

TUGAS AKHIR
KAJIAN PERFORMA *DISSOLVER*
PABRIK *WATERGLASS* PT. SINAR SAKTI KIMIA



Disusun Oleh :

Muhammad Ushama Fanani (021190038)

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL " VETERAN "
YOGYAKARTA
2022



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR


“ Kajian Performa *Dissolver* Pabrik *Waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia “

Disusun Oleh :

Muhammad Ushama Fanani (021190038)


Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diujikan Oleh :

Dosen Pembimbing I Tugas Akhir


Assoc. Prof. Dr. Eng. Y. Deddy Hermawan, S.T., M.T.
NIP. 19721022 202121 1 003

Tanggal : 6-9-2022

Dosen Pembimbing II Tugas Akhir


Susanti Rina Nugraheni, S.T., M.Eng.
NIP. 19830922 202121 2 004

Tanggal : 8/9 2022



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



TUGAS AKHIR
KAJIAN PERFORMA DISSOLVER PABRIK WATERGLASS PT. SINAR
SAKTI KIMIA





Dipersiapkan dan disusun oleh :

Muhammad Ushama Fanani NPM: 021190038

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal: 16 September 2022

Susunan Dewan Penguji :

<p>Pembimbing Utama</p> <p> 19/9/22</p> <p><u>Assoc. Prof. Dr. Eng. Y. D. Hermawan, S.T., M.T.</u> NIP. 19721022 202121 1 003</p>	<p>Pembimbing Pendamping</p> <p></p> <p><u>Susanti Rina Nugraheni, S.T., M.Eng.</u> NIP. 19830922 202121 2 004</p>
<p>Penguji I</p> <p></p> <p><u>Dr. Adi Ilcham, S.T., M.T.</u> NIP. 19710806 202121 1 002</p>	<p>Penguji II</p> <p></p> <p><u>Dr. Muh. Maulana Azimatun N., S.T., M.T.</u> NIK. 2 8810 15 0442 1</p>

Laporan ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Ahli Madya

Koordinator Prodi D3 Teknik Kimia



Susanti Rina Nugraheni, S.T., M.Eng.
NIP. 19830922 202121 2 004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Adi Ilcham, S.T., M.T.
NIP. 19710806 202121 1 002



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ Kajian Performa *Dissolver* Pabrik *Waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia “ dengan baik dan benar .

Penyusunan laporan ini dimaksudkan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan program studi D3 Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “ Veteran “ Yogyakarta. Dengan diterimanya tugas akhir ini, saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung yaitu :

1. Bapak Dr. Adi Ilcham, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Kimia.
2. Ibu Susanti Rina Nugraheni, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Prodi D3 Teknik Kimia dan dosen pembimbing tugas akhir II.
3. Bapak Dr. Eng. Yulius Deddy Hermawan, S.T. M.T selaku dosen pembimbing tugas akhir I.
4. Bapak Ir. Donatus Processus, S.H. selaku manager HRD dan segenap staff, karyawan PT. Sinar Sakti Kimia.
5. Orangtua dan keluarga yang senantiasa memberi dukungan baik moril dan materil.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka dan mengharapkan kritik serta saran yang membangun sebagai bahan untuk perbaikan di masa depan. Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan maupun kata-kata yang kurang berkenan yang ada di dalam laporan. Penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca .

Yogyakarta , September 2022

Penyusun



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan.....	I
Kata Pengantar	III
Daftar Isi	IV
Daftar Gambar	V
Daftar Tabel.....	VII
Abstrak.....	VIII
BAB I Profil Perusahaan dan Sistem Produksi	
I.1 Profil Perusahaan	1
I.2 Lokasi Perusahaan	2
I.3 Visi dan Misi Perusahaan	2
I.4 Kapasitas Produksi dan Bahan Baku	3
I.5 Struktur Manajerial dan Sumber Daya Manusia.....	4
I.6 Sistem Produksi	9
BAB II Tugas Khusus	
II.1 Latar Belakang.....	43
II.2 Tujuan.....	44
II.3 Tinjauan Pustaka.....	44
II.4 Pengambilan Data.....	52
II.5 Data yang Didapat	53
II.6 Pengolahan Data	57
II.7 Hasil Pengolahan Data.....	62
II.8 Pembahasan	65
BAB III Penutup	
III.1 Kesimpulan	67
Daftar Pustaka.....	68
Lampiran	70



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Lokasi PT. Sinar Sakti Kimia Ditinjau dari Google Map	2
Gambar I.2 Struktur Organisasi PT. Sinar Sakti Kimia	4
Gambar I.3 Pasir Silika PT. Sinar Sakti Kimia	10
Gambar I.4 Soda <i>Ash</i> PT. Sinar Sakti Kimia	11
Gambar I.5 Diagram Alir Proses Produksi PT. Sinar Sakti Kimia	13
Gambar I.6 Diagram Uji Kadar Air Pasir Silika.....	14
Gambar I.7 <i>Mixer</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	18
Gambar I.8 <i>Furnace</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	19
Gambar I.9 <i>Regenerator</i> PT. Sinar Sakti Kimia	20
Gambar I.10 <i>Dissolver</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	20
Gambar I.11 Autoklaf PT. Sinar Sakti Kimia	21
Gambar I.12 Bak <i>Waterglass</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	22
Gambar I.13 <i>Settle Tank</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	22
Gambar I.14 <i>Storage Tank</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	23
Gambar I.15 <i>Reciver Hopper</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	24
Gambar I.16 <i>Elevator</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	24
Gambar I.17 Silo PT. Sinar Sakti kimia.....	25
Gambar I.18 <i>Scale</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	25
Gambar I.19 <i>Batch Charger</i>	26
Gambar I.20 <i>Hoist Crane</i>	26
Gambar I.21 <i>Belt Conveyor</i>	27
Gambar I.22 <i>Blower</i> penyuplai udara.....	27
Gambar I.23 <i>Cullet</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	28



