	0	0.00
CaO	56.00	0	12.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.86	0	0	0	48.01	0.86	0	0.00
O2	0	0	0	0	0	0	0	1.00	525706.38	16428.32	-3136.32	1.00	425344.25	13292.01	0	0	0	0	0.00
Total	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total Semua	0.00	1.000	9145.50	0.00	1.00	25090.53	1568.16	0	525706.38	16428.32	0	1.00	425344.25	13292.01	1.00	125642.82	4706.54	1.00	8955.06

Reaksi																			
Komponen	BH	x	kg	Mol	x	kg	Mol	x	kg	Mol	Reaksi	0.00	x	kg	Mol	x	kg	Mol	x
Feldspar (KAlSi ₃ O ₈) (kalium aluminosilikat)	83.29	0.705	6445.02	77.38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7223	695.8407	6.232
Abu andesit	69.04	0.094	859.29	12.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0963	91.4154	1.3241
Clay	74.55	0.047	434.25	5.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0463	45.7102	0.6101
Afal	-	0.100	911.79	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.101	95.1775	0.0013
Air	18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0002	0.0000	0.0000
Frit	-	0.022	204.19	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0216	20.4195	0.0003
Clay	83.29	0.002	14.82	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0018	1.4822	0.0178
Kaolin	258.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
Kalsium	100.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
Pasir	60.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0040	3.8363	0.0519
Sodium Super White	122.07	0.005	42.72	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0045	4.2122	0.0550
Titanium	79.87	0.0044	4.01	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0004	0.4011	0.0050
Dolomit	184.40	0.00076	6.98	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
STPP	291.94	0.00008	0.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
CMC	144.12	0.00002	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
CH4	18.00	0	0	1.00	25090.53	1568.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	44.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	18.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
AP20207	222.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
MgO	40.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
CaO	56.00	0	12.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
O2	0	0	0	0	0	0	0	1.00	525706.38	16428.32	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
Total	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000

Komponen		41		29		38		42		43		44	
		x	kg	x	kg	x	kg	x	kg	x	kg	x	kg
Feldspar (KAlSi ₃ O ₈) (kalium aluminosilikat)		0.7246509	6856.407	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7246509	6856.4
Abu andesit		0.0966145	914.1342	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0966145	914.13
Clay		0.0483109	457.1016	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0483109	457.10
Afal		0.1014386	959.7788	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1014386	959.77
Air		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frit		0.0194224	183.7688	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0194224	183.76
Clay		0.0014099	13.33969	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0014099	13.339
Pasir		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sodium Super White		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Titanium		0.0036491	34.52625	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0036491	34.526
STPP		0.0040637	38.44969	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0040637	38.449
CMC		0.0003815	3.609563	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0003815	3.6095
CH4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO2		4.191E-05	0.396508	0	0	0	0	0	0	0	0	4.191E-05	0.3965
H2O		1.659E-05	0.156938	0	0	0	0	0	0	0	0	1.659E-05	0.1569
Udara Pendingin		0	0	0	0	0	0	1	1115031	0	0	0	0
Udara Tersier		0	0	1	525706.38	0	0	0	0	0	0	0	0
Udara Sekunder		0	0	0	0	1	3934417.84	0	0	0	0	0	0
Gas buang		0	0	0	0	0	0	0	0	1	5575155	0	0
Total		1	9461.669	1	525706.38	1	3934417.84	1	1115031	1	5575155	1	9461.6
Total					5584616.939						5584616.939		

<44>

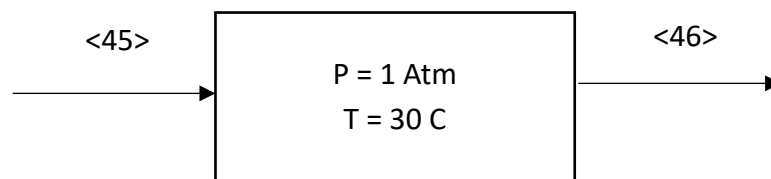
<45>

P = 1 Atm
T = 30 C

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Komponen	Masuk		Keluar	
	44		45	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.72	6856.41	0.72	6856.41
Abu Andesit	0.10	914.13	0.10	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78
Frit	0.02	183.77	0.02	183.77
Clay	0.00	13.34	0.00	13.34
Titanium	0.00	34.53	0.00	34.53
Stpp	0.00	38.45	0.00	38.45
Cmc	0.00	3.61	0.00	3.61
Total	1.00	9461.12	1.00	9461.12
Total Massa		9461.12		9461.12

25. Neraca Massa Qualibro (J-641)



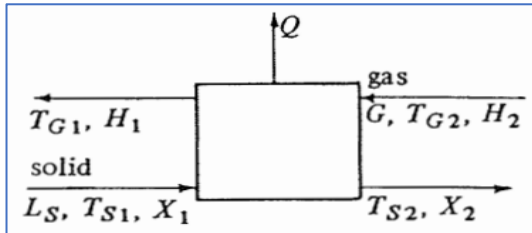
Komponen	Masuk		Keluar	
	45		46	
	x	kg/h	x	kg/h
Feldspar	0.72	6856.41	0.72	6856.41
Abu Andesit	0.10	914.13	0.10	914.13
Afal	0.05	457.10	0.05	457.10
Clay	0.10	959.78	0.10	959.78
Frit	0.02	183.77	0.02	183.77
Clay	0.00	13.34	0.00	13.34
Titanium	0.00	34.53	0.00	34.53
Stpp	0.00	38.45	0.00	38.45
Cmc	0.00	3.61	0.00	3.61
Total	1.00	9461.12	1.00	9461.12
Total Massa		9461.12		9461.12



3.5 Neraca Energi

3.5.1 Neraca Energi Spray Dryer

Kondisi Operasi



Fungsi:

L_s	8359.591	kg dry solid/h	
X_1	0.541	kg H ₂ O/kg dry solid	
T_{s1}	26	C	*berdasarkan PFD
	299.15	K	
X_2	0.064	kg H ₂ O/kg dry solid	
T_{s2}	60	C	*berdasarkan PFD
G	117777.857	kg dry air/h	
H_2	0.019	kg H ₂ O/kg dry air	
T_{G2}	500.00	C	
T_{G1}	115.00	C	*berdasarkan perhitungan
H_1	0.053	kg H ₂ O/kg dry air	

Menentukan % Relative Humidity

T udara	26	C
P	101325	Pa
P _a	3336.913463	Pa

P_{as}

$$H_R = 100 \times \frac{P_A}{P_{AS}}$$

Appendix A.2-9 Geankoplis Hal 857

H_R	54.58	%
-------	-------	---



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

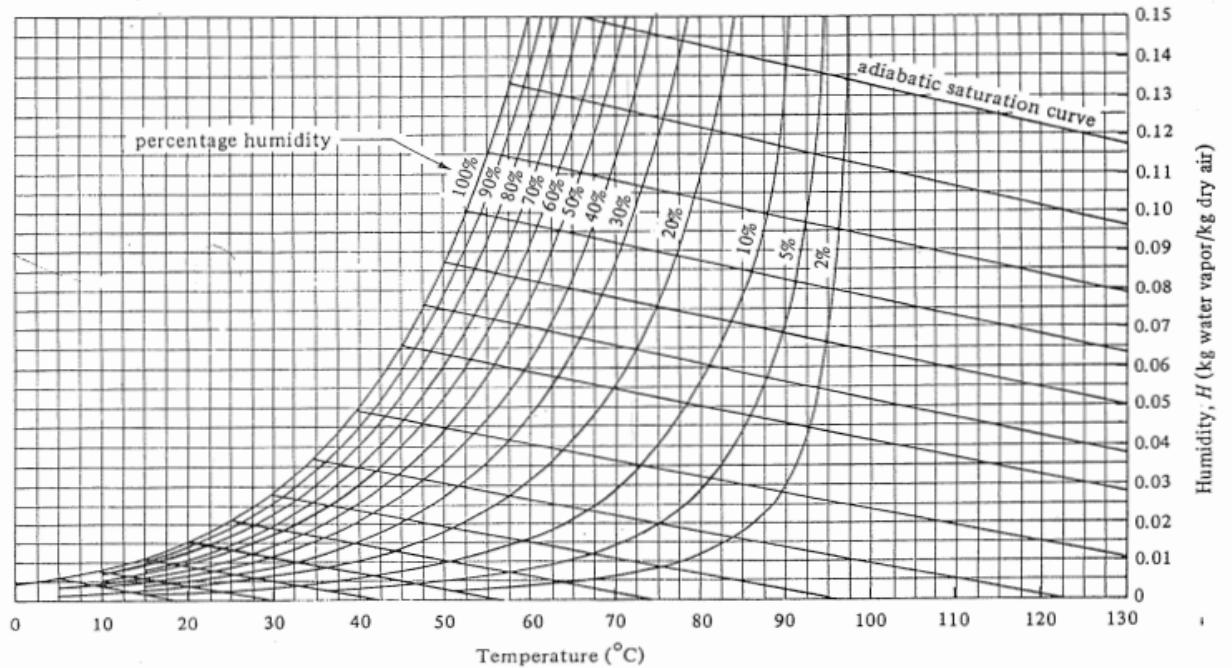


FIGURE 9.3-2. Humidity chart for mixtures of air and water vapor at a total pressure of 101.325 kPa (760 mm Hg). (From R. E. Treybal, *Mass-Transfer Operations*, 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980. With permission.)

Material Balance / Neraca Massa on the Moisture

$$GH_2 + L_S X_1 = GH_1 + L_S X_2 \quad (9.10-23)$$

$$G * 0,019 + 8359.51 * 0,541 = G * H_1 + 8359.51 * 0,064$$

$$G * 0,019 + 4521.135 = G * H_1 + 535.014 \quad (1)$$

Entalpi Udara Masuk (HG2) Menuju RD

$$H_{G2} = C_s \cdot (T_{G2} - T_0) + H_2 \cdot \lambda_0$$

$$C_s = 1,005 + 1,88 H_2$$

(Pers. 9.10-24, Geankoplis, 1993 : 562)

(Pers. 9.3-6, Geankoplis, 1993 : 527)

Convenient temp (To)	=	0	C
λ_0	=	2501	kJ/kg
Cs	=	1.041	kJ/kg udara kering. °C
HG2	=	567.88	kJ/kg udara kering

*paragraf 2 Geankoplis hal 562

Cs: humid heat
H2: humidity udara masuk
= 0,019 kg uap air/kg udara kering
panas laten air (water) pada To (0 C)
 λ_0 :
= 2501 kJ/kg = 1075,4 btu/lbm

Entalpi Udara Keluar (HG1) Keluar RD



**LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK**

(Pers. 9.10-24, Geankoplis, 1993 : 562)

(Pers. 9.3-6, Geankoplis, 1993 : 527)

$$\begin{aligned} H_{G1} &= C_S \cdot (T_{G1} - T_0) + H_1 \cdot \lambda_0 \\ C_S &= 1,005 + 1,88 H_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{G1} &= (1,005 + 1,88 H_1) \cdot (115 - 0) + H_1 \cdot 2501 \\ &= 115.75 + 2717.2 \cdot H_1 \dots (2) \\ &= 259.164 \quad \text{kJ/kg udara kering} \end{aligned}$$

Entalpi Solid/Bahan Masuk (HS1) Menuju RD

$$H'_{S1} = c_{pS}(T_{S1} - T_0) + X_1 c_{pA}(T_{S1} - T_0)$$

(Pers. 9.10-25, Geankoplis, 1993 : 562)

$$\begin{aligned} C_{ps} &= 1.465 \quad \text{kJ/kg udara kering.K} \\ C_{pa} &= 320.00 \quad \text{J/mol.K} \\ H_{S1} &= 4968.523 \quad \text{kJ/kg dry solid} \end{aligned}$$

Entalpi Solid/Bahan Keluar (HS2) dari RD

$$H'_{S2} = c_{pS}(T_{S2} - T_0) + X_2 c_{pA}(T_{S2} - T_0)$$

$$H_{S2} = 1316.700 \quad \text{kJ/kg}$$

HEAT BALANCE / NERACA PANAS

Geankoplis, 1993 : 5

$$G \cdot (134,67) + 47,8069 \cdot (2,466) = G \cdot (50,0088 + 2594,5488 \cdot H_1) + 47,8069 \cdot 4,932$$

$$134,67 \cdot G + 41534816.704 = 50,0088 \cdot G + 2594,5488 \cdot G \cdot H1 + 11007073.33 \quad \dots(3)$$

Eliminasi persamaan (1) dan (3)

$$134,67 \cdot G + 41534816.704 = 50,0088 \cdot G + 2594,5488 \cdot G \cdot H1 + 11007073.33 + 0 \quad \dots(3)$$

$$0,019 \cdot G + 4521.135 = G \cdot H1 + 535.014 \quad \dots(1)$$

567.88	G	=	115.575	G	+	2717.2	G	H1	+	-30527743.374
567.88	G	=					G	H1	+	-3986.121
	0	=	115.575	G	+	2717.2	G	H1	+	-30523757.2530
	30523757.25	=	115.575	G	+	2717.2	G	H1	...	(4)

Substitusi ke nilai $G \cdot H1$ yang terdapat pada persamaan (1)

$$30523757.253 = 115.575 G + 2717.2 \cdot 0.019 G + 3986.120857$$

$$30523757.253 = 115.575 G + 51.6268 G + 10831087.59$$

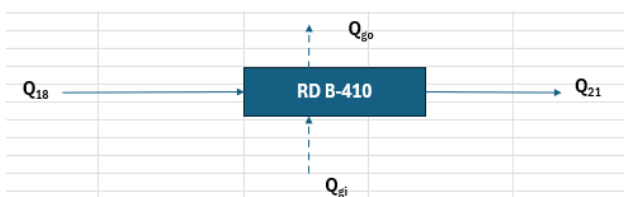
$$167.2018 G = 19692669.66$$

$$G = 117777.857 \text{ kg udara kering/jam}$$

$$G \cdot H1 = 0.019 G + 3986.120857$$

$$117777.857 \cdot H1 = 2237.779279 + 3986.120857$$

$$H1 = 0.053 \text{ kg H}_2\text{O/kg udara kering}$$



Q18: panas masuk yang berasal dari

Q21: panas keluar dari RD



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK
 Qgi: panas udara pengering masuk

Qgo: panas udara pengering keluar

$$\begin{aligned} Q_{gi} &= H_{G2} * G \\ &= 74369090.184 \text{ kJ/jam} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} Q_{go} &= H_{G1} * G \\ &= 104896833.558 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

$$Q_{in} + Q_{loss} = Q_{out} \qquad Q_{loss}: 10\%$$

$$H_{in} + Q_{loss} = H_{out} + Q$$

$$(G * H_{G2}) + (L_s * H_{S1}) + 0,1Q = (G * H_{G1}) + (L_s * H_{S2}) + Q$$

$$66883571.549 + 41534816.704 + 0,1 Q = 30523757.25 + 11007073.330 + Q$$

$$108418388.253 + 0,1 Q = 41530830.58 + Q$$

$$66887557.670 = 0,9 Q$$

$$Q = 74319508.522 \text{ kJ}$$

$$Q_{loss} = 7431950.85 \text{ kJ}$$

Heat Baalance :

Energi masuk	kJ/jam	Energi keluar	kJ/jam
ΔH_{in}	41534816.704	ΔH_{out}	11007073.330
Qgi	74369090.184	Qgo	104896833.558
TOTAL	115903906.889	TOTAL	115903906.889

3.5.2 Neraca Energi Kiln

Pre Heating

Temperature Feed = 40 = 313.15 K

T reference = 25 = 298.15 K

Data Cp	(Kj/kmol.K)
Feldspar(KAlSi_3O_8 (kalium aluminosilikat)	214
Abu andesit	52
Clay	237
Afal	0
Air	90.80623891
Frit	0
Clay	230
Kaolin $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	232
Kalsium Karbonat CaCO_3	85
Pasir Silica SiO_2	47.5
Sodium Super White	202.9
Titanium	79.87
Dolomit	166
STPP	368
CMC	367
CH4	35.59327727

yaws chemical process	H_2O	92.053	0.0039953	-0.00021103	5.3469E-07	$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$
Himmelblu	CO	28.95	0.00411	0.000003548	-2.22E-09	$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$
Himmelblu	H_2	28.84	0.0000765	0.000003288	-8.698E-10	$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$
Himmelblu	CH_4	19.87	0.05021	0.00001268	0.000000011	$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$
Himmelblu	CO_2	36.11	0.04233	-0.00002887	7.464E-09	$C_p = A + BT + CT^2 + DT^4$

Temperature Feed = 40 = 313.15 K

T reference = 25 = 298.15 K

Panas Sensibel Udara Tersier

Komponen	Udara Tersier				Cp	ΔT (K)	H
	x mass	mass (kg/jam)	BM	kmol			
O2	0.21	525706.3796	32	16428.32436	21.84	15	5381919
N2	0.79	1977657.333	28	70630.61903	20.786	15	22021921
	1	2503363.712		87058.94339			27403840

Panas sensible CH4 (gas alam)