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Gambar I.24 <i>Waterglass</i> Dikemas Dalam Drum.....	29
Gambar I.25 Diagram Balok Sistem Kontrol Pengolahan <i>Waterglass</i>	30
Gambar I.26 <i>Generator Diesel</i> PT.Sinar Sakti Kimia	34
Gambar I.27 Kompresor PT. Sinar Sakti Kimia.....	35
Gambar I.28 <i>Boiler</i> PT. Sinar Sakti Kimia	36
Gambar I.29 <i>Truck Trailer</i> pengangkut CNG	36
Gambar II.1 Kurva Hubungan Kelarutan Beberapa Garam Dengan Suhu	47
Gambar II.2 <i>Vertical Pressure Vessel</i>	51
Gambar II.3 <i>Horizontal Pressure Vessel</i>	52
Gambar II.4 Instrumentasi dan Pengendalian Proses <i>Dissolver</i>	53
Gambar II.5 Skema Arus Neraca Massa <i>Dissolver</i>	62
Gambar II.6 Skema Arus Panas <i>Dissolver</i>	63



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Sifat-Sifat Pasir Silika PT. Sinar Sakti Kimia	9
Tabel I.2 Sifat Fisika dan Kimia Natrium Karbonat	11
Tabel I.3 Komposisi <i>waterglass</i> PT. Sinar Sakti Kimia	29
Tabel I.4 Sifat Fisika dan Kimia <i>Waterglass</i> PT. Sinar Sakti Kimia.....	29
Tabel I.5 Kebutuhan Air pada PT. Sinar Sakti Kimia.....	37
Tabel I.6 Hasil Uji Emisi Gas Buang PT. Sinar Sakti Kimia	40
Tabel I.7 Peralatan Keselamatan Kerja PT. Sinar Sakti Kimia.....	41
Tabel II.1 Sistem Instrumentasi <i>Dissolver</i>	54
Tabel II.2 Komposisi <i>Cullet</i> PT. Sinar Sakti Kimia	54
Tabel II.3 Komposisi Bahan Bakar CNG	55
Tabel II.4 Kapasitas Panas Komponen <i>Cullet</i>	56
Tabel II.5 Kapasitas Panas Komponen <i>Flue Gas</i>	56
Tabel II.6 Komponen Neraca Massa <i>Dissolver (batch)</i>	56
Tabel II.7 Komponen Neraca Massa <i>Dissolver (continous)</i>	57
Tabel II.8 Komponen Neraca Panas <i>Dissolver</i>	59
Tabel II.9 Neraca Massa Total <i>Dissolver</i>	62
Tabel II.10 Neraca Panas Total <i>Dissolver</i>	64



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



ABSTRAK

PT. Sinar Sakti Kimia didirikan oleh Bapak Thomas Hidayat pada 3 Juni 1995. PT. Sinar Sakti Kimia merupakan sebuah perusahaan sodium silikat – waterglass yang terletak di Jl. Raya Solo - Sukoharjo Km 7,2 Telukan, Sukoharjo, Jawa Tengah. Natrium silikat dari PT. Sinar Sakti Kimia diproduksi dengan menggunakan dua bahan baku utama yaitu natrium karbonat (Na_2CO_3) atau soda ash dan pasir silika (SiO_2), reaksi kedua produk tersebut terjadi pada suhu tinggi sehingga akan menghasilkan *cullet*. *Cullet* tersebut akan dilarutkan menggunakan air sehingga menjadi *waterglass* dengan spesifikasi tertentu ditunjukkan dengan skala baume ($^{\circ}\text{Be}$).

Tujuan dari laporan ini adalah menghitung neraca massa, neraca panas serta efisiensi pada alat *dissolver*. *Dissolver* merupakan alat yang berbentuk bejana tekan dan berfungsi sebagai media pelarutan *cullet* agar menjadi *waterglass*. Pada *dissolver*, *cullet* dari furnace dilarutkan dengan air agar menjadi *waterglass*. Untuk melarutkan *cullet* dalam air, dibutuhkan panas untuk menaikkan suhu campuran agar mudah terlarut. Panas pada *dissolver* didapatkan dari gas buang sisa pembakaran pada *furnace*. Di dalam *dissolver*, *cullet* dilarutkan dalam air pada suhu 250°C - 400°C dan dengan tekanan maksimal 6 bar selama 1-2 jam untuk sekali proses.

Dari hasil perhitungan didapatkan efisiensi *dissolver* sebesar 85,30%. Efisiensi tersebut didapatkan dengan cara membandingkan panas yang hilang dengan panas yang masuk. Efisiensi *dissolver* tersebut cukup baik dikarenakan dengan efisiensi tersebut, *cullet* dapat terlarut dalam air dengan baik sehingga didapatkan *waterglass* dengan $^{\circ}\text{Be}$ 56 (perbandingan *cullet* dan air antara 1:1 – 1,2:1) yang siap diencerkan lagi di *settle tank* atau langsung dijual ke konsumen.

Keyword : *dissolver*, efisiensi, *cullet*, *waterglass*



BAB I

PROFIL PERUSAHAAN DAN SISTEM PRODUKSI

I.1 Profil Perusahaan

PT. Sinar Sakti Kimia didirikan oleh Bapak Thomas Hidayat pada 3 Juni 1995. PT. Sinar Sakti Kimia merupakan sebuah perusahaan sodium silikat – waterglass yang terletak di Jl. Raya Solo - Sukoharjo Km 7,2 Telukan, Sukoharjo, Jawa Tengah. PT. Sinar Sakti Kimia juga merupakan satu-satunya pabrik natrium silikat yang berada di Jawa Tengah.

Pada mulanya, PT. Sinar Sakti Kimia merupakan industri *waterglass* skala terbatas dengan luas lahan hanya sekitar 500 m². Seiring berkembangnya waktu, kebutuhan natrium silikat untuk industri semakin meningkat seperti pada industri keramik, tekstil, sabun dan lain-lain. Dengan meningkatnya kebutuhan natrium silikat untuk industri, PT. Sinar Sakti Kimia melakukan ekspansi pabrik secara bertahap hingga mencapai luas pabrik 8109 m² dan kapasitas produksi mencapai 70 – 100 ton/hari. Ekspansi pabrik tersebut dilakukan dengan cara menambah jumlah alat produksi, mengkomputerisasi proses produksi dan penambahan jumlah karyawan.