Temperature CH4 = 30 C = 303.15 K

Temp Reference = 25 C = 298.15 K

Q CH4 3447821315

Temperature produk = 900 C = 1173.15 K

Temprature reference = 25 C = 298.15 K

Reaksi Kalsinasi

	CaCO3	→	CaO	+	CO2	
M	0.8195625		-			0
R	0.8195625		0.819563		0.8195625	
S	0		0		0	

Komponen	n	Hf (kJ/mol)	ΔH_{rx}	ΔH_{rx}
Reaktan				-1838.229514
CaCO3	0.8195625	-1207	-989.2119375	
Produk				
CaO	0.8195625	-640.95	-525.2985844	
CO2	0.8195625	-394.99	-323.7189919	

	CaMg(CO3)2	→	CaO	+	MgO	+	2CO2
M	0.037825585		-		-		-
R	0.037825585		0.037826		0.037825585		0.075651169

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

S

0

0

0

0

Komponen	n	Hf (kJ/mol)	ΔHrx	ΔHrx
Reaktan				-76.89676598
CaMg(CO ₃) ₂	0.03782558	0	0	
Produk				
CaO	0.03782558	-640.95	-24.2443085	
MgO	0.03782558	-602	-22.771002	
CO ₂	0.07565117	-394.99	-29.8814554	

	0	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	→	Al ₂ Si ₂ O ₇	+	2H ₂ O	
M	0.092380989			0	-	0	-
R	0.092380989			0	0.092381	0	0.184761979
S	0			0	0	0	0

Komponen	n	Hf (kJ/mol)	ΔHrx	ΔHrx
Reaktan				-44.34287485
Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	0.09238099	0	0	
Produk				
Al ₂ Si ₂ O ₇	0.09238099	0	0	
2H ₂ O	0.18476198	-240	-44.3428748	

Reaksi Pembakaran

	CH ₄	+	2O ₂	→	CO ₂	+	2H ₂ O	
M	1,568.16	-	3,136.32		-	-	-	
R	1,568.16	-	3,136.32		-	1,568.16	3,136.32	
S	-	-	-		-	1,568.16	3,136.32	

Komponen	n	Hf (kJ/mol)	ΔHrx	ΔHrx
Reaktan				-1372122.774
CH ₄	1568.15823	-91.25	-143094.439	
O ₂	3,136.32	0		
Produk				
CO ₂	1,568.16	-394.99	-619406.821	
H ₂ O	3,136.32	-240	- 752,715.95	



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Aliran 28				
Komponen	m	cp	ΔT	H
Feldspar($KAlSi_3O_8$ (kalium aluminosilikat)	0.70472092	214	15	2262.15415
Abu andesit	0.0939573	52	15	73.28669023
Clay	0.047482	230	15	163.8129054
Afal	0.09969824	0	15	0
Air	0.00846251	43.44	15	5.514170309
Frit	0.02232656	0	15	0
Clay	0.00162067	230	15	5.591327724
Kaolin	0.00260784	232	15	9.075286289
Kalsium	0.00896138	85	15	11.42575665
Pasir	0.00419469	47.5	15	2.988714819
Sodium Super White	0.00467136	202.9	15	14.21727349
Titanium	0.00043854	79.87	15	0.525387465
Dolomit	0.00076267	166	15	1.899049416
STPP	7.6267E-05	368	15	0.420994087
CMC	1.9067E-05	367	15	0.10496252
Total	2551.016668			

Aliran 29

Komponen	m	cp	ΔT	H
O2	16428.32	21.84	15	5381919
N2	70630.62	20.786	15	70666.41
Total	5452585.466			

Aliran 30

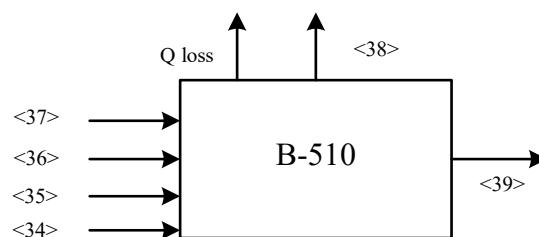
Aliran 30	mol	cp	ΔT	H
H2O	3136.73381	43.44	875	119227252
O2	16428.3244	20.88	875	300145486.1
N2	70630.619	20.786	875	1284612041
CO2	1569.05345	56.09	875	77007181.92
Al2SiO7	0.09238099	244	875	19723.34121
MgO	0.03782558	52.18	875	1727.021635
CaO	0.85738808	54.69	875	41029.23506
Total	1781054441			

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Komponen	m	cp	ΔT	H
Feldspar($KAlSi_3O_8$ (kalium aluminosilikat)	77.38051	214	875	14489501
Abu andesit	12.44621	52	875	566302.4
Clay	5.824903	237	875	1207939
Afal	0	0	875	0
Frit	0	0	875	0
Clay	0.177955	230	875	35813.45
Pasir	0.639375	47.5	875	26574.02
Sodium Super White	0.349978	202.9	875	62134.31
Titanium	0.050214	79.87	875	3509.297
STPP	0.002389	368	875	769.319
CMC	0.00121	367	875	388.5385
Total	16392931.23			

Ein		Eout	
H28	2551.01667	H30	1781054441
H29	5452585.47	H31	1.639E+07
Q Fuel	3447821315	Q loss	1657199243
ΔH_{rx}	1370163.3		
Total	3454646615	Total	3454646615

Kiln Firing



Aliran Masuk <34>

Komponen	m	cp	ΔT	H
Feldspar[$KAlSi_3O_8$ (kalium aluminosilikat)	77,38051117	214	875	14489500,72
Abu andesit	12,4462069	52	875	566302,414
Clay	5,82490254	237	875	1207939,164
Afal	0	0	875	0
Frit	0	0	875	0
Clay	0,177955037	230	875	35813,45112
Pasir	0,639375	47,5	875	26574,02344
Sodium Super White	0,349978496	202,9	875	62134,30722
Titanium	0,050214411	79,87	875	3509,296875
STPP	0,00238919	368	875	769,3190382
CMC	0,001209929	367	875	388,5385226
Total	16392931,23			

Aliran Masuk <36> :

Komponen udara primer				
Komponen	m	cp	ΔT	H
O ₂	694.309,03	21,84	875	13.268.245.562,00
N ₂	2.611.924,45	20,786	875	47.505.028.841,55
				60.773.274.403,55

Aliran Masuk <37> :

Komponen udara sekunder				
Komponen	m	cp	ΔT	H
O ₂	3.934.417,84	21,84	5	429.638.427,72
N ₂	14.800.905,19	20,786	5	1.538.258.076,77

Aliran Keluar <38> :

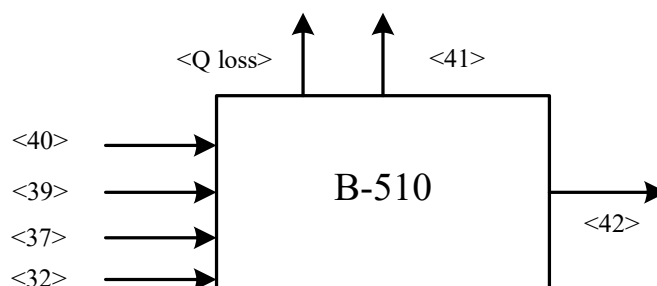
Komponen	m	cp	ΔT	H
Feldspar[$KAlSi_3O_8$ (kalium aluminosilikat)	7,738051117	214	1075	1780138,659
Abu andesit	1,24462069	52	1075	69574,29658
Clay	0,582490254	237	1075	148403,9545
Clay Opalblend	0,017795504	230	1075	4399,93828
Pasir	0,0639375	47,5	1075	3264,808594
Sodium Super White	0,03499785	202,9	1075	7633,643459
Titanium	0,005021441	79,87	1075	431,1421875
STPP	0,000238919	368	1075	94,51633897
CMC	0,000120993	367	1075	47,73473277
Total	9,687274267			2013988,694
Total	2013988,694			

Aliran Keluar 39 :

	90%		Temperature Firing	1100 C
			Temperature reffere	25
Komponen	m	cp	ΔT	H
Feldspar($KAlSi_3O_8$ (kalium alumin	69,64246005	214	1075	16021247,93
Abu andesit	11,20158621	52	1075	626168,6692
Clay	5,242412286	237	1075	1335635,59
Clay Opalblend	0,160159533	230	1075	39599,44452
Pasir	0,5754375	47,5	1075	29383,27734
Sodium Super White	0,314980646	202,9	1075	68702,79113
Titanium	0,04519297	79,87	1075	3880,279688
STPP	0,002150271	368	1075	850,6470508
CMC	0,001088936	367	1075	429,612595
Total	87,1854684	0	0	18125898,25
Total	18125898,25			

Ein		Eout	
Q Fuel	2325422408	Q useful	1046440084
		Q loss	6,976E+08
		Q recovery	581355602,1
Total	2325422408	Total	2325422408

Cooling



Aliran Masuk <32> :

Komponen	Udara Tersier				Cp	ΔT (K)	H
	mass	mass (kg/jam)	BM	kmol			
O2	0,21	525706,3796	32	16428,32436	21,84	15	5381919,061
N2	0,79	1977657,333	28	70630,61903	20,786	15	22021920,71
Total	1	2503363,712	0	87058,94339	0	0	27403839,77

Aliran Masuk <37> :

Komponen	kmol	cp	ΔT	H
O2	3934417,836	21,84	5	429638427,7
N2	14800905,19	20,786	5	1538258077
Total	18735323,03			1967896504



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Aliran masuk <39> :

Komponen	m	cp	ΔT	H
Feldspar($KAlSi_3O_8$ (kalium aluminosilikat)	69,64246005	214	1075	16021247,93
Abu andesit	11,20158621	52	1075	626168,6692
Clay	5,242412286	237	1075	1335635,59
Clay Opalblend	0,160159533	230	1075	39539,44452
Pasir	0,5754375	47,5	1075	29383,27734
Sodium Super White	0,314980646	202,9	1075	68702,79113
Titanium	0,04519297	79,87	1075	3880,279688
STPP	0,002150271	368	1075	850,6470508
CMC	0,001088936	367	1075	429,612595
Total	87,1854684	0	0	18125898,25
Total		18125898,25		

Aliran masuk <40> :

Komponen	BM	Massa	kmol	Cp	ΔT	H
O2	32	1.115.031,05	34.844,72	21,84	5	3.805.043,47
N2	28	4.194.640,63	149.808,59	20,786	5	15.569.607,17
Total	Total		19.374.650,64			

Aliran Keluar <41> :

Komponen	x	Massa	BM	kmol	Cp	ΔT	H
CO2	0,17	947.776,40	44	21540,37	42,55	139	127.399.456,92
H2O	0,1	557.515,53	18	30.973,08	34,62	139	149.048.059,37
N2	0,73	4.069.863,35	28	145.352,26	29,35	139	592.986.357,27
	1	5.575.155,27					869.433.873,56

Aliran Keluar <42> :

Komponen	m	cp	ΔT	H
Feldspar($KAlSi_3O_8$ (kali	69,64246005	214	75	1117761,484
Abu andesit	11,20158621	52	75	43686,18623
Clay	5,242412286	237	75	93183,87839
Clay Opalblend	0,160159533	230	75	2762,751944
Pasir	0,5754375	47,5	75	2049,996094
Sodium Super White	0,314980646	202,9	75	4793,217986
Titanium	0,04519297	79,87	75	270,7171875
STPP	0,002150271	368	75	59,34746866
CMC	0,001088936	367	75	29,97297174
Total	87,1854684	0	0	1264597,552
Total		1264597,552		

Ein		E out	
H <39>	18125898,25	H <41>	869.433.873,56
H <32>	27403839,77	H <42>	1264597,552
H <37>	1967896504	Q loss	1.162.102.422,04
H <40>	19.374.650,64		
Total	2032800893,153		2.032.800.893,153

3.6 Identifikasi Bahaya, Penilaian, dan Pengendalian Resiko

Tabel 3.6 Parameter Probabilitas

Tingkat	Kriteria	Penjelasan
1	Sangat Kecil	Suatu kejadian mungkin dapat terjadi pada suatu kondisi yang khusus/luar biasa/setelah bertahun-tahun.
2	Kecil	Suatu kejadian mungkin terjadi pada beberapa kondisi tertentu, namun kecil kemungkinan terjadinya.
3	Sedang	Suatu kejadian akan terjadi pada beberapa kondisi tertentu.
4	Besar	Suatu kejadian mungkin akan terjadi pada hampir semua kondisi.
5	Sangat Besar	Suatu kejadian akan terjadi pada semua kondisi/setiap kegiatan yang dilakukan.

Identifikasi bahaya dilaksanakan dengan menelaah interaksi antara tenaga kerja, aktivitas atau tugas, peralatan, serta lingkungan kerja. Di PT Arwana Citramulia Tbk, kegiatan identifikasi bahaya dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu top down dan bottom up. Pada pendekatan top down, setiap departemen bersama Bagian Pengendalian Kualitas dan K3 melaksanakan identifikasi potensi bahaya, risiko, serta peluang yang timbul dari berbagai aktivitas, proses, produk, maupun jasa—baik secara langsung maupun tidak langsung—dengan memanfaatkan formulir manajemen risiko K3. Sementara itu, pendekatan bottom up dilakukan dengan menelaah hasil pemeriksaan serta laporan terkait kesehatan dan keselamatan kerja yang disampaikan oleh pekerja maupun saksi kejadian kecelakaan.

Ruang lingkup identifikasi bahaya mencakup:

1. Aktivitas rutin maupun nonrutin yang berpotensi menimbulkan bahaya K3.
2. Kegiatan yang dilakukan oleh setiap individu di area kerja.
3. Faktor perilaku, kemampuan, serta aspek manusia lainnya.
4. Bahaya dan risiko K3 yang bersumber dari luar lokasi kerja tetapi berpotensi memengaruhi keselamatan dan kesehatan.
5. Bahaya dan risiko yang timbul di sekitar area kerja akibat aktivitas yang berkaitan dengan pekerjaan.

6. Fasilitas, sarana, prasarana, serta material yang disediakan oleh perusahaan.
7. Perubahan atau usulan perubahan yang terkait dengan kegiatan maupun material organisasi.

Dalam penilaian risiko, terdapat tiga unsur utama yang menjadi acuan. Probabilitas adalah tingkat kemungkinan terjadinya suatu peristiwa. Konsekuensi adalah besaran dampak atau akibat yang ditimbulkan oleh peristiwa tersebut. Level risiko merupakan hasil pengukuran dari probabilitas dan konsekuensi yang menunjukkan apakah suatu tingkat risiko dapat diterima atau tidak. Ketiga parameter tersebut dijadikan dasar dalam proses penilaian risiko.

Tabel 3.6.1 Parameter Konsekuensi

Tingkat	Kriteria	Penjelasan
1	Dampak Risiko Sangat Kecil	Terjadi ketidaknyamanan pada organ tubuh dengan cedera ringan yang memerlukan penanganan awal dan dapat ditangani oleh Departemen K3 internal perusahaan.
2	Dampak Risiko Kecil	Cidera ringan, memerlukan perawatan lanjutan seperti tindakan medis sederhana, bimbingan dan konsultasi kesehatan dari dokter umum. Terdapat kerugian materi 1 juta – 5 juta rupiah. Kehilangan waktu kerja 1x24 jam.
3	Dampak Risiko Sedang	Cidera ringan, memerlukan perawatan medis lanjutan (operasi ringan, pemberian pemeriksaan sederhana, pengobatan obat-obatan, laboratorium pemeriksaan dokter dan umum, pemeriksaan diagnosis lanjutan, rujukan rawat inap dari rumah sakit yang ditunjuk perusahaan), kerugian materi 5 juta – 10 juta rupiah. Kehilangan waktu kerja maksimal 2x24 jam.
4	Dampak Risiko Besar	Cedera yang mengakibatkan cacat atau hilangnya fungsi tubuh secara total, menimbulkan gangguan kesehatan permanen, serta memerlukan penanganan medis meliputi pemeriksaan dan pengobatan oleh dokter spesialis, perawatan inap pada rumah sakit yang ditunjuk perusahaan, pemeriksaan laboratorium, serta pemeriksaan radiologi. Kondisi tersebut juga menuntut perawatan jangka panjang atau terapi berkesinambungan (rehabilitasi), menimbulkan kerugian material dalam jumlah besar (Rp10.000.000 – Rp50.000.000), serta menyebabkan kehilangan waktu kerja lebih dari 2 x 24 jam.
5	Dampak Risiko Sangat Besar	Mengakibatkan kematian, pelepasan bahan toksik ke luar lokasi (off-site release) dengan efek merusak, serta menimbulkan kerugian material yang sangat besar (>Rp50.000.000). Dampak lingkungan yang terjadi dapat menyebabkan kerusakan hingga meluas ke luar area perusahaan.

Tabel 3.6.2 Parameter Level Resiko

consequence	Probability				
	1	2	3	4	5
	1 Low	2 Low	4 Low	7 Low	11 Moderate
	2 Low	5 Low	8 Low	12 Moderate	16 High
	3 Low	9 Moderate	13 Moderate	17 High	20 High
	4 Moderate	14 High	18 High	21 Critical	23 Critical
	4 High	19 High	22 Critical	24 Critical	25 Critical

Kategori risiko adalah klasifikasi tingkat risiko yang ditetapkan berdasarkan hasil penilaian pada matriks penilaian risiko dengan pembagian sebagai berikut :

1. Kritis (Critical) : Risiko yang memerlukan tindakan pengendalian segera. Dalam kondisi ini, aktivitas dapat dihentikan sementara sampai risiko tersebut dihilangkan atau ditekan hingga berada pada tingkat yang dapat diterima.
2. Tinggi (High) : Risiko yang membutuhkan pengendalian dengan penjadwalan khusus.
3. Sedang (Moderate) : Risiko yang masih dapat ditoleransi, tetapi tetap perlu dikendalikan sesuai dengan prinsip hirarki pengendalian.
4. Rendah (Low) : Risiko yang dianggap dapat diterima sehingga pengendaliannya cukup dilakukan melalui pemantauan rutin tanpa perlu tindakan pengendalian tambahan yang signifikan.