Natrium silikat merupakan senyawa dengan rumus molekul Na₂SiO₃. Senyawa ini memiliki nama dagang *waterglass*. Sesuai namanya, *waterglass* merupakan kaca yang larut di dalam air. Natrium silikat dari PT. Sinar Sakti Kimia diproduksi dengan menggunakan dua bahan baku utama yaitu natrium karbonat (Na₂CO₃) atau soda ash dan pasir silika (SiO₂), reaksi kedua produk tersebut terjadi pada suhu tinggi sehingga akan menghasilkan *cullet* atau kristal gelas, proses pemanasan tersebut disebut proses kering, *cullet* tersebut akan dimasak dengan menggunakan air sehingga menjadi natrium silikat dengan spesifikasi tertentu ditunjukkan dengan skala baume (°Be).

(Dokumen UKL-UPL PT. Sinar Sakti Kimia, 2020)



TUGAS AKHIR

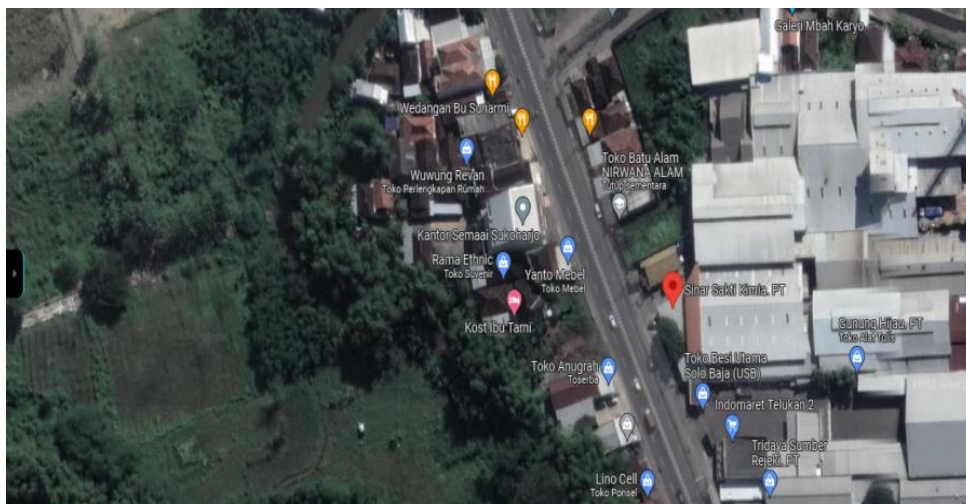
PT. SINAR SAKTI KIMIA

SUKOHARJO



I.2 Lokasi Perusahaan

PT. Sinar Sakti Kimia terletak pada lokasi yang strategis pada Jl. Raya Solo - Sukoharjo Km 7,2 Telukan, Sukoharjo, Jawa Tengah dan pada koordinat - 7.628020473204724 , 110.8245128717165. Lokasi tersebut merupakan lokasi strategis karena berada langsung pada sisi jalan raya yang menghubungkan antara Kota Surakarta dan Kabupaten Sukoharjo sehingga akses menuju lokasi mudah dijangkau oleh karyawan dan juga memudahkan aktivitas distribusi bahan baku maupun produk yang dihasilkan.



Gambar I.1 Lokasi PT. Sinar Sakti Kimia Ditinjau dari Google Map

(www.google.com/maps/7.6281361,110.8240569,194)

I.3 Visi dan Misi Perusahaan

I.3.1 Visi Perusahaan

Berkat rahmat Tuhan Yang Maha Esa serta dilandasi dengan semangat “*Cinta dan Syukur*“, PT. Sinar Sakti Kimia berusaha “*Bersinar*” dengan meningkatkan kualitas, kuantitas dan kompetitif produk serta akan mengembangkan produk-produk turunannya dengan orientasi peningkatan pelayanan prima dengan penuh kekeluargaan pada para pelanggan, karyawan dan sesama.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



I.3.2 Misi Perusahaan

- Meningkatkan semangat Beriman dengan kegiatan-kegiatan pendukungnya.
- Menciptakan situasi dan kondisi kerja yang bersih, teratur dan terkoordinasi.
- Meningkatkan kinerja dan ketrampilan Sumber Daya Manusia.
- Mengembangkan teknologi yang efisien dan ramah lingkungan dengan berorientasi pada pertumbuhan usaha dan profitabilitas.

[\(http://solosilicat.com/id/visi-dan-misi/\)](http://solosilicat.com/id/visi-dan-misi/)

I.4 Kapasitas Produksi dan Bahan Baku

I.4.1 Kapasitas Produksi

PT. Sinar Sakti Kimia hingga hari ini dapat memproduksi *waterglass* hingga 100 ton per hari dengan bahan baku pasir silika 60.75 ton dan soda *ash* 45 ton, dengan rata-rata permintaan *waterglass* perhari mencapai 70-100 ton. Pergantian dari tanur (*furnace*) 1 menuju tanur (*furnace*) 2 dapat meningkatkan kapasitas produksi PT. Sinar Sakti Kimia dari yang awalnya hanya 40 ton perhari menjadi 70-100 ton perhari.

I.4.2 Harga Jual Produk

Harga produk untuk penjualan cullet dan *waterglass* berbeda-beda tiap pelanggan. Cullet merupakan produk yang termahal yang dijual oleh PT. Sinar Sakti Kimia, yang dilanjutkan produk *waterglass* dengan grade terendah sebagai harga yang termurah. Penentuan harga ini ditetapkan berdasarkan kekentalan *waterglass* dan jenis pengemasannya. Harga produk yang ditetapkan bervariasi antara 4000-6500 Rupiah per kilogramnya tergantung kekentalan *waterglass* yang diinginkan.