3.7 Identifikasi Bahaya ,Risiko Awal dan Upaya Pengendalian

Pengendalian risiko dilakukan sebagai langkah awal dalam menyusun penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di setiap perusahaan. Proses ini difokuskan pada berbagai sumber, kondisi, maupun aktivitas yang dapat menimbulkan cedera atau gangguan kesehatan akibat pekerjaan. Risiko yang berasal dari bahan maupun tahapan proses produksi

yang berpotensi menimbulkan insiden seperti kebakaran, pencemaran lingkungan, hingga penyakit akibat kerja.

Tabel 3.7 Identifikasi Bahaya, Risiko Awal dan Pengendalian di Horizontal dryer

Risiko Awal								
No	Waktu & Tempat	Aktivitas	Bahaya	Konsekuensi	P r	C o	Lv	Pengendalian Risiko Awal
1.	Sebelum masuk ke Horizontal Dryer	Pemasukan material (green body) basah ke dalam dryer	Deformasi mekanik akibat suhu yang tidak terkontrol atau kelembapan yang berlebih	Retakan atau deformasi pada green body, mengurangi kualitas material	3	4	H(12)	Pengaturan posisi material yang stabil pada conveyor, pengaturan kelembapan awal, inspeksi material secara visual
2.	Preheating Zone (90°C)	Pemanasan awal dengan udara panas untuk menguapkan air	Terjadinya thermal shock akibat pengeringan yang tidak merata	Keretakan atau deformasi pada permukaan green body	2	3	M(11)	Pengaturan suhu bertahap, aliran udara merata, monitoring kelembapan dan suhu
3.	Zona Pengeringan Utama (155°C)	Proses pengeringan green body keramik dengan suhu tinggi (155°C) untuk mengurangi kadar air	Deformasi material akibat suhu yang melebihi batas toleransi atau penguapan	Kerusakan pada permukaan atau struktur material, perubahan densitas	2	5	H (13)	Implementasi kontrol suhu otomatis (PID), pemantauan suhu dan kelembapan di sepanjang dryer dengan sensor, blower udara



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

			yang terlalu cepat				berkecepatan tinggi
4.	Zona Pengeringan Puncak (175°C)	Pengeringan pada suhu puncak (175°C) untuk memaksimalkan penguapan	Pengeringan yang terlalu cepat atau suhu terlalu tinggi yang menyebabkan cracking permukaan	Terjadinya retakan pada green body karena perbedaan suhu yang cepat	1	5	H (11) Pemantauan suhu dengan kontrol otomatis, distribusi udara terkontrol, pengaturan kelembapan dan tekanan dalam dryer
5.	Zona Pendinginan (150°C - 90°C)	Pendinginan bertahap setelah pengeringan untuk menghindari thermal shock	Penurunan suhu yang terlalu cepat menyebabkan kerusakan pada material (shock thermal)	Kerusakan mikrostruktural pada permukaan atau cacat internal pada material	2	4	H (12) Pendinginan bertahap dengan kontrol suhu dan kelembapan, kontrol tekanan dan aliran udara
6.	Seluruh proses pengeringan	Aliran udara panas yang berkelanjutan mengalir dalam dryer	Kebakaran atau ledakan debu akibat akumulasi material mudah terbakar	Kebakaran atau ledakan debu yang membahayakan keselamatan operasional	1	5	H (14) Pengaturan ventilasi exhaust yang baik, pemasangan sistem filter debu dan alarm kebakaran
7.	Proses pengeluaran green body keramik	Pengeluaran green body dari dryer ke conveyor	Terjadi defect atau deformasi akibat penanganan green body	Kerusakan fisik atau deformasi body keramik saat dipindahkan	3	4	M (13) pengawasan visual saat pemindahan body keramik

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

			yang tidak tepat				
8.	Selama Pemeliharaan (Shutdown)	Pemeliharaan Horizontal dryer tanpa prosedur LOTO	Peralatan bergerak saat pemeliharaan atau tidak terisolasi	Cedera akibat terjepit atau terkena peralatan yang tidak terkendali	2	5	H (14) Penerapan prosedur LOTO yang ketat, SOP pemeliharaan yang jelas, pelatihan untuk operator dan teknisi

3.8 Kompensansi Terkait Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Perlindungan pekerja dari potensi bahaya di lingkungan kerja PT Arwana Citramulia Tbk dilakukan melalui berbagai langkah. Pertama, perusahaan menyediakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap serta sesuai standar untuk melindungi karyawan dari risiko paparan bahaya kimia, fisik, maupun biologis. Kedua, setiap unit kerja dilengkapi dengan fasilitas Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) agar pekerja yang mengalami kecelakaan dapat segera memperoleh penanganan awal. Langkah ini penting untuk mengurangi dampak cedera. Jika kondisi pekerja memerlukan perawatan lebih lanjut, maka penanganan medis akan dilakukan oleh tenaga kesehatan perusahaan atau fasilitas kesehatan terdekat.

Tabel 3.8 Kompensansi Terkait Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Parameter	Kategori Bahaya	Sebab	Akibat	Kompensansi atau penanganan
Ergonomi	Cara kerja tidak ergonomi (posisi kerja tidak sesuai, beban berlebih, gerakan berulang, manual handling)	Peregangan otot berlebih	1. Gangguan otot & rangka ringan (kesemutan) 2. Gangguan otot dan rangka berat (Keseleo, terkilir, low back pain)	P3K , dan Pelatihan Ergonomi
Kimia	Paparan bahan kimia dari proses glaze dan engobe preparation	Terhirup atau terkontak langsung dengan bahan kimia	1. Gangguan Pernapasan 2. Iritasi mata 3. Iritasi Kulit	P3K, BPJS, tenaga medis klinik atau RS terdekat



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Fisik	Kebisingan dari alat produksi (roller conveyor, ball mill, dll)	Intesitas suara tinggi	Gangguan pendengaran	Menggunakan APD Earplug, pemeriksaan kesehatan berkala
	Kejatuhan bahan baku (drum, karung, wadah)	Penempatan tidak aman	Cedera, iritasi, luka ringan	P3K, BPJS, tenaga medis klinik atau RS terdekat
Kebakaran	Potensi ledakan atau kebocoran bahan mudah terbakar di area produksi khususnya di unit firing (kiln)	Kekurangan oksigen, menghirup gas beracun	1. Gangguan pernapasan serius 2. Cedera akibat api	Tenaga medis Klinik atau RS terdekat, BPJS, asuransi kesehatan.
Injury	Kontak langsung dengan peralatan tajam atau permukaan keras	Luka kerja	1. Lecet, luka ringan 2. Cedera ringan	P3K, tenaga medis , klinik/RS terdekat, BPJS, asuransi kesehatan
	Terjepit mesin produksi	Kurangnya pengaman mesin	1. Cedera berat 2. Cacat anggota tubuh 3. Kecelakaan kerja	P3K, tenaga medis , klinik/RS terdekat, BPJS, asuransi kesehatan
Psikologi	Pengaruh alkohol atau narkoba diluar jam kerja	Konsentrasi terganggu	Risiko kecelakaan kerja atau lalu lintas pada saat pulang atau berangkat kerja	P3K, tenaga medis , klinik/RS terdekat, BPJS, asuransi kesehatan dan program pembinaan karyawan
Biologi	Paparan serangga (nyamuk, lalat) atau debu mikrobiologi di	Lingkungan kerja lembap atau penumpukan bahan	Risiko gatal, iritasi kulit, dan berpotensi menyebabkan penyakit akibat gigitan serangga seperti demam berdarah	P3K, tenaga medis perusahaan, klinik/RS terdekat, BPJS, penyemprotan/pengendalian hama

	area bahan baku dan produksi			
--	------------------------------	--	--	--

3.9 Peningkatan Kinerja Sistem Manajemen K3 (SMK3)

Dalam penerapan sistem manajemen K3, perusahaan wajib mematuhi pedoman SMK3 sebagaimana diatur dalam PP No. 50 Tahun 2012. Saat ini, di PT Arwana Citramulia Tbk belum dilaksanakan program *safety talk* harian sebelum kegiatan produksi dimulai. Padahal, *safety talk* memiliki peran penting dalam meningkatkan kesadaran serta kepatuhan pekerja terhadap prosedur keselamatan, sehingga dapat mencegah kecelakaan dan cedera kerja. Kegiatan ini juga berfungsi membangun budaya keselamatan di lingkungan kerja melalui diskusi rutin mengenai cara melindungi diri sendiri maupun rekan kerja. Oleh sebab itu, disarankan agar *safety talk* dijadwalkan secara berkala dan diterapkan secara konsisten.

Selain itu, PP No. 50 Tahun 2012 juga mewajibkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) sesuai dengan kebutuhan sebagai langkah pengendalian potensi bahaya. Namun, di PT Arwana Citramulia Tbk masih dijumpai pekerja yang tidak menggunakan APD secara lengkap. Faktor penyebabnya antara lain ketidaknyamanan saat digunakan, kurangnya pemahaman mengenai risiko kerja, serta anggapan bahwa APD tidak selalu diperlukan.

Untuk mengurangi potensi keadaan darurat, perusahaan juga perlu menyediakan simbol dan rambu K3. Regulasi mengharuskan pemasangan rambu peringatan bahaya sesuai standar perundangan yang berlaku. Di PT Arwana Citramulia Tbk, sebagian besar area kerja telah dilengkapi dengan simbol dan rambu K3, sehingga potensi kecelakaan dapat diminimalkan dan penanganan insiden dapat dilakukan secara tepat sesuai kondisi di lapangan.

Tabel 2.10.14 Peningkatan SMK3L Berdasarkan PP No 50 Tahun 2012

Sumber Daya yang disediakan	Pasal PP No 50 Tahun 2012	Rekomendasi
Sistem dan sarana komunikasi tanggap darurat	Lampiran II 6.7 Kesiapan Untuk Menangani Keadaan Darurat. 6.7.1 Keadaan darurat yang potensial di dalam dan/atau di luar tempat kerja telah diidentifikasi dan prosedur keadaan darurat telah didokumentasikan dan diinformasikan agar diketahui oleh seluruh orang yang ada di tempat kerja. 6.7.2 Penyediaan alat/sarana dan prosedur keadaan darurat berdasarkan	1. Pelatihan dan kesadaran seluruh pekerja 2. Menyediakan pintu darurat



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

	hasil identifikasi dan diuji serta ditinjau secara rutin oleh petugas yang berkompeten dan berwenang. 6.7.3 Tenaga kerja mendapat instruksi dan pelatihan mengenai prosedur keadaan darurat yang sesuai dengan tingkat risiko.	
Alat Pelindung Diri (APD)	Lampiran II 6.1.6 Alat pelindung diri disediakan sesuai kebutuhan dan digunakan secara benar serta selalu dipelihara dalam kondisi layak pakai. 6.1.7 Alat pelindung diri yang digunakan dipastikan telah dinyatakan layak pakai sesuai dengan standar dan/atau peraturan perundang-undangan yang berlaku	1. Pemantauan <i>in real time</i> 2. Komunikasi antar pekerja dan penanggung jawab unit tersebut
Pengkomunikasian Mengenai K3	Pasal 13: (1) Prosedur informasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 ayat (1) huruf d harus memberikan jaminan bahwa informasi K3 dikomunikasikan kepada semua pihak dalam perusahaan dan pihak terkait di luar perusahaan.	1. Safety Refreshment untuk seluruh karyawan 2. Monitoring dan evaluasi
Penyelenggaraan kegiatan inspeksi K3 secara rutin	Lampiran II 7.3 Peralatan Pemeriksaan atau Inspeksi, Pengukuran dan Pengujian. 7.3.1 Terdapat prosedur yang terdokumentasi mengenai identifikasi, kalibrasi,	1. Inspeksi K3 dilakukan secara terjadwal dan melibatkan semua pihak 2. Memberikan pelatihan untuk karyawan 3. Evaluasi



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

	pemeliharaan dan penyimpanan untuk alat pemeriksaan, ukur dan uji mengenai K3. 7.3.2 Alat dipelihara dan dikalibrasi oleh petugas atau pihak yang berkompeten dan berwenang dari dalam dan/atau luar perusahaan.	
--	--	--

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

Identifikasi Hazop HD

no	Item	Parameter	Guide Word	Cause	Consequencee	Hazard	L	C	Risk	Rekomendasi
1	Inlet conveyor	Laju material	More	Kecepatan conveyor terlalu tinggi	Waktu tinggal berkurang	Green body belum kering	B	3	3B	Kontrol kecepatan conveyor
2		Laju material	Less	Conveyor melambat / macet	Penumpukan material	Deformasi green Body	B	2	2B	Sensor kecepatan, SOP handling
3		Aliran material	No	Conveyor berhenti	Proses drying terhenti	Downtime produksi	B	2	2B	Preventive maintenance
4	Mixing Chamber	Suhu inlet Zona 2–3 ($\pm 155-175$ °C)	More	Suhu inlet terlalu tinggi	Overdry green body	Deformasi atau retak greenbody	B	3	3B	PID Control

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

5		Suhu inlet Zona 2–3 ($\pm 155-175$ $^{\circ}\text{C}$)	Less	Suhu inlet rendah	Green body masih mengandung kadar air cukup tinggi, karena masih terdapat kandungan air	Green Body masih lembab	C	2	2C	Monitoring dan penyesuaian aliran udara
6		Suhu inlet zona transisi & pendinginan $\pm 150-90$ $^{\circ}\text{C}$	More	Pendinginan lambat	Thermal shock	Green Body keramik retak	B	3	3B	Kontrol aliran udara secara bertahap
7		Suhu inlet zona transisi & pendinginan	Less	Pendinginan terlalu cepat	Thermal shock	Green Body keramik retak	C	2	2C	Perubahan atau pengaturan laju aliran udara dilakukan secara bertahap, agar proses drying stabil

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

8	Zona Preheating	Suhu	More	Aliran udara terlalu panas	Green body keramik panas	Terjadinya retak green body keramik	B	3	3B	Melakukan kontrol dan monitoring blower & damper
9		Suhu	Less	Suhu udara rendah	Pengeringan lambat	Kadar air green body tinggi	C	2	2C	Melakukan monitoring suhu
10	Zona 2 dan zona 3	Suhu	More	Suhu inlet tinggi	Pengeringan berlebihan	Deformasi green body	B	3	3B	Pasang kontrol PID untuk menjaga parameter kritis tetap pada set point, disertai alarm untuk mendeteksi penyimpangan dan memberi peringatan kepada operator.”



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

11		Suhu	Less	Sumber panas tidak cukup	Air tidak cukup terupakan	Green body lembap	C	2	2C	Penyesuaian blower secara terkontrol untuk mempertahankan kestabilan kondisi operasi dan kualitas produk
12	Zona transisi	Suhu	More	Pengdinginan lambat	Thermal shock	Green Body Retak	B	3	3B	Melakukan monitoring suhu
13		Suhu	Less	Pendinginan cepat	Thermal shock	Green Body Retak	C	2	C2	Kontrol kecepatan blower untuk menjaga kestabilan proses dan performa produk.”
14		Suhu	More	Pendinginan lambat	Thermal shock	Retak Halus	B	3	3B	Melakukan kontrol aliran udara akhir

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

15	Pendinginan akhir	Suhu	Less	Pendinginan terlalu cepat	Thermal shock	Green Body Retak	C	2	C2	Penyesuaian aliran udara
16	Chimney	Emisi gas	More	Aliran udara berlebih	Gas panas terbawa	Pencemaran	C	3	C3	Pemasangan filter
17	Chimney	Emisi gas	Less	Aliran udara rendah	Gas panas tidak keluar optimal	Efisiensi energi turun	C	2	C2	Monitoring aliran gas
18	Burner Horizontal Dryer	Flowrate Udara	Less	Fan udara melemah, filter tersumbat, damper tidak terbuka optimal	Pembakaran tidak sempurna, suhu pengeringan tidak stabil	Akumulasi gas mudah terbakar, risiko flashback	B	3	3B	Pemasangan airflow sensor, inspeksi filter berkala, interlock burner-fan
19	Burner Horizontal Dryer	Flowrate Udara	More	Damper terbuka berlebih, kontrol blower tidak stabil	Pendinginan berlebih pada ruang bakar, efisiensi pembakaran menurun	Produk tidak kering optimal, konsumsi energi meningkat	B	2	2B	PID control blower, kalibrasi damper

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

20	Burner Horizontal Dryer	Flowrate Gas	Less	Tekanan gas turun, valve gas tersumbat, supply tidak stabil	Nyala api kecil atau mati, suhu dryer turun	Gas tidak terbakar terakumulasi, risiko ledakan	B	3	3B	Gas pressure switch, alarm low gas pressure, SOP start-up burner
21	Burner Horizontal Dryer	Flowrate Gas	More	Valve gas gagal menutup, kontrol flow error	Nyala api berlebih, suhu dryer terlalu tinggi	Overheating, kebakaran, kerusakan refractory	B	4	4B	Automatic shut-off valve, flame scanner, high temperature interlock
22	Burner Horizontal Dryer	Rasio Udara–Gas	Other Than	Ketidakseimbangan udara–bahan bakar	Pembakaran tidak stabil, flame lifting	Flashback, ledakan lokal	B	4	4B	Burner management system (BMS), kontrol rasio udara–gas otomatis



LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

BAB III

TROUBLESHOOTING

“ Pengaruh Penambahan material Phyrophilit dengan Feldspar jenis FGB pada formulasi body keramik dalam menangani defect jenis Retak Pre heating, Retak Tengah dan Spot hole PT Arwana Citramulia Tbk “

3.1 Pendahuluan

3.1.1 Latar Belakang Permasalahan

Proses manufaktur keramik lantai merupakan rangkaian proses termal dan fisikokimia yang kompleks, di mana kualitas produk akhir sangat ditentukan oleh karakteristik body keramik dan kestabilan proses pembakaran (firing) [1]. Pada tahap pembakaran, terjadi berbagai fenomena penting seperti pelepasan air bebas dan air terikat, dekomposisi senyawa volatil, difusi gas, hingga pembentukan fase cair dan proses sintering. Ketidakseimbangan antara laju pemanasan, karakteristik material, dan kemampuan body keramik dalam beradaptasi terhadap perubahan suhu dapat memicu timbulnya tegangan termal dan tegangan mekanik internal yang berujung pada terbentuknya cacat (defect). Dalam praktik produksi di PT Arwana Citramulia Tbk, masih dijumpai beberapa jenis defect dominan yang muncul pada rentang suhu pre-heating hingga suhu menengah pembakaran, yaitu retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole. Retak pre-heating umumnya berkaitan dengan laju pelepasan air dan penyusutan awal body yang tidak seragam, sehingga menimbulkan gradien tegangan pada struktur keramik yang masih memiliki kekuatan mekanik rendah. Retak tengah terjadi akibat perbedaan laju sintering dan penyusutan antara bagian permukaan dan bagian inti body, yang diperparah oleh keterbatasan difusi panas dan gas dari bagian dalam material. Sementara itu, spot hole terbentuk akibat terperangkapnya gas hasil dekomposisi bahan baku yang tidak sempat berdifusi keluar sebelum pori-pori permukaan tertutup oleh fase cair.

Fenomena-fenomena tersebut menunjukkan bahwa permasalahan defect tidak hanya dipengaruhi oleh parameter operasi kiln, tetapi juga sangat erat kaitannya dengan sifat fisik dan kimia formulasi body keramik, seperti plastisitas, distribusi ukuran partikel, porositas, serta karakteristik sintering material[2]. Dari sudut pandang teknik kimia, formulasi body keramik dapat dipandang sebagai sistem multikomponen yang mengalami transformasi fasa dan perpindahan massa serta panas secara simultan. Oleh karena itu, pendekatan pengendalian defect perlu dilakukan dengan mengoptimalkan komposisi material agar mampu menyeimbangkan laju reaksi, difusi gas, dan perubahan struktur mikro selama pembakaran. Salah satu alternatif yang

dapat diterapkan adalah penambahan material pyrophyllite dan feldspar jenis FGB ke dalam formulasi body keramik [3]. Pyrophyllite memiliki stabilitas termal yang baik, plastisitas rendah, serta laju penyusutan yang relatif stabil, sehingga berpotensi mengurangi tegangan internal pada tahap pre-heating dan meningkatkan homogenitas struktur body [4]. Di sisi lain, feldspar jenis FGB berperan sebagai flux yang menurunkan temperatur pembentukan fase cair dan mempercepat proses sintering secara lebih terkendali. Kombinasi kedua material ini diharapkan mampu mengatur keseimbangan antara pembentukan fase padat dan cair, memperbaiki jalur difusi gas, serta meningkatkan kekuatan mekanik body pada suhu menengah[5].

Berdasarkan pertimbangan tersebut, diperlukan kajian mengenai pengaruh penambahan pyrophyllite dan feldspar FGB terhadap formulasi body keramik dalam menangani defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole di PT Arwana Citramulia Tbk. Kajian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai keterkaitan antara formulasi material dan fenomena perpindahan panas serta massa selama pembakaran, sehingga dapat menjadi dasar dalam upaya peningkatan kualitas produk dan stabilitas proses produksi.

3.1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja mekanisme yang menyebabkan terjadinya defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole pada body keramik jika ditinjau dari fenomena termal, perpindahan massa, dan karakteristik fisik-kimia material selama proses pembakaran?
2. Bagaimana pengaruh penambahan material pyrophyllite dan feldspar jenis FGB terhadap sifat body keramik, khususnya stabilitas termal, proses sintering, dan kemampuan pelepasan gas selama firing?
3. Bagaimana peran kombinasi pyrophyllite dan feldspar jenis FGB dalam mengendalikan terbentuknya defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole pada formulasi body keramik di PT Arwana Citramulia Tbk?

3.1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya difokuskan pada defect jenis retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole.
2. Material yang dikaji terbatas pada penambahan pyrophyllite dan feldspar jenis FGB dalam formulasi body keramik.

3. Proses yang dianalisis dibatasi pada tahap pembakaran (*firing*) dan pengaruhnya terhadap kualitas body keramik.

3.1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian/praktik kerja ini adalah:

1. Mengidentifikasi penyebab utama terjadinya defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole pada body keramik.
2. Menganalisis pengaruh penambahan material pyrophyllite terhadap karakteristik body keramik.
3. Mengetahui peran feldspar jenis FGB dalam meningkatkan kualitas body keramik selama proses pembakaran.
4. Mengevaluasi efektivitas kombinasi pyrophyllite dan feldspar FGB dalam mengurangi tingkat defect pada produk keramik.

3.2 Kajian Pustaka

3.2.1 Body Keramik

Body keramik merupakan campuran beberapa material anorganik yang diformulasikan untuk membentuk struktur dasar produk keramik sebelum dilapisi glasir dan dibakar. Secara umum, body keramik tersusun atas material plastis (lempung), material non-plastis (seperti kuarsa), dan material *flux* (seperti feldspar). Komposisi dan karakteristik masing-masing material sangat memengaruhi perilaku body selama proses pembentukan, pengeringan, dan pembakaran [8]. Dari sudut pandang rekayasa material, body keramik dapat dipandang sebagai sistem multikomponen yang mengalami perubahan fisik dan kimia secara simultan selama proses firing, seperti pelepasan volatil, transformasi fasa, dan sintering [9]. Penambahan material pyrophyllite dan feldspar jenis FGB dalam formulasi body bertujuan untuk mengatur keseimbangan antara plastisitas, penyusutan, dan pembentukan fase cair [12]. Pyrophyllite dikenal memiliki stabilitas termal yang baik dan plastisitas rendah, sedangkan feldspar FGB berfungsi sebagai *flux* yang menurunkan temperatur sintering dan meningkatkan kekuatan mekanik body. Kombinasi kedua material ini diharapkan mampu memperbaiki karakteristik body sehingga lebih tahan terhadap pembentukan defect selama pembakaran.[13]

3.2.2 Jenis – jenis Defect

Pada proses pembakaran (*firing*) body keramik, defect dapat muncul akibat ketidakseimbangan antara karakteristik material, laju perpindahan panas, serta proses pelepasan gas dan sintering. Defect yang umum dijumpai dan menjadi fokus dalam kajian ini meliputi retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole, yang masing-masing memiliki

mekanisme pembentukan yang berbeda [13]. Retak pre-heating merupakan defect yang terjadi pada tahap awal pembakaran, khususnya pada rentang suhu penguapan air bebas dan pelepasan air terikat. Defect ini disebabkan oleh laju pemanasan yang terlalu cepat sehingga penyusutan body berlangsung tidak seragam. Perbedaan penyusutan antar bagian body menimbulkan tegangan tarik pada struktur keramik yang masih memiliki kekuatan mekanik rendah. Selain itu, plastisitas body yang tinggi, distribusi ukuran partikel yang tidak homogen, serta nilai LOI yang besar turut memperbesar potensi terjadinya retak pre-heating [14].

Retak tengah adalah defect yang muncul pada bagian inti atau tengah body keramik dan umumnya terjadi pada suhu menengah hingga mendekati sintering. Retak ini disebabkan oleh adanya gradien suhu dan perbedaan laju sintering antara bagian permukaan dan bagian dalam body [12]. Ketika permukaan body telah mulai mengalami pemadatan dan menjadi lebih kaku, bagian tengah masih mengalami pelepasan gas dan penyusutan lanjutan. Akumulasi tegangan internal akibat kondisi tersebut menyebabkan terjadinya retak pada bagian tengah body. Faktor ketebalan produk dan rendahnya permeabilitas body juga berkontribusi terhadap defect ini. Spot hole merupakan defect berupa lubang-lubang kecil pada permukaan keramik yang terbentuk akibat gas terperangkap selama proses pembakaran [15]. Gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik, karbonat, serta senyawa volatil lainnya dalam bahan baku. Apabila pelepasan gas terjadi setelah pori-pori permukaan tertutup oleh fase cair akibat sintering, gas tidak dapat keluar dan membentuk rongga pada permukaan produk. Spot hole sangat dipengaruhi oleh nilai LOI yang tinggi, porositas body yang rendah, serta pengaturan laju pemanasan yang kurang sesuai [16].

3.3.3 Standar Kualitas Body Keramik

Karakteristik body keramik perlu dikontrol agar sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan, sehingga proses pembakaran dapat berlangsung stabil dan menghasilkan produk dengan mutu yang baik. Parameter karakteristik body keramik meliputi *firing shrinkage*, *loss on ignition (LOI)*, *bending strength*, *water absorption*, *linear weight (LW)*, viskositas slip, dan residu ayakan. Nilai parameter-parameter tersebut saling berkaitan dan berperan penting dalam mencegah terbentuknya defect selama firing. *Firing shrinkage* harus berada pada rentang yang terkendali agar penyusutan selama pembakaran tidak menimbulkan tegangan berlebih. Nilai *LOI* yang terlalu tinggi menunjukkan banyaknya material volatil yang berpotensi menghasilkan gas dan meningkatkan risiko spot hole. *Bending strength* yang tinggi menandakan struktur

mikro body yang padat dan kuat, sehingga mampu menahan tegangan termal selama pembakaran. *Water absorption* digunakan sebagai indikator tingkat porositas terbuka, di mana nilai yang rendah menunjukkan sintering yang baik dan kualitas body yang tinggi.

Pada tahap pembentukan, *linear weight (LW)* dan viskositas slip harus dijaga dalam kisaran standar agar slip tetap homogen dan mudah diproses. Nilai *residu* yang rendah menunjukkan distribusi ukuran partikel yang baik, sehingga body memiliki struktur yang lebih seragam dan tidak mudah mengalami retak atau cacat struktural.

Tabel 3.3.3 Standar Kualitas Body Keramik

Parameter	Satuan	Rentang Standar Kualitas
Firing Shrinkage	%	2.5 -6.0
Loss on Ignition (LOI)	%	3 – 5
Bending Strength	kg/cm ²	≥ 200
Water Absorption	%	6 - 10
Densitas	gr/L	1650 – 1750
Viscosity	s	25 – 40
Residu	%	≤ 7.5

3.3.4 Parameter Karakteristik Body Keramik

Karakteristik body keramik dapat dievaluasi melalui beberapa parameter fisik dan mekanik yang mencerminkan perilaku material selama proses pembakaran dan kualitas produk akhir. Parameter-parameter tersebut antara lain *firing shrinkage*, *loss on ignition (LOI)*, *bending strength*, *water absorption*, *linear weight (LW)*, viskositas slip, dan residu ayakan.

3.3.4.1 Firing Shrinkage (%)

Firing shrinkage merupakan persentase penyusutan dimensi body keramik setelah proses pembakaran. Parameter ini menggambarkan perubahan struktur mikro akibat sintering dan pembentukan fase cair. Firing shrinkage dihitung berdasarkan perubahan panjang atau dimensi spesimen sebelum dan sesudah pembakaran dengan persamaan:

$$\text{Firing Shrinkage (\%)} = \frac{L_0 - L_f}{L_0} \times 100\%$$

di mana L_0 adalah panjang spesimen sebelum firing dan L_f adalah panjang spesimen setelah firing. Nilai firing shrinkage yang terlalu tinggi dapat meningkatkan risiko retak, sedangkan nilai yang terlalu rendah mengindikasikan sintering yang kurang optimal.

3.3.4.2 Loss on Ignition (LOI) (%)

Loss on Ignition (LOI) menunjukkan persentase massa yang hilang selama proses pembakaran akibat pelepasan air terikat, dekomposisi karbonat, dan penguapan senyawa volatil. LOI dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{LOI (\%)} = \frac{W_0 - W_f}{W_0} \times 100\%$$

dengan W_0 sebagai berat sampel sebelum pembakaran dan W_f sebagai berat sampel setelah pembakaran. Nilai LOI yang tinggi menandakan banyaknya material volatil yang berpotensi menghasilkan gas dan meningkatkan risiko defect seperti spot hole.

3.3.4.3 Bending Strength (kg/cm²)

Bending strength atau kuat lentur merupakan parameter mekanik yang menunjukkan kemampuan body keramik dalam menahan beban lentur setelah pembakaran. Pengujian dilakukan menggunakan alat crometro CR5 1000, alat ini untuk mengukur bending strength keramik setelah pembakaran :



Gambar 3.3.4.3 Alat untuk mengukur Bending Strength body keramik

3.3.4.4 Water Absorption (%)

Water absorption menggambarkan tingkat porositas terbuka pada body keramik setelah pembakaran. Pengujian dilakukan dengan merendam sampel dalam air dengan tekanan tertentu menggunakan alat tanks vsvd series for vacuum water absorption :



Gambar 3.3.4.4 tanks vsvd series for vacuum water absorption

3.3.4.5 Liter Weight (LW) (gr/L)

Liter weight atau berat jenis slip menunjukkan konsentrasi padatan dalam slip keramik. Pengukuran dilakukan dengan menimbang volume slip tertentu. Nilai LW dihitung menggunakan persamaan:

$$LW \text{ (gr/L)} = \frac{\text{Berat slip}}{\text{Volume slip}}$$

Parameter ini berpengaruh terhadap homogenitas slip, proses pencetakan, dan kualitas body hijau (*green body*).

3.3.4.6 Viscosity (s)

Viskositas slip menggambarkan kemampuan alir material selama proses pencetakan. Pengukuran viskositas biasanya dilakukan menggunakan *flow cup* atau *viscometer*, dengan hasil dinyatakan dalam satuan waktu alir (detik). Viskositas yang terlalu tinggi dapat menyulitkan proses pencetakan, sedangkan viskositas yang terlalu rendah dapat menyebabkan segregasi partikel.

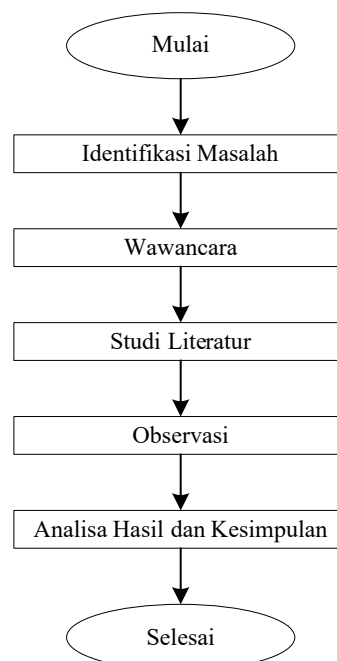
3.3.4.7 Residu (%)

Residu besi dinyatakan sebagai persentase kandungan oksida besi (Fe_2O_3) terhadap berat sampel basah atau Slip Body dan dihitung menggunakan persamaan berikut::

$$\text{Residu (\%)} = \frac{m_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{m_{\text{sampel}}} \times 100\%$$

di mana $m_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ adalah massa oksida besi dan m_{sampel} adalah massa total sampel. Kandungan besi merupakan parameter penting karena berpengaruh terhadap sifat termal, reaksi oksidasi–reduksi selama pembakaran, pembentukan fase cair, serta potensi timbulnya defect seperti spot hole dan retak akibat tekanan gas internal.

3.4.1 Alur Penyelesaian Masalah



1. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah diawali dengan melakukan evaluasi data defect produk yang terjadi pada proses produksi body keramik. Berdasarkan hasil pengolahan data kualitas, diketahui bahwa defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole merupakan defect dominan yang memiliki kontribusi signifikan terhadap penurunan kualitas produk dan peningkatan tingkat reject. Ketiga defect tersebut mengindikasikan adanya ketidaksesuaian karakteristik body keramik, terutama yang berkaitan dengan komposisi bahan baku, perilaku termal selama pembakaran awal, serta mekanisme pelepasan volatil dan difusi gas. Oleh karena itu, evaluasi komposisi body keramik dipilih sebagai fokus utama permasalahan, karena komposisi sangat berpengaruh terhadap kestabilan dimensi, kekuatan mekanik awal, serta respons body terhadap perubahan temperatur selama proses firing.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan melalui sesi tanya jawab dengan pembimbing kampus, pembimbing lapangan, serta personel terkait di area body preparation dan firing, seperti operator, teknisi, dan quality control. Wawancara ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai perubahan komposisi body keramik, karakteristik bahan baku (plastisitas, LOI, dan ukuran partikel), serta pengalaman lapangan terkait kemunculan defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole. Selain itu, wawancara juga dilakukan untuk mengetahui tindakan korektif sementara yang telah diterapkan serta kendala yang dihadapi selama proses produksi.