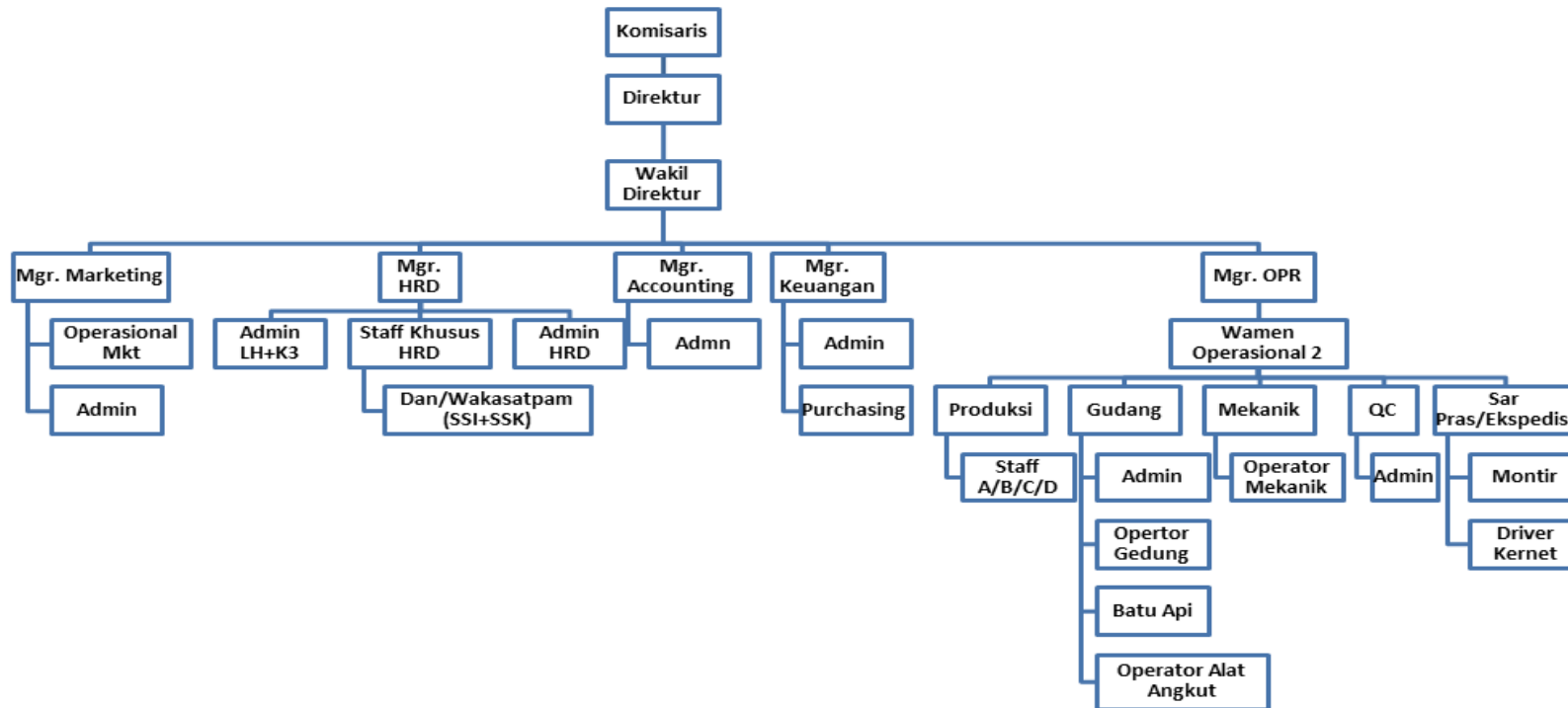


LAPORAN KERJA PRAKTIK
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



I.5 Struktur Manajerial dan Sumber Daya Manusia

I.5.1 Struktur Manajerial



Gambar I.2 Struktur Organisasi PT. Sinar Sakti Kimia



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



I.5.2 Jabatan dan Tugas PT. Sinar Sakti Kimia

A. Komisaris

1. Memberikan pengarahan dan nasihat kepada jajaran direksi dalam menjalankan tugasnya.
2. Melakukan *monitoring* atas kebijakan direksi dalam menjalankan perusahaan.
3. Mengevaluasi kebijakan direksi dalam rentang waktu tertentu.
4. Memiliki hak untuk mendukung, memilih, mengangkat bahkan memberhentikan direksi-direksi perusahaan yang dipimpinnya.

B. Direktur

1. Memimpin perusahaan dengan menerbitkan kebijakan-kebijakan perusahaan.
2. Memilih, menetapkan, mengawasi tugas dari tenaga kerja dan manager serta menyetujui anggaran tahunan perusahaan.
3. Menyampaikan laporan kepada pemegang saham atas kinerja perusahaan.
4. Menyetujui anggaran tahunan perusahaan.

C. Wakil Direktur

1. Memastikan kebijakan yang telah ditetapkan manajer atau direktur agar terlaksanakan.
2. Berperan sebagai penghubung dengan direktur dengan melaporkan kinerja tenaga kerja.
3. Menggantikan tugas direktur jika berhalangan hadir.
4. Memberi evaluasi atau penilaian terhadap kinerja direktur dan melaporkannya ke komisaris.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



D. *Marketing*

1. Merencanakan dan membuat target penjualan dalam skala waktu tertentu.
2. Memasarkan hasil produksi dan menentukan target pasar.
3. Membangun hubungan dan komunikasi yang baik dengan pelanggan.
4. Melakukan promosi hasil produksi.

F. *Human Resources and Development*

1. Membangun kapabilitas SDM didalam perusahaan serta meningkatkan motivasi.
2. Bertugas dalam penerimaan, pelatihan, pengukuran kinerja tenaga kerja, *personal administration*, dan jadwal pekerja.
3. Menangani hal yang berkaitan dengan lingkungan hidup dan keselamatan kerja.
4. Memastikan asuransi kesehatan pekerja *tercover* dengan baik.

G. *Accounting*

1. Bertanggung jawab dalam merencanakan, mengarahkan, memonitor dan mengevaluasi sistem kerja *accounting* untuk pengelolaan keuangan perusahaan.
2. Melakukan audit terhadap kas, bank, utang-piutang, neraca laba-rugi, penjualan-pembelian.
3. Melakukan koordinasi dengan departemen lain untuk menyusun anggaran tahunan.

H. *Keuangan*

1. Membantu perencanaan bisnis dan pengambilan keputusan dengan memberi nasihat keuangan.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



2. Melakukan fungsi kontrol dalam pengendalian atau *cashflow* di dalam perusahaan, antara lain : menerima tagihan dan pembayaran dari debitur, penggajian tenaga kerja, dan asuransi.

I. Operasional

1. Melakukan kegiatan dan pengawasan terhadap seluruh bagian yang meliputi : Produksi, gudang, mekanik, QC, dan sarana-prasarana.
2. Bertanggungjawab untuk meningkatkan kinerja organisasi dengan me-manage risiko yang mungkin terjadi dalam proses operasional organisasi/instansi.