3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teori dan referensi ilmiah yang mendukung penelitian. Literatur diperoleh dari jurnal ilmiah, buku teks, serta standar teknis yang membahas pengaruh komposisi body keramik terhadap defect pembakaran, khususnya retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole. Kajian literatur difokuskan pada hubungan antara komposisi mineral (clay, feldspar, filler), parameter fisik body seperti firing shrinkage, Loss on Ignition (LOI), water absorption, serta mekanisme sintering dan pelepasan gas selama proses pembakaran.

4. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan secara langsung pada proses produksi di PT Arwana Citramulia Tbk Plant III Gresik. Kegiatan observasi meliputi pengamatan terhadap proses pencampuran bahan baku,

pengendalian komposisi body, karakteristik slurry, proses pembentukan, hingga tahapan pre-heating dan firing awal. Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap kondisi produk yang mengalami defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole untuk mengidentifikasi pola kemunculan defect serta keterkaitannya dengan kondisi proses dan komposisi body keramik.

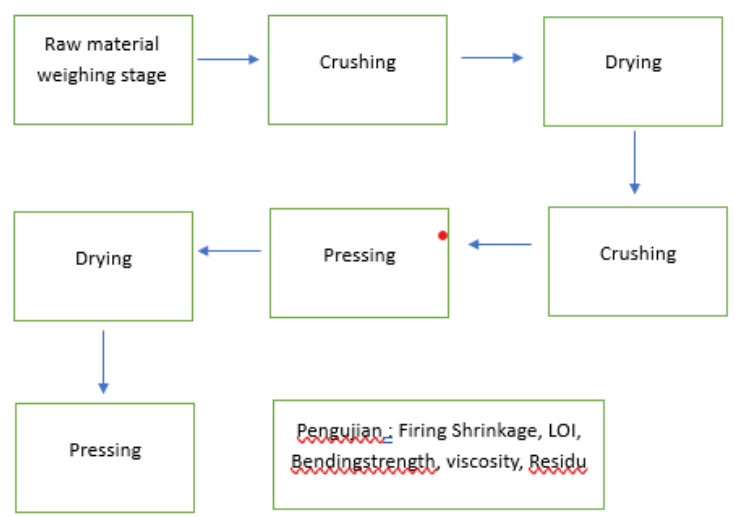
5. Pengolahan Data

Data yang diperoleh selanjutnya diolah dengan melakukan evaluasi komposisi body keramik dan analisis parameter fisik yang meliputi firing shrinkage, Loss on Ignition (LOI), water absorption, dan bending strength (green strength). Hasil evaluasi tersebut kemudian dikorelasikan dengan tingkat kemunculan defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana variasi komposisi body memengaruhi kestabilan struktur keramik selama pelepasan volatil, penyusutan, dan difusi gas pada proses pembakaran.

6. Analisis Hasil dan Kesimpulan

Tahap akhir merupakan analisis terhadap hasil evaluasi komposisi body keramik dan keterkaitannya dengan defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole. Analisis difokuskan pada identifikasi komponen komposisi yang berkontribusi terhadap ketidakstabilan termal dan mekanik body, serta mekanisme terbentuknya defect selama proses pembakaran. Berdasarkan hasil analisis tersebut, disusun kesimpulan dan rekomendasi perbaikan komposisi body keramik sebagai upaya untuk menurunkan tingkat defect, meningkatkan kestabilan pembakaran, serta meningkatkan kualitas dan konsistensi produk keramik.

3.4.1 Prosedur Kerja



Gambar 3.4 Prosedur Kerja Penelitian

Pembuatan body keramik dilakukan berdasarkan formulasi F1 hingga F5 sebagaimana tercantum pada tabel formulasi. Pada formulasi F1, material yang digunakan terdiri dari AB-01 sebesar 31 g, feldspar jenis FGB 10 g, pyrophyllite 5 g, GDG 29 g, abu andesit 13 g, dan CBB 12 g dengan total berat bahan kering sebesar 100 g. Formulasi F2 terdiri dari AB-01 33 g, FGB 8 g, pyrophyllite 7 g, GDG 27 g, abu andesit 12 g, dan CBB 13 g dengan total berat 100 g. Formulasi F3 tidak menggunakan FGB dan pyrophyllite, dengan komposisi AB-01 33 g, GDG 35 g, abu andesit 15 g, CBB 10 g, dan afal 5 g. Formulasi F4 terdiri dari AB-01 35 g, GDG 35 g, abu andesit 15 g, CBB 10 g, dan afal 5 g, sedangkan formulasi F5 terdiri dari AB-01 33 g, GDG 38 g, abu andesit 17 g, dan CBB 12 g. Seluruh material ditimbang menggunakan timbangan digital presisi $\pm 0,01$ g untuk menjamin akurasi komposisi. Setelah penimbangan, setiap formulasi ditambahkan air sebesar 40 g, waterglass (Na_2SiO_3) sebesar 0,9 g, dan garam (NaCl) sebesar 0,1 g. Penambahan air dilakukan untuk membentuk slip dengan konsentrasi padatan yang sesuai untuk proses penggilingan. Waterglass dan NaCl ditambahkan sebagai deflokulan untuk menurunkan gaya tarik antar partikel, sehingga meningkatkan dispersi partikel dan menjaga stabilitas viskositas slip. Campuran kemudian dimasukkan ke dalam mesin fast mill dan digiling pada kecepatan 500 rpm hingga diperoleh slip yang homogen.

Setelah proses milling, dilakukan pengujian karakteristik slip. Densitas slip atau Linear Weight (LW) diukur menggunakan gelas ukur 1 liter dan timbangan digital, dengan hasil LW sebesar 1694 gr/L untuk F1, 1688 gr/L untuk F2, 1712 gr/L untuk F3, 1697 gr/L untuk F4, dan 1727 gr/L untuk F5. Selanjutnya dilakukan pengujian viskositas slip menggunakan flow cup, dengan waktu alir masing-masing formulasi sebesar 36 detik untuk F1, 35 detik untuk F2, 35 detik untuk F3, 35 detik untuk F4, dan 35 detik untuk F5. Nilai viskositas yang relatif seragam menunjukkan bahwa penambahan waterglass dan NaCl mampu menjaga stabilitas aliran slip meskipun terjadi variasi komposisi material. Slip yang telah memenuhi karakteristik kemudian dikeringkan menggunakan oven pengering pada suhu 300 °C hingga berat konstan, menandakan seluruh air bebas telah menguap. Material kering selanjutnya dihancurkan (crushing) dengan cara ditumbuk menggunakan palu besi, kemudian disaring menggunakan ayakan standar untuk memisahkan partikel kasar. Hasil pengujian residu menggunakan metode ayakan menunjukkan nilai residu sebesar 5,43% untuk F1, 5,51% untuk F2,

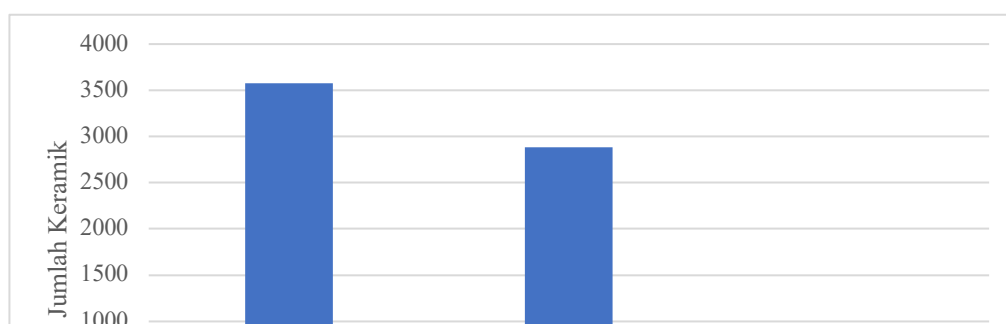
5,19% untuk F3, 5,17% untuk F4, dan 5,18% untuk F5, yang menggambarkan distribusi ukuran partikel setelah proses milling dan crushing.

Serbuk body hasil penyaringan kemudian ditambahkan kembali air sebesar 10 g untuk setiap 100 g serbuk guna meningkatkan kohesi antar partikel sebelum pembentukan. Proses pembentukan dilakukan menggunakan mesin press hidrolik, sehingga diperoleh spesimen dengan densitas awal dan kekuatan mekanik awal (green strength) yang cukup. Spesimen kemudian dibakar menggunakan kiln listrik dengan tahapan pemanasan awal hingga 500 °C, dilanjutkan pemanasan hingga suhu puncak 1500 °C, kemudian didinginkan secara bertahap hingga 500 °C. Profil pembakaran ini dirancang untuk mengontrol pelepasan volatil, proses sintering, serta mencegah tegangan termal yang dapat memicu defect. Setelah proses firing, dilakukan pengujian firing shrinkage dengan mengukur perubahan panjang spesimen sebelum dan sesudah pembakaran menggunakan jangka sorong, menghasilkan nilai penyusutan sebesar 2,89% (F1), 2,85% (F2), 3,01% (F3), 3,20% (F4), dan 3,08% (F5). Selanjutnya dilakukan pengujian Loss on Ignition (LOI) dengan membandingkan berat sampel sebelum dan sesudah pembakaran menggunakan timbangan digital, dengan nilai LOI sebesar 3,29% (F1), 3,10% (F2), 3,09% (F3), 3,16% (F4), dan 3,30% (F5). Pengujian bending strength dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) dengan metode three-point bending, menghasilkan kuat lentur sebesar 229,8 kg/cm² pada F1, 230 kg/cm² pada F2, 234,6 kg/cm² pada F3, 223 kg/cm² pada F4, dan 222,4 kg/cm² pada F5. Selanjutnya dilakukan pengujian water absorption dengan metode perendaman air selama waktu tertentu menggunakan bak perendaman dan timbangan digital, dengan hasil penyerapan air sebesar 10,1% (F1), 9,94% (F2), 9,4% (F3), 9,1% (F4), dan 10,2% (F5).

Seluruh data pengujian tersebut menunjukkan bahwa variasi formulasi, khususnya penambahan feldspar FGB dan pyrophyllite, berpengaruh terhadap karakteristik slip, perilaku sintering, dan sifat mekanik body keramik. Nilai firing shrinkage, water absorption, dan bending strength yang dihasilkan menunjukkan kecenderungan bahwa formulasi dengan kontrol dispersi dan sintering yang baik mampu menekan terbentuknya defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole selama proses pembakaran.

3.5 Hasil dan Pembahasan

3.5.1 Hasil Penelitian



Grafik 3.1 Data defect PT Arwana Citramulia Plant 3B

Tabel 3.1 Karakteristik Material Pada Bulan Oktober

Nama Material	Parameter						
	Densitas (gr/l)	Viskositas (s)	Shrinkage (%)	LOI (%)	Bending Strength Kiln (Kg/Cm2)	Water Absorbtion (%)	Bending Strength Kering (Kg/cm2)
AB01	1615.3	29.8	4.6	4.3	261.8	6.3	52.9
GDG	1622.5	29.7	4.9	4.3	292.7	6.1	45.1
FGB	1619	29.8	3.9	4.1	215.9	7.9	31.9
Pyrophyllit	1771	26.5	-	4.4	26.9	20.6	3.7
Abu Andesit	1838.9	27.3	4	3.9	158.9	9.7	5.9
CBB	1559.6	26.1	0.6	4.7	93.7	14.9	47.9

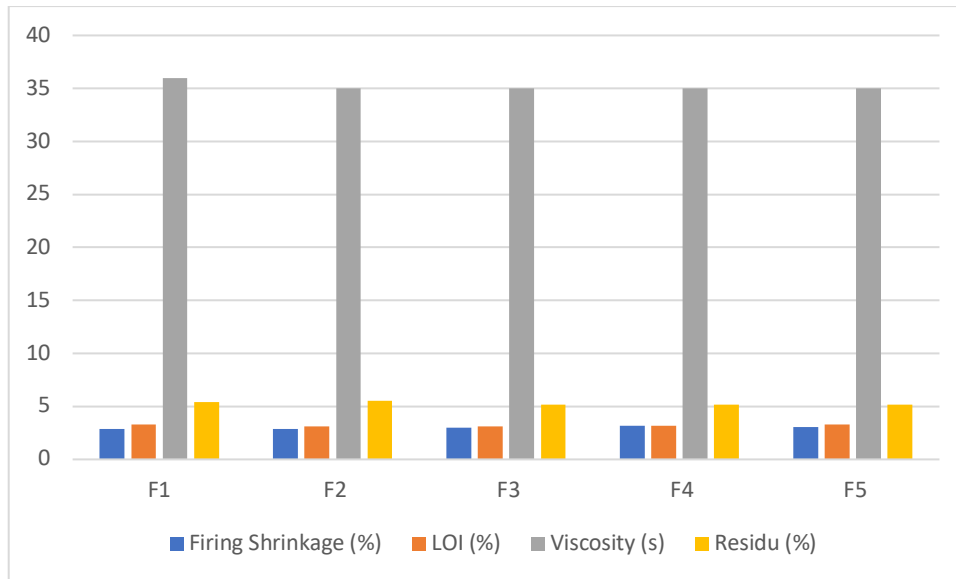
Tabel 3.2 Formulasi Body Keramik

Nama Material	Formula (gr)				
	F1	F2	F3	F4	F5
AB-01	31	33	33	35	33
FGB	10	8	0	0	0
Phyropilite	5	7	0	0	0
GDG	29	27	35	35	38
Abu Andesit	13	12	15	15	17
CBB	12	13	10	10	12
Afal			5	5	

Tabel 3.3 Karakteristik Formulasi Body Keramik

Parameter	Formulasi				
	F1	F2	F3	F4	F5
Firing Shrinkage (%)	2.89	2.85	3.01	3.2	3.08
LOI (%)	3.29	3.1	3.09	3.16	3.3
Bending Strength (kg/cm ²)	229.8	230	234.6	231	222.4
Water Absorption (%)	10.1	9.94	9.4	9.1	10.2
LW (gr/L)	1694	1688	1712	1697	1727
Viscosity (s)	36	35	35	35	35
Residu (%)	5.43	5.41	5.19	5.17	5.18

3.5.2 Pembahasan



Grafik 3.1 Pengaruh Formulasi terhadap Retak Pre Heating PT Arwana Citramulia Plant 3B

Tabel 3.1 Pengaruh Formulasi terhadap Retak Pre Heating PT Arwana Citramulia Plant 3B

Parameter	Formulasi					Standart Kualitas
	F1	F2	F3	F4	F5	
Firing Shrinkage (%)	2.89	2.85	3.01	3.2	3.08	2.5-6.0
LOI (%)	3.29	3.1	3.09	3.16	3.3	3.0 - 5.0
Viscosity (s)	36	35	35	35	35	25 - 40
Residu (%)	5.43	5.41	5.19	5.17	5.18	≤ 7.5

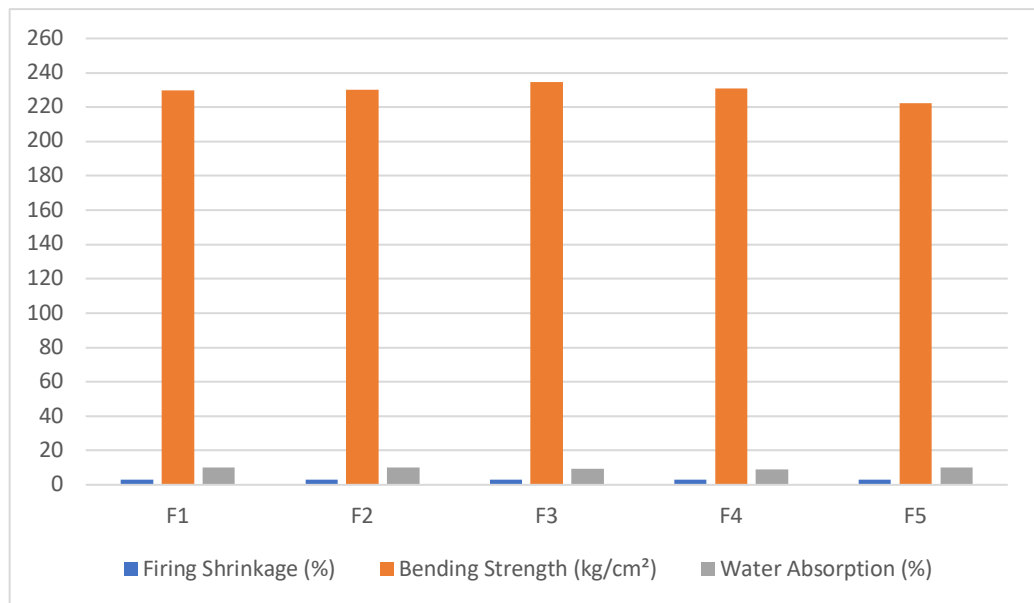
Penambahan mineral pyrophyllite dan FGB pada komposisi body keramik berperan penting dalam menentukan kestabilan body selama tahap pre-heating. Pyrophyllite dikenal sebagai mineral aluminosilikat dengan koefisien muai termal yang relatif rendah serta stabilitas struktur yang baik pada suhu menengah, sehingga mampu menekan laju penyusutan awal. Sementara itu, FGB berfungsi sebagai flux yang membantu pembentukan ikatan antarpartikel serta meningkatkan homogenitas mikrostruktur body. Kombinasi kedua material ini diharapkan mampu menurunkan tegangan termal yang timbul akibat pelepasan air terikat dan zat volatil pada rentang suhu pre-heating, yang umumnya menjadi penyebab utama terjadinya retak pre-heating.

Formulasi F1 menunjukkan nilai firing shrinkage yang relatif rendah, yaitu sebesar 2,89%, yang mengindikasikan kestabilan dimensi body yang

cukup baik selama pemanasan awal. Namun demikian, nilai loss on ignition (LOI) yang mencapai 3,29% menunjukkan masih adanya kandungan zat volatil yang cukup signifikan. Kondisi ini berpotensi menyebabkan pelepasan gas yang intensif pada tahap pre-heating, sehingga meskipun penyusutan relatif terkendali, risiko terbentuknya tegangan internal akibat akumulasi gas masih dapat terjadi apabila laju pemanasan tidak dikontrol secara optimal [3]. Formulasi F2 memperlihatkan karakteristik yang paling seimbang di antara seluruh formulasi yang diuji. Nilai firing shrinkage yang paling rendah, yaitu sebesar 2,85%, menunjukkan bahwa body mengalami penyusutan minimal selama pemanasan awal [4]. Selain itu, nilai LOI yang relatif rendah, yaitu 3,10%, menandakan jumlah zat volatil yang lebih sedikit sehingga pelepasan gas berlangsung lebih stabil. Kombinasi kedua parameter tersebut menunjukkan bahwa peran pyrophyllite dan FGB pada formulasi ini sangat efektif dalam meningkatkan stabilitas termal body, menurunkan gradien tegangan internal, serta mengurangi potensi terjadinya retak pre-heating. Formulasi F3 memiliki nilai firing shrinkage yang sedikit lebih tinggi dibandingkan F1 dan F2, yaitu sebesar 3,01%, meskipun nilai LOI tercatat paling rendah, yaitu 3,09%. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun pelepasan zat volatil berlangsung relatif aman, peningkatan penyusutan dapat memicu tegangan mekanik pada struktur body, terutama pada bagian tengah. Dengan demikian, formulasi ini masih cukup stabil selama pre-heating, namun memiliki margin keamanan yang lebih kecil dibandingkan F2. Pada formulasi F4, nilai firing shrinkage mencapai 3,20%, yang merupakan nilai tertinggi di antara seluruh formulasi. Penyusutan yang relatif besar ini menunjukkan bahwa body mengalami perubahan dimensi yang signifikan selama pemanasan awal [4]. Meskipun nilai LOI berada pada tingkat sedang, kombinasi antara penyusutan tinggi dan pelepasan gas dapat menyebabkan akumulasi tegangan termal yang lebih besar. Kondisi tersebut meningkatkan risiko terjadinya retak pre-heating maupun retak tengah, khususnya apabila pemanasan dilakukan dengan laju yang cepat. Formulasi F5 juga menunjukkan kecenderungan kurang stabil pada tahap pre-heating, dengan nilai firing shrinkage sebesar 3,08% dan LOI tertinggi, yaitu 3,30%. Tingginya nilai LOI mengindikasikan pelepasan gas volatil yang lebih besar, yang berpotensi terperangkap di dalam body apabila tidak diimbangi dengan struktur pori yang memadai. Akibatnya, tekanan internal yang terbentuk selama pemanasan dapat memicu terjadinya retak pre-heating serta cacat berupa spot hole pada tahap pembakaran selanjutnya [5].

Berdasarkan analisis parameter firing shrinkage, LOI, viskositas, dan residu, dapat disimpulkan bahwa Pada formulasi F2, keberadaan feldspar jenis FGB yang mengandung oksida alkali (Na_2O dan K_2O) berperan sebagai flux yang menurunkan temperatur pembentukan fase cair. Namun, karena jumlah FGB pada F2 berada pada tingkat moderat, fase cair terbentuk secara bertahap

dan tidak agresif. Dari sudut pandang kinetika sintering, kondisi ini memungkinkan penyusutan berlangsung lebih seragam antara permukaan dan inti body [6]. Nilai firing shrinkage F2 yang rendah dan stabil serta bending strength sebesar 200 kg/cm² menunjukkan bahwa body memiliki kekuatan mekanik yang cukup untuk menahan tegangan selama tahap sintering menengah. Dengan demikian, kombinasi pyrophyllite yang menahan laju penyusutan dan feldspar FGB yang mengatur pembentukan fase cair menjadikan F2 efektif dalam mengurangi risiko retak tengah akibat ketidakhomogenan densifikasi.



Grafik 3.2 Pengaruh Formulasi terhadap Retak Tengah PT Arwana Citramulia Plant 3B

Tabel 3.2 Pengaruh Formulasi terhadap Retak Tengah PT Arwana Citramulia Plant 3B

Parameter	Formulasi					Standart Kualitas
	F1	F2	F3	F4	F5	
Firing Shrinkage (%)	2.89	2.85	3.01	3.2	3.08	3.6 -6.0
Bending Strength (kg/cm ²)	229.8	230	234.6	231	222.4	≥ 200
Water Absorption (%)	10.1	9.94	9.4	9.1	10.2	6.0 -10

Retak tengah pada body keramik berkaitan erat dengan ketidakseimbangan proses sintering dan densifikasi antara bagian permukaan dan inti body selama pembakaran suhu menengah. Parameter karakteristik yang paling berpengaruh terhadap defect ini adalah firing shrinkage, bending strength, dan water absorption, karena ketiganya mencerminkan laju pepadatan, kemampuan menahan tegangan mekanik, serta struktur pori body keramik. Variasi komposisi bahan baku pada setiap formulasi menyebabkan perbedaan karakteristik tersebut, sehingga memengaruhi kecenderungan terbentuknya retak tengah.

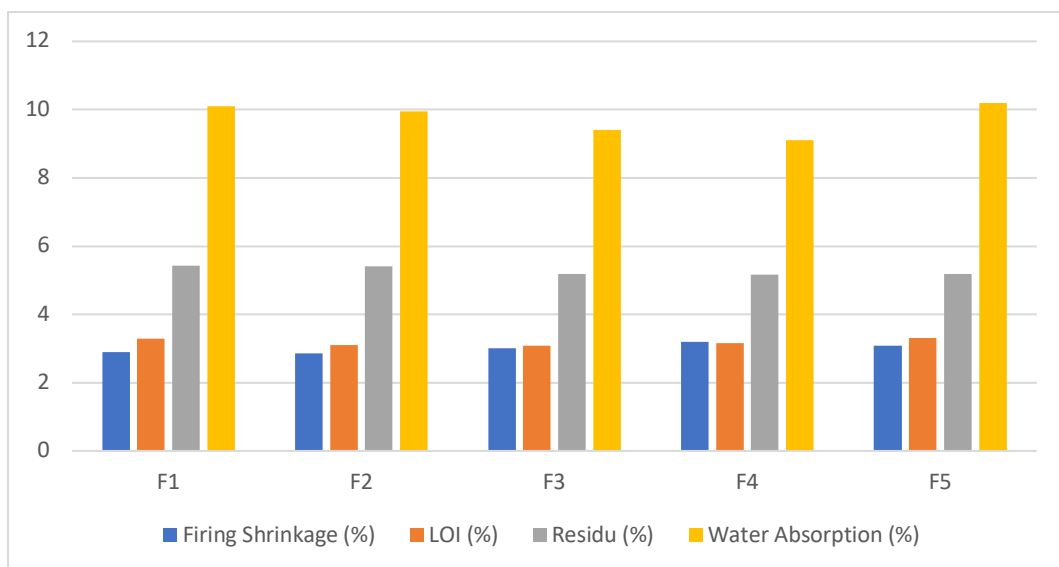
Pada formulasi F1, nilai firing shrinkage sebesar 2,89% menunjukkan bahwa proses densifikasi telah terjadi, namun masih relatif moderat. Nilai bending strength sebesar 229,8 kg/cm² menandakan bahwa body memiliki kekuatan mekanik yang cukup baik untuk menahan tegangan internal. Namun, nilai water absorption yang masih relatif tinggi (10,1%) mengindikasikan porositas terbuka yang cukup besar. Kondisi ini berpotensi menimbulkan gradien suhu dan gradien sintering antara permukaan dan inti body, sehingga retak tengah masih dapat terjadi apabila pelepasan gas dan penyusutan lanjutan di bagian tengah tidak berlangsung seimbang [9].

Formulasi F2 menunjukkan karakteristik yang lebih stabil dibandingkan F1, dengan firing shrinkage terendah sebesar 2,85% dan nilai bending strength sebesar 230 kg/cm². Nilai water absorption yang lebih rendah (9,94%) mengindikasikan struktur pori yang lebih terkendali, sehingga transfer panas ke bagian inti body berlangsung lebih merata. Kombinasi sifat tersebut menunjukkan bahwa laju sintering antara permukaan dan bagian tengah body cenderung lebih seimbang, sehingga akumulasi tegangan tarik internal dapat diminimalkan. Secara karakteristik, kondisi ini paling mendukung pengurangan risiko terjadinya retak tengah. Pada formulasi F3, firing shrinkage meningkat menjadi 3,01% dan bending strength mencapai nilai tertinggi, yaitu 234,6 kg/cm². Meskipun kekuatan mekaniknya tinggi, peningkatan firing shrinkage mengindikasikan densifikasi yang lebih intensif, khususnya pada bagian permukaan. Jika tidak diimbangi dengan jalur difusi panas dan gas yang memadai, kondisi ini dapat memicu perbedaan laju sintering antara permukaan dan inti body. Water absorption yang relatif lebih rendah (9,4%) menunjukkan struktur yang lebih padat, namun berpotensi menurunkan permeabilitas gas, sehingga risiko retak tengah masih dapat muncul akibat tekanan internal [10].

Pada formulasi F4, firing shrinkage mencapai nilai tertinggi (3,2%), yang menunjukkan proses sintering dan pepadatan yang paling agresif. Meskipun bending strength masih berada di atas standar (231 kg/cm²), nilai water absorption yang paling rendah (9,1%) mengindikasikan porositas terbuka yang semakin tertutup. Kondisi ini berpotensi memperbesar gradien

densitas dan menghambat pelepasan gas dari bagian tengah body, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya retak tengah akibat tegangan internal yang terakumulasi. Sementara itu, formulasi F5 memiliki firing shrinkage sebesar 3,08% dan bending strength terendah di antara formulasi lainnya (222,4 kg/cm²). Nilai water absorption yang kembali meningkat (10,2%) menunjukkan struktur pori yang lebih terbuka. Kombinasi antara kekuatan mekanik yang lebih rendah dan perbedaan laju sinterring antar bagian body dapat menurunkan kemampuan body dalam menahan tegangan tarik internal, sehingga formulasi ini relatif lebih rentan terhadap terjadinya retak tengah dibandingkan F2 [13].

Pada formulasi F2, keberadaan feldspar jenis FGB yang mengandung oksida alkali (Na₂O dan K₂O) berperan sebagai flux yang menurunkan temperatur pembentukan fase cair. Namun, karena jumlah FGB pada F2 berada pada tingkat moderat, fase cair terbentuk secara bertahap dan tidak agresif. Dari sudut pandang kinetika sinterring, kondisi ini memungkinkan penyusutan berlangsung lebih seragam antara permukaan dan inti body. Nilai firing shrinkage F2 yang rendah dan stabil serta bending strength sebesar 200 kg/cm² menunjukkan bahwa body memiliki kekuatan mekanik yang cukup untuk menahan tegangan selama tahap sinterring menengah. F2. Pyrophyllite adalah mineral aluminosilikat dengan stabilitas termal tinggi dan laju penyusutan yang relatif rendah, sehingga berfungsi sebagai penstabil struktur body selama pemanasan. Penambahan pyrophyllite pada F1 (5 g) dan F2 (7 g) berkontribusi dalam menekan penyusutan diferensial antar bagian body, khususnya pada tahap suhu menengah, sehingga mengurangi potensi timbulnya tegangan internal penyebab retak Tengah [17].



Grafik 3.2 Pengaruh Formulasi terhadap Spot Hole PT Arwana Citramulia Plant 3B

Tabel 3.2 Pengaruh Formulasi terhadap Spot Hole PT Arwana Citramulia Plant 3B

Parameter	Formulasi					Standart Kualitas
	F1	F2	F3	F4	F5	
Firing Shrinkage (%)	2.89	2.85	3.01	3.2	3.08	3.6 -6.0
LOI (%)	3.29	3.1	3.09	3.16	3.3	3.0 - 5.0
Residu (%)	5.43	5.41	5.19	5.17	5.18	≤ 7.5
Water Absorption (%)	10.1	9.94	9.4	9.1	10.2	6.0 -10

Spot hole merupakan defect permukaan yang terbentuk akibat gas hasil dekomposisi bahan baku dan reaksi kimia selama pembakaran yang terperangkap di dalam body keramik. Terbentuknya spot hole sangat dipengaruhi oleh nilai Loss on Ignition (LOI), kandungan residu besi, water absorption, serta perilaku penyusutan (firing shrinkage), karena parameter-parameter tersebut berkaitan langsung dengan pembentukan gas, jalur difusi gas, dan penutupan pori selama proses sintering. Pada formulasi F1, nilai LOI sebesar 3,29% menunjukkan masih terdapat pelepasan gas yang cukup signifikan selama pembakaran. Nilai residu besi sebesar 5,43% berada jauh di bawah batas standar ($\leq 7,5\%$), sehingga reaksi oksidasi–reduksi besi relatif terkendali. Namun, nilai water absorption yang cukup tinggi (10,1%) mengindikasikan porositas terbuka yang besar pada tahap awal, yang dapat membantu pelepasan gas, tetapi berpotensi menyebabkan penutupan pori yang tidak seragam ketika fase cair mulai terbentuk. Kondisi ini dapat memicu terbentuknya spot hole apabila gas belum sepenuhnya keluar sebelum permukaan mengalami densifikasi [11].

Formulasi F2 menunjukkan karakteristik yang lebih seimbang, dengan LOI terendah (3,10%) dan nilai residu besi yang relatif stabil (5,41%). Nilai water absorption sebesar 9,94% berada dalam rentang optimal, yang menunjukkan keseimbangan antara porositas terbuka dan kepadatan body. Firing shrinkage yang paling rendah (2,85%) menandakan pembentukan fase cair berlangsung lebih terkendali, sehingga pori-pori tidak tertutup terlalu cepat. Kombinasi kondisi ini memungkinkan gas hasil dekomposisi berdifusi keluar dengan lebih efektif, sehingga potensi terbentuknya spot hole menjadi lebih kecil [10]. Pada formulasi F3, nilai LOI menurun menjadi 3,09% dan residu besi sebesar 5,19%, yang secara teoritis menurunkan potensi

pembentukan gas. Namun, firing shrinkage yang meningkat menjadi 3,01% menunjukkan proses densifikasi yang lebih intensif. Water absorption yang lebih rendah (9,4%) mengindikasikan struktur body yang lebih padat, sehingga jalur difusi gas menjadi lebih terbatas. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko gas terperangkap ketika fase cair mulai terbentuk, yang berpotensi memicu spot hole. Formulasi F4 memiliki firing shrinkage tertinggi (3,20%) dan water absorption terendah (9,1%), yang menunjukkan proses pepadatan dan penutupan pori berlangsung paling cepat di antara seluruh formulasi. Meskipun nilai LOI (3,16%) dan residu besi (5,17%) masih berada dalam batas aman, kombinasi densifikasi cepat dan porositas terbuka yang rendah meningkatkan kemungkinan gas terjebak di bawah permukaan. Oleh karena itu, formulasi ini secara teoritis lebih rentan terhadap terbentuknya spot hole akibat keterlambatan pelepasan gas. Sementara itu, formulasi F5 menunjukkan nilai LOI tertinggi (3,30%) dan water absorption yang kembali meningkat (10,2%). Nilai residu besi relatif rendah (5,18%), namun tingginya LOI menandakan potensi pembentukan gas yang lebih besar selama pembakaran. Ketika gas terbentuk dalam jumlah besar dan proses densifikasi mulai berlangsung, kemungkinan terjadinya gas terperangkap meningkat, sehingga risiko spot hole pada formulasi ini relatif lebih tinggi dibandingkan F2.

Spot hole terbentuk akibat terperangkapnya gas hasil dekomposisi bahan baku dan reaksi oksida besi ketika pori-pori permukaan telah tertutup oleh fase cair. Dari sudut pandang perpindahan massa, spot hole merupakan indikasi kegagalan difusi gas keluar dari body sebelum terbentuknya lapisan kedap pada permukaan. Pada formulasi F2, keseimbangan antara stabilitas pyrophyllite dan aktivitas flux feldspar FGB menciptakan kondisi difusi gas yang lebih optimal. Pyrophyllite membantu mempertahankan porositas terbuka pada tahap awal, sedangkan feldspar FGB membentuk fase cair secara bertahap sehingga tidak langsung menutup jalur difusi gas. Hal ini tercermin dari nilai water absorption F2 sebesar 9,94%, yang menunjukkan bahwa porositas terbuka masih cukup untuk pelepasan gas, serta nilai residu besi sebesar 5,51% yang berada dalam rentang stabil dan tidak memicu evolusi gas berlebih.