I.5.3 Peraturan Karyawan

I.5.3.1 Peraturan Jam Kerja

Peraturan jam kerja karyawan pada PT. Sinar Sakti Kimia mengikuti Peraturan Pemerintah No. 35/2021 pasal 21 ayat (1) dan (2) yang mengatur tentang jam kerja pekerja yaitu maksimal jam kerja per hari adalah 7 jam untuk 6 hari kerja dan 8 jam untuk 5 hari kerja. Jam kerja operasional tersebut terdiri dari :

A. Jam kerja tenaga kerja non-shift

- Senin - Jumat : Pukul 08.00 - 16.00 WIB
- Istirahat : Pukul 12.00-13.00 WIB
- Sabtu : Pukul 08.00 - 13.00 WIB

B. Jam kerja tenaga kerja shift

- Shift Pagi : Pukul 08.00 - 15.00 WIB
- Shift Siang : Pukul 15.00 - 23.00 WIB
- Shift Malam : Pukul 23.00-08.00 WIB



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



I.5.3.2 Kewajiban Karyawan

1. Karyawan melakukan absensi untuk diri sendiri sebelum dan sesudah jam kerja.
2. Karyawan harus menaati jam masuk dan jam keluar kerja sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
3. Setiap pekerja menyumbangkan tenaga dan pikiran untuk meningkatkan kinerja perusahaan.
4. Setiap pekerja menjalankan tugas pekerjaan sebaik-baiknya dengan penuh rasa tanggung jawab, pengabdian, kesadaran, dan bersemangat sesuai dengan deskripsi pekerjaan yang diberikan.
5. Setiap pekerja harus memelihara, ketertiban, keamanan dan kenyamanan agar dapat menciptakan suasana kerja yang baik.
6. Setiap pekerja menjaga kebersihan dan kerapian dalam arti seluas-luasnya di lingkungan perusahaan.
7. Setiap pekerja berusaha menghindari kemungkinan timbulnya bahaya yang dapat merugikan diri sendiri maupun perusahaan.
8. Setiap pekerja wajib melaporkan segala bentuk insiden yang terjadi atau berpotensi mengalami kecelakaan kerja atau gangguan keamanan kepada atasan atau orang yang berwenang.
9. Setiap pekerja wajib menjaga dan mempertahankan sepenuhnya kerahasiaan perusahaan atau rahasia jabatan yang lain.
10. Setiap pekerja wajib memelihara dan menjaga barang-barang dan alat milik perusahaan dengan sebaik-baiknya.

(Dokumen UKL-UPL PT SSK, 2020)



I.6 Sistem Produksi

I.6.1 Bahan Baku

Proses pemasukan bahan baku pada pembuatan *waterglass* di PT. Sinar Sakti Kima dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah pemasukan bahan baku primer yaitu soda ash dan pasir silika ke dalam furnace sehingga menghasilkan *cullet* (kristal *waterglass*), selanjutnya tahap kedua adalah pemasukan air di dissolver untuk melarutkan *cullet* agar menjadi *waterglass*. Berikut adalah bahan baku yang digunakan untuk membuat *waterglass* :

A. Pasir Silika

Pasir kuarsa yang juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang diendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau laut. Berikut dibawah, sifat-sifat fisika dan kimia pasir silika :

(Fairus et.al , 2009)

Tabel I.1 Sifat-Sifat Pasir Silika PT. Sinar Sakti Kimia

Rumus Molekul	SiO ₂
Nama Lain	Silika Dioksida , Quartz , Kuarsa
Warna	Abu Tua , Putih Kehitaman
Berat Molekul (g/mol)	60,084
<i>Specific Gravity</i>	2.65
Titik Lebur	1425 °C

(Dokumen UKL-UPL PT SSK, 2020)



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Pasir yang digunakan oleh PT. Sinar Sakti Kima dibeli dari CV. Sumber Jaya Semarang. Pasir silika tersebut berasal dari tambang di Bangka Belitung yang terkenal memiliki pengotor yang sedikit. Ukuran pasir yang digunakan adalah 40 mesh dengan kandungan air sekitar 4%. Untuk mengurangi kandungan air dalam pasir, pasir tersebut akan dijemur dahulu secara manual di bawah terik panas matahari dan apabila diperlukan dapat menggunakan *rotary dryer*.



Gambar I.3 Pasir Silika PT. Sinar Sakti Kimia

B. Natrium Karbonat

Natrium karbonat adalah garam natrium netral dari asam karbonat yang bersifat higroskopis. Natrium karbonat merupakan salah satu bahan baku paling penting yang digunakan dalam industri kimia dan telah dikenal manusia sejak zaman kuno. Natrium karbonat mempunyai banyak kegunaan diantaranya dalam pembersihan dan pembuatan kaca.

Natrium karbonat juga digunakan sebagai pengganti Sodium Hidroksida, sebagai stabilizer, sebagai pembersih kerak, sebagai konduktor yang sangat baik dalam proses elektrolisis.

(Jumalia et.al , 2021)



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Tabel I.2 Sifat Fisika dan Kimia Natrium Karbonat

	Anhidrat	Monohidrat
Formula	Na_2CO_3	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Mr	105.99	124.00
Densitas pada 20°C (g/cm³)	2.533	2.25
Titik Leleh (°C)	851	105 ^a
Panas fusi (J/g)	316	-
Kapasitas panas spesifik at 25°C (J g⁻¹ K⁻¹)	1.043	1.265
Panas formasi (J/g)	10.676	-
Panas Hidrasi (J/g)	-	133.14
Struktur Kristal	Monoklinik	Rombik
Indeks Bias ($n_\alpha \cdot n_\beta \cdot n_\gamma$)	1.410, 1.537, 1.544	1.420, 1.506, 1.524
Panas larutan^c (J/g)	-222	-79.6

(Fairus et.al , 2009)

Soda ash PT. Sinar Sakti Kimia dipasok dari PT. AKR Corporindo Semarang dengan spesifikasi kadar natrium karbonatnya sebesar 98% dan sisanya adalah pengotor lainnya seperti bikarbonat dan ion-ion lainnya. Untuk ukuran natrium karbonat yang dipakai untuk memproduksi *waterglass* adalah 30-100 mesh. Jumlah natrium karbonat yang digunakan untuk produksi dapat mencapai 45000 kg tiap harinya.