4.0 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi parameter karakteristik body keramik dan fenomena yang terjadi selama firing

1. defect retak pre-heating, retak tengah, dan spot hole pada body keramik berkaitan erat dengan ketidakstabilan karakteristik body selama proses pembakaran, khususnya pada tahap pelepasan volatil, penyusutan, dan difusi gas. Hal ini tercermin dari parameter firing shrinkage (2,85–3,20%), LOI (3,09–3,30%), dan water absorption (9,1–10,2%), di mana

variasi nilai tersebut menunjukkan perbedaan perilaku sintering dan porositas yang berpotensi memicu tegangan internal serta terperangkapnya gas selama firing.

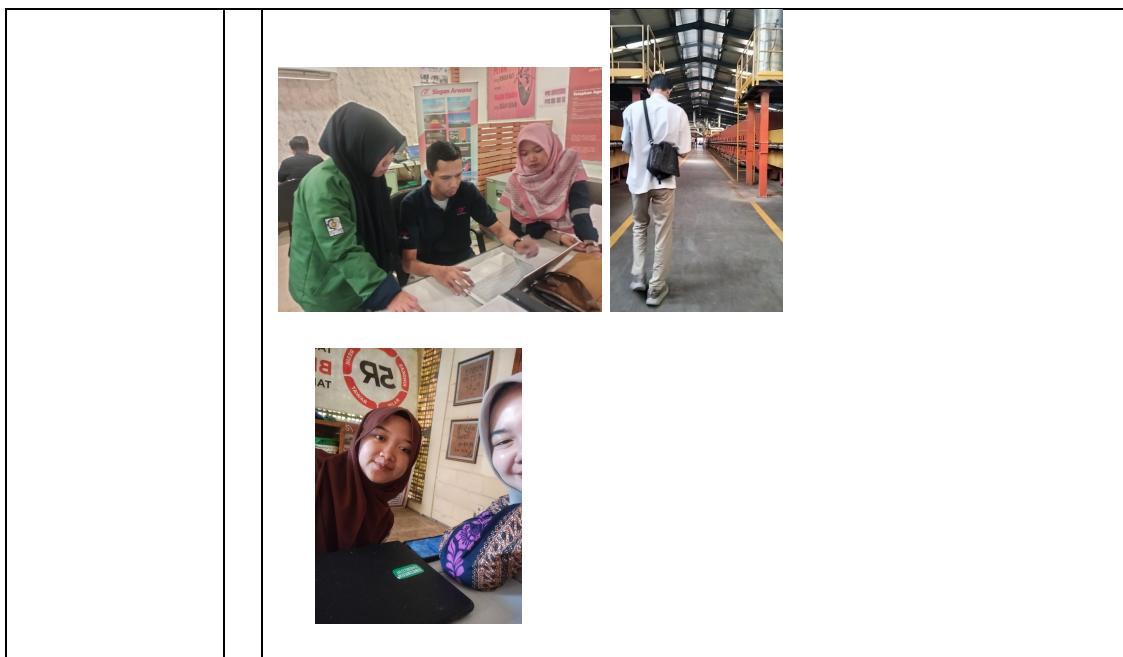
2. Penambahan pyrophyllite pada formulasi F1 dan F2 terbukti memberikan kontribusi terhadap stabilitas termal body keramik, yang ditunjukkan oleh nilai firing shrinkage yang relatif lebih rendah dan stabil (2,89% pada F1 dan 2,85% pada F2) serta nilai LOI yang terkendali. Kondisi ini menunjukkan bahwa pyrophyllite berperan dalam mengendalikan penyusutan awal dan pelepasan volatil, sehingga berpotensi menurunkan risiko terjadinya retak pre-heating.
3. Sementara itu, keberadaan feldspar jenis FGB pada formulasi F1 dan F2 berperan sebagai flux yang membantu proses sintering secara lebih terkontrol. Hal ini ditunjukkan oleh nilai bending strength yang cukup baik, yaitu 229,8 kg/cm² pada F1 dan 200 kg/cm² pada F2, serta karakteristik slip yang stabil dengan viskositas 35–36 detik dan LW 1688–1694 gr/L. Peran feldspar FGB membantu pembentukan fase cair tanpa meningkatkan porositas secara signifikan, sehingga mendukung peningkatan kualitas body selama pembakaran.
4. Kombinasi pyrophyllite dan feldspar FGB menunjukkan efektivitas yang baik dalam mengurangi potensi defect, ditunjukkan oleh keseimbangan antara penyusutan, kekuatan mekanik, dan porositas. Formulasi dengan kontrol karakteristik yang baik mampu menghasilkan water absorption yang relatif rendah dan bending strength yang memadai, sehingga mendukung stabilitas struktur body keramik dan menekan kemungkinan terjadinya retak pre-heating, retak tengah, serta spot hole selama proses firing.

Daftar Pustaka

- Comfort, K. E. A., Oluwabunmi, A. A., & Hossanah, C. (2024). Production of Engobe for Ceramic Decoration. *Journal of Materials Science Research and Reviews*, 7(1), 24–29.
- El-Didamony, H., El-Fadaly, E., Amer, A. A., & Abazeed, I. H. (2020). Synthesis and characterization of low cost nanosilica from sodium silicate solution and their applications in ceramic engobes. *Boletin de La Sociedad Espanola de Ceramica y Vidrio*, 59(1), 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2019.06.004>
- Karyadi, K., & Suseno, J. E. (2019). Rancang Bangun Prototipe Sistem Kendali Iron Removal Filter (Irf) Pada Unit Pengolahan Air Bersih Berbasis Plc. *Gema Teknologi*, 20(2), 60. <https://doi.org/10.14710/gt.v20i2.23100>
- M Faza Nanda, Syahrul Maulanah, Tiara Nur Hidayah, Aldi Maulana Taufiqurrahman, & Denny Oktavino Radianto. (2024). Analisis Pentingnya Pengelolaan Limbah Terhadap Kehidupan Sosial Bermasyarakat. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 97–107. <https://doi.org/10.61132/venus.v2i2.255>
- Maulana, S. (2023). Proses Produksi Material Frit dalam Smelter di PT XYZ. *Jurnal SIGMAT Teknik Mesin UNSIKA*, 3(1), 52–60. <https://doi.org/10.35261/sigmat.v3i1.9847>
- Pahlavani, M. (2017). Optimization of Engobe Compositions for Ceramic Tiles. *Iran Congress on Industrial Applications of Advanced Materials and Manufacturing*, June, 1–8. <https://www.researchgate.net/publication/329390024>
- Safardiansyah, M. A., & Nurrohkayati, A. S. (2024). Perhitungan Efisiensi Pompa reciprocating Gardner Danver Type-200-001 di Salah Satu Perusahaan Gas dan Minyak di Kalimantan Timur. *National Multidisciplinary Sciences*, 3(1), 327–335.
- Susanto, H., Dailami, D., & Kamarullah, K. (2021). Analisa Tingkat Getaran dan Kebisingan Vibrating Screen Crusher FC 02 pada PT Mifa Bersaudara. *JTM-ITI (Jurnal Teknik Mesin ITI)*, 5(3), 130. <https://doi.org/10.31543/jtm.v5i3.673>

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-1	
Tanggal	: 07 Juli – 12 Juli 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Orientasi sejarah perusahaan, budaya perusahaan, dan sekilas tentang produk perusahaan serta pembelajaran pivot.
Hasil	: Pada minggu pertama, saya mengikuti orientasi mengenai sejarah berdirinya PT Arwana Citramulia Tbk, visi-misi, serta nilai-nilai dasar perusahaan yang berfokus pada kualitas, efisiensi, inovasi, dan kepuasan pelanggan. Saya juga diperkenalkan pada budaya kerja perusahaan yang menekankan kepatuhan, integritas, profesionalisme, dan kesehatan serta keselamatan kerja. Selain itu, saya mempelajari lini produk keramik dari Plant III yang terdiri atas Plant III-A (keramik 40x40 cm varian regular dan digital), Plant III-B (keramik non-rectified ukuran 40x40 cm dan 50x50 cm), serta Plant III-C (keramik rectified ukuran 50x50 cm) yang ditujukan untuk berbagai segmen pasar. Lebih lanjut, saya mendapat penjelasan mengenai alur proses bisnis mulai dari marketing yang membuat forecast, PPIC yang merencanakan material bersama R&D, proses procurement dan pengujian kualitas raw material, produksi, quality control, hingga distribusi produk ke konsumen. Saya juga memahami peran Quality Assurance (QA) dalam memastikan standar mutu produk, melakukan pengawasan di tiap tahapan, serta menangani komplain dari customer sebagai bagian evaluasi berkelanjutan. Pada pekan pertama juga diajarkan mengenai pivot agar kita dapat mengolah data dengan mudah. .
Dokumentasi	



Gresik, 14 Juli 2025
Pembimbing Magang Industri

(Arif Teguh Julianto, S.T)

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-2		
Tanggal	:	15 Juli – 22 Juli 2025
Tempat	:	PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	:	Mengenal material bahan baku yang digunakan dari bahan baku body keramik, glaze, dan engobe serta mempelajari setiap karakteristiknya tiap material dan proses produksi.
Hasil	:	Pada minggu kedua, saya mempelajari bahan baku utama dalam pembuatan keramik serta tahapan proses produksinya. Bahan baku untuk body terdiri dari feldspar GDG, feldspar AB-01, abu andesit, clay CBB, paras, dan bahan aditif berupa waterglass yang berfungsi sebagai <i>dispersing agent</i> . Untuk engobe, digunakan clay, kaolin, alumina, silika, sodium, CMC, dan STPP, sedangkan glaze menggunakan frit, zirconium, titanium, kaolin, alumina, sodium, kalsium, silika, CMC, dan STPP. Proses produksi dimulai dari <i>body preparation</i> , yaitu pencampuran dan penggilingan bahan baku menjadi slip, kemudian dikeringkan melalui spray dryer hingga berbentuk powder. Powder tersebut dibentuk menjadi <i>green body</i> dengan mesin press, lalu dikeringkan menggunakan horizontal dryer. Selanjutnya dilakukan proses <i>glazing</i> , yaitu pelapisan engobe dan glaze pada permukaan tile, termasuk penambahan motif melalui digital printing. Tahap terakhir adalah <i>firing</i> dalam kiln dengan kontrol suhu bertahap hingga menghasilkan keramik yang padat, kuat, dan memiliki tampilan akhir yang sesuai standar kualitas.
Dokumentasi		

Gresik, 22 Juli 2025
Pembimbing Magang Industri

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rt' with a stylized flourish.

(Arif Teguh Julianto, S.T)

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-3	
Tanggal	: 23 Juli – 30 Juli 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: mempelajari aspek quality control pada material glaze dan engobe dan body yang meliputi pemeriksaan mutu bahan baku, pemantauan parameter proses, serta pengujian produk akhir sesuai standar. Selain itu, juga mempelajari karakteristik material yang digunakan dalam proses produksi, mencakup sifat fisik dan kimia, kesesuaian material terhadap spesifikasi, serta pentingnya pemilihan material dalam menjaga konsistensi kualitas produk.
Hasil	: Pada minggu ketiga, saya mempelajari aspek quality control terhadap material glaze, engobe, dan body. Untuk material glaze dan engobe, pemeriksaan dilakukan melalui uji rheologi yang meliputi pengukuran densitas, viskositas, dan residu. Setelah itu, dilakukan <i>tile application test</i> dengan mengaplikasikan slurry pada permukaan keramik, kemudian dibakar untuk menilai hasil lapisan, termasuk tingkat kilap (<i>glossy</i>) atau (<i>flat</i>). Sementara itu, pada material body dilakukan uji kualitas dengan membuat <i>cookies</i> (sampel uji) yang kemudian dibakar. Sampel tersebut diuji sifat fisiknya, antara lain <i>bending strength</i> , penyusutan, serta <i>loss on ignition (LOI)</i> . Melalui kegiatan ini, saya memahami bagaimana setiap pengujian berperan penting dalam menjaga konsistensi material agar sesuai standar produksi.
Dokumentasi	   



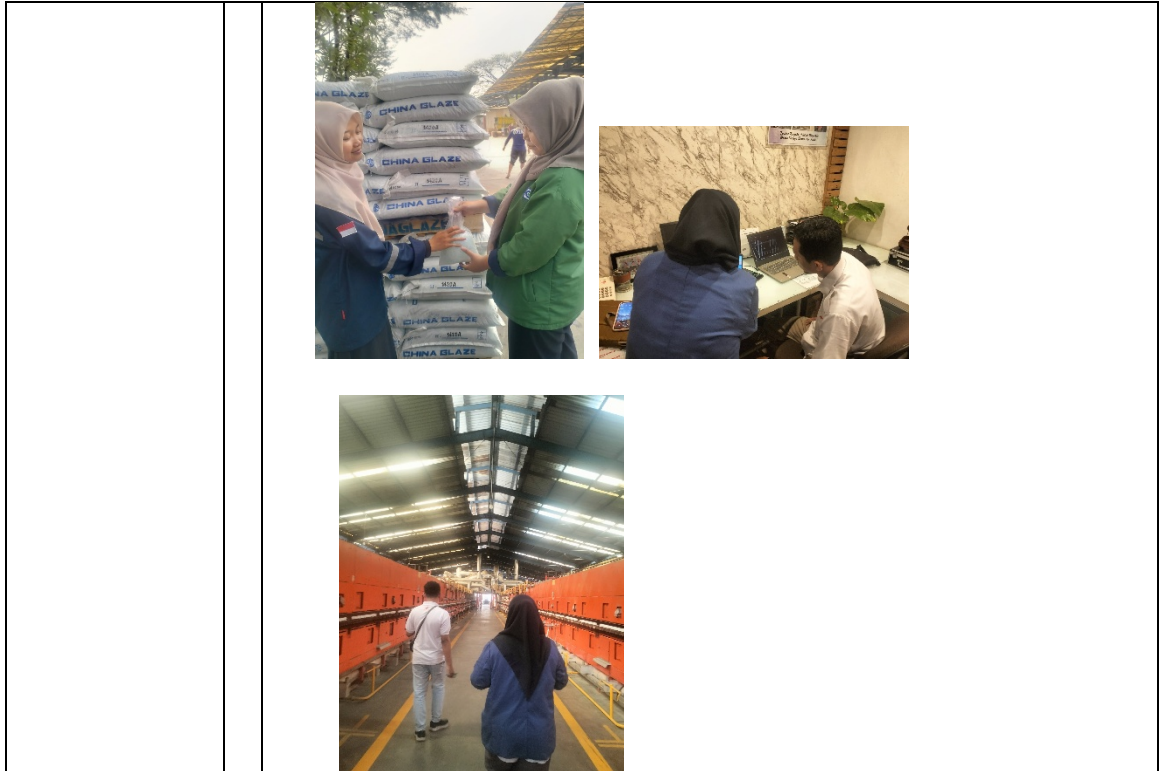
Gresik, 30 Juli 2025
Pembimbing Magang Industri

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'RtJ' with a stylized flourish.