(Dokumen UKL-UPL PT SSK, 2020)



Gambar I.4 Soda Ash PT. Sinar Sakti Kimia



C. Air

Air merupakan bahan penunjang dalam pembuatan *waterglass*. Air yang digunakan pada proses pembuatan *waterglass* merupakan air murni yang telah melalui proses pemurnian pada unit utilitas pengolahan air. Air tersebut didapatkan dari sumur pribadi milik PT. Sinar Sakti Kimia disedot menggunakan pompa. Kebutuhan air yang digunakan untuk pembentukan *cullet* kurang lebih $21 \text{ m}^3/\text{hari}$, sedangkan untuk pemasakan *cullet* di *dissolver* mencapai $116 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Pada pembuatan *waterglass*, air digunakan dalam tiga proses yaitu tahap pencampuran bahan baku atau *mixing*, pada tahap pendinginan lelehan produk keluaran furnace dan pada tahap pemasakan atau pelarutan *cullet*. Pada tahap *mixing*, air digunakan untuk sebagai bahan tambahan untuk menambah kelembapan pada campuran antara pasir silika dan soda *ash* agar mempermudah proses pengadukan sehingga menjadi lebih homogen.

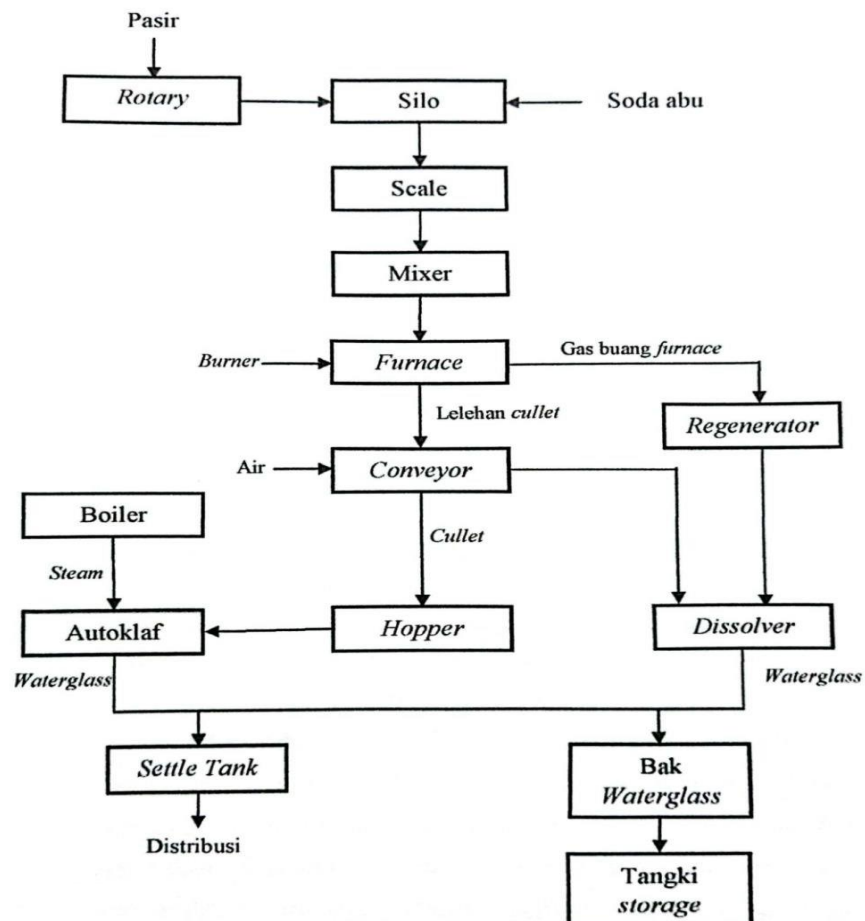
Selanjutnya air dengan bantuan udara juga digunakan untuk mendinginkan lelehan produk di conveyor yang baru keluar dari furnace sehingga dapat menjadi bentuk kristal atau biasa disebut *cullet*. Pada proses terakhir, air digunakan untuk memasak *cullet* agar larut di dalam air tersebut sehingga dapat disebut sebagai *waterglass*. Proses pemasakan *cullet* tersebut terjadi di unit *dissolver* dan autoklaf. Kebutuhan air untuk memasak *cullet* menjadi *waterglass* disesuaikan dengan derajat Be yang diinginkan konsumen. Semakin banyak air yang dibutuhkan maka kadar Be-nya akan semakin rendah. *Waterglass* dengan Be 52 membutuhkan air dengan perbandingan (1:1) dari *cullet*.

(Dokumen UKL-UPL PT SSK, 2020)

I.6.2 Diagram Alir Proses Produksi

Proses produksi *waterglass* pada PT. Sinar Sakti Kimia menggunakan proses kering atau *dry fuse*. Proses tersebut terjadi dengan cara memanaskan dua bahan baku utama yaitu pasir silika dan soda *ash* pada tungku pembakar dengan suhu 1300° celcius.

PT Sinar Sakti Kimia memproduksi dua jenis produk utama, yaitu cullet dan *waterglass*. Diagram alir proses produksi cullet dan *waterglass* PT Sinar Sakti Kimia dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar I.5 Diagram Alir Proses Produksi PT. Sinar Sakti Kimia

(Dokumen UKL-UPL PT SSK, 2020)

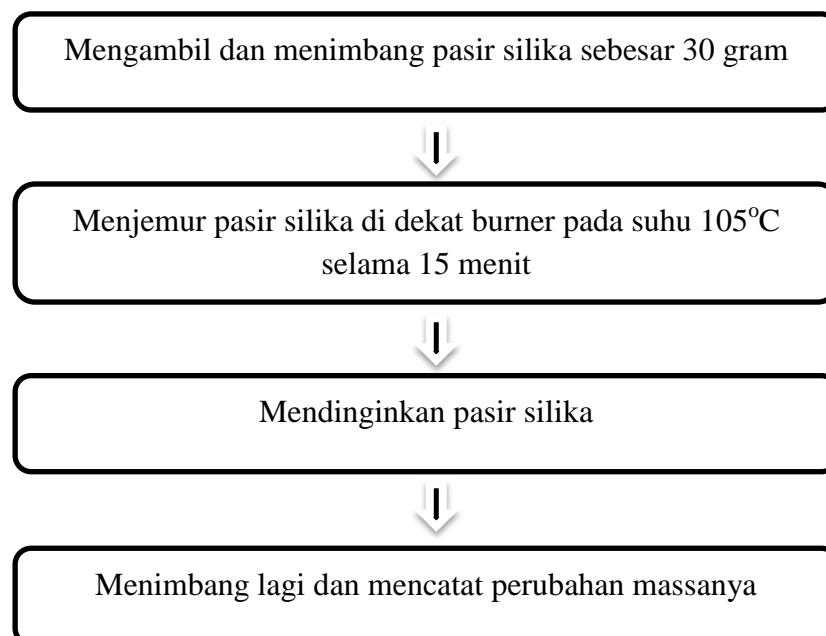


I.6.3 Proses Produksi

Secara umum proses pembuatan cullet dapat dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu penimbangan bahan baku, pencampuran (*mixing*) bahan baku, pengumpanan menuju tanur atau furnace, peleburan bahan baku, pendinginan *cullet*, pelarutan *cullet*, dan penampungan produk akhir *waterglass*.