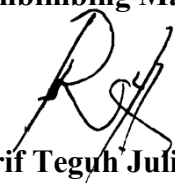
(Arif Teguh Julianto, S.T)

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-4	
Tanggal	: 31 Juli – 06 Agustus 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: mempelajari alur proses pengolahan limbah produksi (cair, gas, padat). Selain itu, juga memahami quality control pada material control pada material glaze dan engobe dan body yaitu pengecekan kesesuaian spesifikasi bahan baku, pemeriksaan fisik maupun sifat kimianya, serta memastikan material layak diproses untuk menjaga kualitas produk akhir.
Hasil	: Pada minggu ke empat saya mempelajari mempelajari sistem pengolahan limbah produksi yang mencakup limbah padat, cair, dan gas. Limbah padat dihasilkan dari saringan slip, dust collector, pecahan green body, maupun fired body, yang kemudian dikategorikan sebagai <i>affal</i> dan dimanfaatkan kembali sebagai campuran bahan baku dengan batas maksimum 5%. Limbah cair berasal dari spray dryer dan glazing line, ditampung di sumur limbah dengan pengadukan, lalu dipompa menuju ball mill untuk diproses ulang menjadi slurry yang dapat digunakan kembali sebagai bahan baku body. Sedangkan limbah gas berasal dari kiln berupa flue gas yang dialirkan melalui sistem <i>heat recovery</i> untuk dimanfaatkan sebagai sumber panas pada spray dryer dan horizontal dryer, serta dibersihkan menggunakan dust collector sebelum dilepas ke atmosfer. Selain itu saya juga mempelajari QC saya mempelajari quality control terhadap material body, glaze, dan engobe, yang meliputi pengecekan kesesuaian bahan baku dengan spesifikasi, pemeriksaan sifat fisik dan kimia, serta uji rheologi seperti densitas, viskositas, dan residu untuk glaze dan engobe yang kemudian diaplikasikan pada <i>test tile</i> dan dibakar guna menilai hasil kilap (<i>glossy</i>) maupun dof (<i>flat</i>). Untuk material body dilakukan uji <i>cookies test</i> dengan pembakaran, lalu dianalisis sifatnya melalui <i>bending strength</i> , penyusutan, dan <i>loss on ignition (LOI)</i> .
Dokumentasi	 



Gresik, 06 Agustus 2025
Pembimbing Magang Industri


(Arif Teguh Julianto, S.T)

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-5	
Tanggal	: 08 Agustus – 15 Agustus 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Melaksanakan quality control pada body material yang mencakup proses penghalusan material, pembentukan cookies melalui tahap pengempaan, serta pembakaran untuk kemudian dilakukan pengukuran penyusutan, Loss on Ignition (LOI), dan bending strength. Selain itu, pada pekan ke-5 juga mengikuti kegiatan uji komposisi glaze dan engobe dalam rangka industrial test.
Hasil	: Pada minggu kelima, saya melaksanakan quality control pada body material, dimulai dari proses penghalusan bahan, pembentukan <i>cookies</i> melalui tahap pengempaan, kemudian dilakukan pembakaran untuk selanjutnya diuji parameter penyusutan, <i>Loss on Ignition (LOI)</i> , serta kekuatan mekanik melalui <i>bending strength test</i> . Selain itu, saya juga mengikuti kegiatan uji komposisi glaze dan engobe dalam rangka <i>industrial test</i> , yaitu dengan melakukan formulasi, aplikasi pada <i>test tile</i> , hingga pembakaran untuk mengevaluasi kesesuaian hasil permukaan, kilap (<i>glossy/dof</i>), serta daya rekat terhadap body. Dari kegiatan ini, saya memperoleh pemahaman mengenai pentingnya kontrol parameter uji laboratorium dalam menjaga konsistensi mutu produk, sekaligus mendukung keberhasilan uji coba skala industri.
Dokumentasi	

Gresik, 15 Agustus 2025
Pembimbing Magang Industri



(Arif Teguh Julianto, S.T)

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-6	
Tanggal	: 16 Agustus – 23 Agustus 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Mempelajari penerapan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan) di PT Arwana Citramulia Tbk, serta memahami standar ISO 9001:2015, ISO 45001:2018, dan ISO 14001:2015 yang diterapkan perusahaan.
Hasil	: Pada minggu keenam, saya mempelajari secara lebih rinci penerapan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan) yang diterapkan PT Arwana Citramulia Tbk sebagai bagian dari budaya kerja perusahaan. Penerapan K3L meliputi kewajiban penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) sesuai area kerja, penerapan housekeeping untuk menjaga kebersihan dan keamanan lingkungan kerja, serta pemahaman prosedur tanggap darurat seperti evakuasi kebakaran dan penanganan tumpahan bahan kimia. Dari sisi lingkungan, perusahaan melakukan upaya pengelolaan limbah padat, cair, dan gas agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Selain itu, saya juga mempelajari implementasi standar ISO yang menjadi acuan perusahaan, yaitu ISO 9001:2015 terkait sistem manajemen mutu untuk memastikan produk sesuai standar kualitas, ISO 45001:2018 terkait sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja guna meminimalkan risiko kecelakaan, serta ISO 14001:2015 terkait manajemen lingkungan yang fokus pada keberlanjutan dan pengendalian dampak lingkungan dari kegiatan produksi. Penerapan standar dan kebijakan ini saling terintegrasi sehingga mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman, sehat, efisien, dan ramah lingkungan.
Dokumentasi	



Gresik, 23 Agustus 2025
Pembimbing Magang Industri

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'R. Julianto'.

(Arif Teguh Julianto, S.T)

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-7	
Tanggal	: 25 Agustus – 01 September 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Mempelajari formulasi bahan baku keramik serta memperdalam pemahaman mengenai proses produksi keramik yang dimulai dari tahap formulasi. Kegiatan ini mencakup pengenalan jenis dan fungsi bahan baku utama dan pendukung, penentuan komposisi formulasi, serta keterkaitan formulasi dengan tahapan proses produksi selanjutnya. Selain itu, dilakukan pemahaman terhadap alur penerimaan dan kedatangan material sebagai bahan awal produksi, termasuk pemeriksaan awal bahan baku sebelum digunakan dalam proses.
Hasil	: Dari kegiatan tersebut, saya memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai pentingnya tahap formulasi sebagai dasar dalam proses produksi keramik. Saya memahami bahwa pemilihan jenis bahan baku dan penentuan komposisi formulasi berpengaruh langsung terhadap sifat fisik dan kualitas produk keramik, seperti kekuatan, kepadatan, dan kestabilan selama proses pembakaran. Selain itu, saya memahami keterkaitan antara formulasi dan tahapan proses produksi selanjutnya, di mana bahan baku yang telah diformulasikan akan diproses lebih lanjut sesuai alur produksi yang telah ditetapkan perusahaan. Saya juga mempelajari proses kedatangan material, mulai dari penerimaan bahan baku dari pemasok, pengecekan kesesuaian material dengan spesifikasi yang ditentukan, hingga penyimpanan bahan baku agar tetap terjaga kualitasnya sebelum digunakan dalam proses produksi. Melalui kegiatan ini, saya memperoleh wawasan bahwa pengendalian bahan baku sejak tahap formulasi dan penerimaan material sangat penting untuk menjaga konsistensi proses produksi serta meminimalkan potensi masalah kualitas pada tahap produksi berikutnya. Pemahaman ini membantu saya melihat proses produksi keramik secara lebih menyeluruh, dimulai dari bahan baku hingga menjadi produk akhir.
Dokumentasi	 

Gresik, 01 September 2025
Pembimbing Magang Industri

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'RtJ' with a stylized flourish.

(Arif Teguh Julianto, S.T)

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-8	
Tanggal	: 01 september – 08 september 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Melakukan pengecekan dan perbandingan kualitas material clay antara kiriman awal dan kiriman terbaru berdasarkan parameter fisik material.
Hasil	: Berdasarkan hasil pengamatan, terdapat perbedaan karakteristik fisik material, terutama pada kadar air, warna, dan tingkat homogenitas. Clay kiriman terbaru memiliki kadar air yang lebih tinggi sehingga menyebabkan terbentuknya aglomerasi partikel dan penurunan kemampuan alir (flowability). Kondisi ini berpotensi memengaruhi efektivitas proses pencampuran (mixing) serta kestabilan proses pada tahap produksi selanjutnya. Hasil pengecekan dicatat dan dilaporkan sebagai bahan evaluasi dan pengendalian mutu bahan baku..
Dokumentasi	

**Gresik, 08 September 2025
Pembimbing Magang Industri**



(Arif Teguh Julianto, S.T)

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-9	
Tanggal	: 09 september – 15 september 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Mempelajari dan memahami <i>Piping and Instrumentation Diagram</i> (P&ID) Spray Dryer pada proses pembuatan powder keramik dari slip.
Hasil	: Berdasarkan kegiatan pembelajaran P&ID Spray Dryer, diperoleh pemahaman mengenai alur proses pengeringan slip menjadi powder keramik, termasuk fungsi peralatan utama dan sistem instrumentasi yang terlibat. Spray dryer berperan dalam menguapkan kandungan air pada slip melalui kontak dengan udara panas sehingga dihasilkan powder dengan kadar air yang sesuai untuk tahap pembentukan selanjutnya. Diagram P&ID menunjukkan keterkaitan antara unit seperti feeding slip, atomizer, spray drying chamber, burner, blower, dan cyclone, serta instrumen pengendalian temperatur, tekanan, dan laju alir udara. Pemahaman ini membantu dalam mengenali titik-titik kontrol proses yang berpengaruh terhadap kualitas powder dan kestabilan operasi spray dryer.
Dokumentasi	  



**LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK**

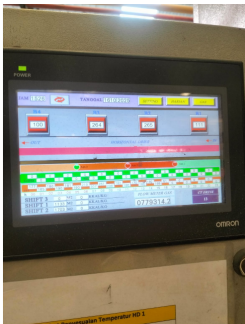
**Gresik, 15 September 2025
Pembimbing Magang Industri**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Arif Teguh Julianto'.

(Arif Teguh Julianto, S.T)

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN
TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS
SURABAYA

Logbook Pekan Ke-10		
Tanggal	:	16 september – 22 september 2025
Tempat	:	PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	:	Mempelajari dan memahami <i>Piping and Instrumentation Diagram</i> (P&ID) Horizontal Dryer pada proses pengeringan material keramik.
Hasil	:	Berdasarkan kegiatan pembelajaran P&ID Horizontal Dryer, diperoleh pemahaman mengenai alur proses pengeringan material keramik, khususnya dalam menurunkan kadar air material sebelum memasuki tahap proses selanjutnya. Horizontal dryer berfungsi mengeringkan material melalui pemanasan tidak langsung dengan aliran udara panas yang terkontrol sehingga kadar air material dapat diturunkan secara bertahap dan merata. Diagram P&ID menunjukkan keterkaitan antara peralatan utama seperti mixing chamber, blower, burner, dan sistem ducting, serta instrumen pengendalian temperatur, tekanan, dan laju alir udara. Pemahaman ini membantu dalam mengenali titik kontrol proses yang berperan dalam menjaga kestabilan operasi dan kualitas material hasil pengeringan.
Dokumentasi		  

Gresik, 22 September 2025
Pembimbing Magang Industri



(Arif Teguh Julianto, S.T)

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN
TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS
SURABAYA

Logbook Pekan Ke-11	
Tanggal	: 23 september – 29 september 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Mempelajari sistem transportasi material powder keramik menggunakan bucket elevator dan conveyor dari unit spray dryer menuju silo, serta mendalami keterkaitannya dengan alur proses produksi.
Hasil	: Dari kegiatan tersebut diperoleh pemahaman mengenai prinsip kerja dan fungsi sistem transportasi material powder keramik, khususnya bucket elevator dan conveyor, dalam memindahkan produk hasil spray dryer menuju silo penyimpanan. Sistem transport ini dirancang untuk menjaga kontinuitas aliran material serta meminimalkan segregasi dan kehilangan material selama pemindahan. Selain itu, dipahami keterkaitan antara kapasitas alat transport dengan laju produksi spray dryer dan sistem penyimpanan di silo. Pendalaman proses produksi ini membantu dalam memahami peran transport material sebagai bagian penting dalam menjaga efisiensi proses dan kestabilan operasi secara keseluruhan.
Dokumentasi	  



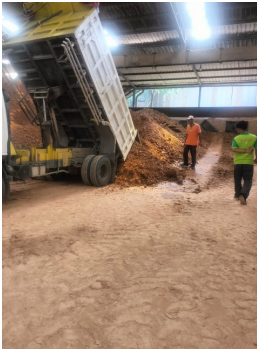
LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK
Gresik, 29 September 2025
Pembimbing Magang Industri

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Arif Teguh Julianto'.

(Arif Teguh Julianto, S.T)

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN
TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS
SURABAYA

Logbook Pekan Ke-12	
Tanggal	: 30 september – 06 Oktober 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Memperdalam pemahaman mengenai proses produksi keramik dan karakteristik material, serta melakukan pengecekan material di gudang bahan baku.
Hasil	: Melalui kegiatan ini, diperoleh pemahaman mengenai tahapan proses produksi keramik serta perubahan sifat material pada setiap tahap pengolahan. Selain itu, dilakukan pengecekan kondisi material di gudang bahan baku untuk memastikan kesesuaian karakteristik fisik material dengan spesifikasi yang ditetapkan. Pengecekan meliputi kondisi visual material, tingkat kelembapan, dan homogenitas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi penyimpanan material berpengaruh terhadap kualitas bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi. Seluruh hasil pengecekan dicatat sebagai bagian dari pengendalian mutu material sebelum digunakan pada tahap produksi selanjutnya..
Dokumentasi	  



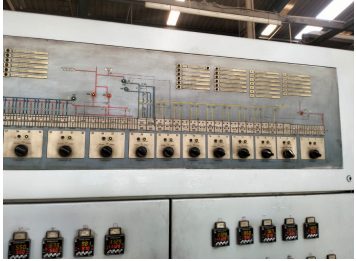
**LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK**

**Gresik, 06 Oktober 2025
Pembimbing Magang Industri**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R. Julianto'.

(Arif Teguh Julianto, S.T)

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS SURABAYA

Logbook Pekan Ke-13	
Tanggal	: 07 Oktober – 13 Oktober 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Mempelajari <i>Piping and Instrumentation Diagram</i> (P&ID) kiln serta memahami proses digital printing pada produksi keramik.
Hasil	: Dari kegiatan pembelajaran P&ID kiln, diperoleh pemahaman mengenai alur proses pembakaran keramik, fungsi peralatan utama, serta sistem instrumentasi yang digunakan untuk mengendalikan parameter operasi seperti temperatur dan tekanan. Selain itu, melalui pembelajaran proses digital printing, dipahami tahapan aplikasi desain pada permukaan keramik sebelum pembakaran, termasuk peran kontrol proses dalam menjaga kualitas motif dan keseragaman hasil cetak. Pemahaman ini memberikan gambaran keterkaitan antara pengendalian proses pembakaran dan kualitas akhir produk keramik.
Dokumentasi	  



**LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK**

**Gresik, 13 Oktober 2025
Pembimbing Magang Industri**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ry' with a stylized flourish.

(Arif Teguh Julianto, S.T)

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN
TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS
SURABAYA

Logbook Pekan Ke-14		
Tanggal	:	14 Oktober– 20 Oktober 2025
Tempat	:	PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	:	Memperdalam pemahaman mengenai proses produksi keramik dan karakteristik material, serta melakukan pengecekan material di gudang bahan baku..
Hasil	:	Melalui kegiatan ini, diperoleh pemahaman mengenai tahapan proses produksi keramik serta perubahan sifat material pada setiap tahap pengolahan. Selain itu, dilakukan pengecekan kondisi material di gudang bahan baku untuk memastikan kesesuaian karakteristik fisik material dengan spesifikasi yang ditetapkan. Pengecekan meliputi kondisi visual material, tingkat kelembapan, dan homogenitas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi penyimpanan material berpengaruh terhadap kualitas bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi. Seluruh hasil pengecekan dicatat sebagai bagian dari pengendalian mutu material sebelum digunakan pada tahap produksi selanjutnya.
Dokumentasi		



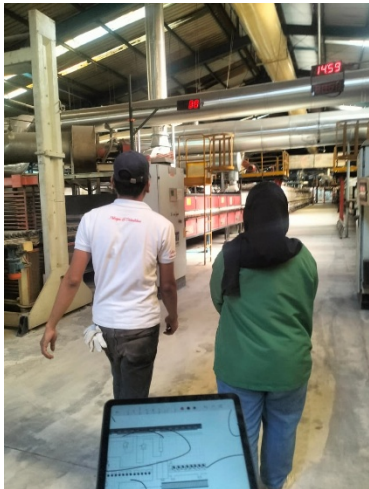
LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK
Gresik, 20 Oktober 2025
Pembimbing Magang Industri

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Arif Teguh Julianto'.

(Arif Teguh Julianto, S.T)

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK

LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN
TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS
SURABAYA

Logbook Pekan Ke-15		
Tanggal	:	21 Oktober – 27 Oktober 2025
Tempat	:	PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	:	Pembelajaran proses spray dryer dan pengendalian kadar air granula.
Hasil	:	Memahami prinsip kerja spray dryer dalam mengubah slurry menjadi granula melalui proses pengeringan cepat. Dipelajari parameter penting seperti temperatur inlet–outlet, tekanan nozzle, dan laju alir slurry. Kegiatan ini memberikan pemahaman bahwa kadar air granula sangat berpengaruh terhadap proses pressing dan kekuatan green body.
Dokumentasi		

LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK



Gresik, 27 Oktober 2025
Pembimbing Magang Industri



(Arif Teguh Julianto, S.T)

**LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN
TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS
SURABAYA**

Logbook Pekan Ke-16		
Tanggal	:	29 Oktober –03 November 2025
Tempat	:	PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	:	Mempelajari proses pressing dan pengaruh tekanan terhadap densitas produk.

**LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK**

Hasil	: Memahami tahapan pembentukan keramik melalui mesin press hidrolik. Dipelajari hubungan antara tekanan press, waktu penahanan, dan distribusi granula terhadap densitas serta kekuatan produk mentah. Diperoleh pemahaman bahwa ketidakseimbangan tekanan dapat menyebabkan cacat seperti retak atau ketidakaturan dimensi.
Dokumentasi	

**Gresik, 03 November 2025
Pembimbing Magang Industri**



**LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arif Teguh Julianto', is written over the title.

(Arif Teguh Julianto, S.T)

**LOGBOOK PELAKSANAAN MAGANG DEPARTEMEN
TEKNIK KIMIA INDUSTRI FAKULTAS VOKASI – ITS
SURABAYA**

Logbook Pekan Ke-17	
Tanggal	: 04 November – 07 November 2025
Tempat	: PT. Arwana Citramulia TBK Plant 3
Kegiatan	: Mempelajari proses pressing dan pengaruh tekanan terhadap densitas produk.
Hasil	: Memahami tahapan pembentukan keramik melalui mesin press hidrolik. Dipelajari hubungan antara tekanan press, waktu penahanan, dan distribusi granula terhadap densitas serta kekuatan produk mentah. Diperoleh pemahaman bahwa ketidakseimbangan tekanan dapat menyebabkan cacat seperti retak atau ketidakaturan dimensi.
Dokumentasi	

**LAPORAN MAGANG
PT. ARWANA CITRAMULIA TBK GRESIK**



**Gresik, 07 November 2025
Pembimbing Magang Industri**



(Arif Teguh Julianto, S.T)