A. Uji Kadar Air dan Pengeringan Bahan Baku

Pasir silika yang disyaratkan PT Sinar Sakti Kimia memiliki kandungann air 3% - 4%. Hal ini bertujuan agar pada saat pemasukan bahan di hopper, bahan baku bisa turun karena di hopper bahan baku harus mengandung air sebesar 4% untuk bisa turun ke mixer. Pengecekan kadar air pasir silika dilakukan 2 hari sekali menggunakan metode gravimetri sebelum digunakan. Berikut diagram alir analisa kandungan air pada pasir silica :



Gambar 1.6 Diagram Uji Kadar Air Pasir Silika

(Unit Laboratorium , 2022)



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



B. Penimbangan dan Pencampuran Bahan Baku

Sesudah dikeringkan, bahan baku kemudian dimasukkan ke dalam bak penampungan sementara atau *receiver hopper* lalu ditampung ke dalam silo masing-masing bahan baku. Selanjutnya, dilakukan proses penimbangan bahan baku secara bergantian, dalam sekali proses, massa pasir silika yang ditimbang sebesar 440 kg dan massa soda ash sebesar 320 kg dengan rasio massa bahan baku pasir silika dan soda ash adalah 1,4 : 1.

Setelah dilakukan penimbangan, bahan baku kemudian masuk ke dalam *mixer* sehingga dapat tercampur. Proses pencampuran ini digunakan agar bahan baku yang didapat menjadi homogen dan menurunkan titik leleh pasir silika. Hal ini dilakukan karena pasir silika memiliki titik leleh yang tinggi dibandingkan soda abu. Titik leleh pasir silika yaitu 1610°C dan titik leleh soda abu yaitu 851°C.

(Dokumen UKL-UPL PT SSK, 2020)

C. Peleburan Bahan Baku

Setelah melalui proses pencampuran. Bahan baku kemudian di pindahkan menuju *furnace* dengan alat bantu *batch charger*. Proses peleburan dilakukan di dalam tanur atau *furnace*. Proses peleburan menggunakan api yang dihasilkan oleh *burner* dengan bahan bakar CNG bertekanan tinggi dibantu oleh pasokan oksigen dari tangki udara tekan.

Di dalam *furnace*, bahan baku dilebur pada suhu 1300°C – 1400°C. Pada suhu tersebut akan terjadi reaksi peleburan antara pasir silika dan soda *ash* sehingga menghasilkan produk berupa lelehan *cullet* dan gas buang CO₂.



D. Pendinginan *Cullet*

Lelehan *cullet* dari *furnace* kemudian akan didinginkan menggunakan air secara kontak langsung. Pendinginan dengan air dilakukan dengan beberapa pipa penyemprot yang berada disebelah *conveyor* yang memiliki panjang lintasan 13 meter. Tujuan pendinginan dengan air ini adalah agar lelehan *cullet* dapat membentuk kristal *cullet*. Temperatur kristal *cullet* yang telah melewati proses pendinginan memiliki temperatur berkisar 250 – 300°C. Kristal *cullet* hasil pendinginan kemudian akan dibawa oleh *belt conveyor* menuju *dissolver* untuk proses pelarutan atau pemasakan sedangkan sebagian kecil kristal akan ditampung di *hopper* untuk dijual langsung dalam bentuk kristal *cullet*.

E. Pelarutan *Cullet* Menjadi *Waterglass*

Proses pelarutan *cullet* dilakukan dengan cara memasak *cullet* dan air dalam *dissolver* dengan suhu 250°C-400°C dan dengan tekanan maksimal 6 bar selama 4-5 jam. Panas yang terdapat pada *dissolver* didapatkan dari gas buang CO₂ yang bersumber dari pembakaran di *furnace* . Tangki *dissolver* yang berjumlah 6 buah memiliki *safety valve* yang akan membuang uap apabila tekanan di dalam tangki terlalu besar (≥ 6 bar). Kapasitas total pemasakan dengan 6 buah *dissolver* dalam satu kali proses (1 *batch*) adalah 6 ton.

Selain dengan *dissolver* proses pemasakan *cullet* juga dapat dilakukan dengan autoklaf. Panas yang digunakan untuk memasak *cullet* pada autoklaf menggunakan *steam* yang didapatkan dari pembakaran kayu di *boiler*. Proses pemasakan *cullet* pada autoklaf membutuhkan waktu 2-4 jam mencakup persiapan *steam* dan campuran bahan baku berupa *cullet* dan air.



F. Penyimpanan *Waterglass*

Waterglass yang telah dimasak dialirkan ke *settle tank* dan bak penyimpanan sementara kemudian ke tangki penyimpanan menggunakan pipa. *Waterglass* kemudian akan dianalisa grade Be-nya sebelum dilakukan proses *filling*. Biasanya *Waterglass* yang dimasak akan memiliki grade Be yang lebih besar dari keinginan sehingga hanya perlu dilakukan proses pengenceran *waterglass*. Semakin besar Be, kekentalan *waterglass* akan semakin tinggi.

Waterglass yang sudah jadi disimpan dalam 12 *storage tank* dengan kapasitas bervariasi mulai dari 27 ton sampai 100 ton dan kemudian akan didistribusikan kepada konsumen dengan menggunakan drum berkapasitas 200-215 liter dan truk tangki *waterglass* berkapasitas 24000 liter.

I.6.4 Alat Proses

Alat industri kimia adalah suatu peralatan yang digunakan dalam proses kimiawi atau mekanik dalam proses produksi industri kimia. Pada PT. Sinar Sakti Kimia terdapat banyak alat yang digunakan dalam proses pembuatan *waterglass*.

I.6.4.1 Alat Utama

Alat utama proses pembuatan *waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia meliputi :

A. Mixer

Mixer merupakan alat yang digunakan untuk mencampur bahan baku pembuatan *waterglass* yaitu pasir silika dan soda ash agar homogen dengan metode pengadukan.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Pada *mixer*, bahan baku pembuatan *waterglass* juga disemprotkan air selama 20 detik untuk menjaga kelembapan dan menambah kadar air menjadi 6 %, penyemprotan bertujuan untuk memudahkan dalam proses pengadukan sehingga lebih homogen. Pencampuran bahan baku antara pasir silika dan soda ash juga berfungsi untuk mengurangi melting point pada pasir silika dari 1600°C menjadi 1200°C.



Gambar I.7 *Mixer* PT. Sinar Sakti Kimia

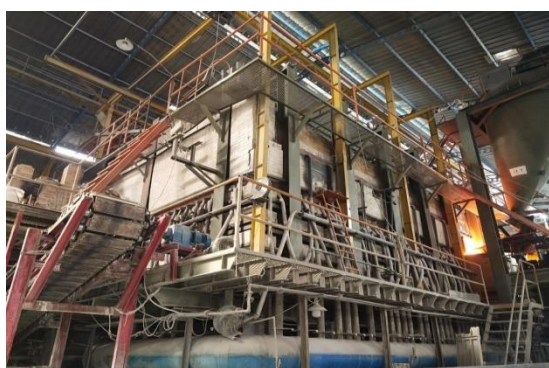
B. *Furnace*

Furnace digunakan untuk meleburkan campuran bahan baku dengan memanaskan pada suhu kurang lebih 1200°C - 1300°C sehingga menghasilkan lelehan *cullet*. Sumber panas dari *furnace* didapatkan dari *burner* dengan bahan bakar gas CNG dan solar. PT Sinar Sakti Kimia memiliki 3 pasang *burner* yang dipasang pada kanan dan kiri *furnace*. *Burner* bekerja secara bergantian selama 30 menit.

Furnace pada PT. Sinar Sakti Kimia bekerja secara otomatis terkontrol oleh komputer sehingga dapat memudahkan proses pemantauan dan meningkatkan proses produksi *waterglass*.



Furnace terbuat dari 2 jenis batu tahan api yaitu batu silikon dan batu isolator. Batu api yang digunakan adalah jenis SK-36 dengan ketahanan panas 1600°C, SK-34 dengan ketahanan panas 1300°C dan SK-32 dengan ketahanan panas 1250°C. *Furnace* yang digunakan pada PT. Sinar Sakti Kimia memiliki kapasitas produksi hingga 100 ton tiap harinya.



Gambar I.8 *Furnace* PT. Sinar Sakti Kimia

C. *Regenerator*

Regenerator merupakan ruangan berfungsi sebagai alat pendaur ulang gas buang sisa pembakaran *furnace*. Gas buang sisa yang berupa CO₂ tersebut akan dimanfaatkan untuk memanaskan tangki *dissolver* dalam proses pelarutan *cullet*. Gas buang dialirkan dari pipa *regenerator* dilewatkan di bawah tangki *dissolver* sebelum dibuang ke cerobong asap.

Selain digunakan untuk memanaskan *cullet*, panas yang terkandung dalam gas buang yang meninggalkan *furnace* juga digunakan untuk memanaskan udara pembakaran, untuk menghasilkan suhu nyala yang lebih tinggi dan meningkatkan efisiensi pembakaran pada *furnace*.



Gambar I.9 *Regenerator* PT. Sinar Sakti Kimia

D. *Dissolver*

Dissolver merupakan alat yang berbentuk tangki dan berfungsi sebagai media pelarutan *cullet* menjadi *waterglass*. Pada tangki *dissolver*, *cullet* dari *furnace* dilarutkan dengan air agar menjadi *waterglass*. Panas pada *dissolver* didapatkan dari gas buang sisa pembakaran pada *furnace* yang melewati *regenerator*.

Di dalam *dissolver*, *cullet* dilarutkan dalam air pada suhu 250°C - 400°C dan dengan tekanan maksimal 6 bar selama 4-5 jam untuk sekali proses. Kapasitas total pemasakan dengan sebuah *dissolver* dalam satu kali proses (1 *batch*) adalah 7 ton.



Gambar I.10 *Dissolver* PT. Sinar Sakti Kimia



E. Autoklaf

Selain *dissolver*, alat lain yang digunakan untuk memasak atau melarutkan *cullet* yang dipakai di PT. Sinar Sakti Kimia adalah autoklaf. *Autoklaf* adalah tangki bejana yang memiliki suhu dan tekanan yang tinggi. Dalam pelarutan *cullet* menjadi *waterglass*, panas autoklaf bersumber dari *steam* yang diproduksi *boiler*.

Autoklaf pada PT. Sinar Sakti Kimia berjumlah dua buah dan memiliki kapasitas maksimal 15 ton sedangkan kapasitas optimalnya adalah 10 ton. Autoklaf pada PT. Sinar Sakti Kimia berjumlah dua buah dan memiliki kapasitas maksimal 15 ton sedangkan kapasitas optimalnya adalah 10 ton.



Gambar I.11 Autoklaf PT. Sinar Sakti Kimia

F. Bak *Waterglass*

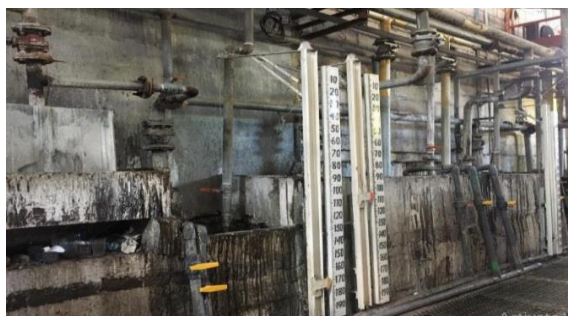
Setelah pemasakan pada *dissolver* dan autoklaf selesai, *waterglass* yang sudah jadi kemudian ditransfer menuju bak penampung sementara *waterglass* sebelum dilanjutkan ke tangki *storage*. Pada bak *waterglass* ini, derajat Be atau kekentalan *waterglass* akan disesuaikan ulang sesuai dengan keinginan konsumen.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Pada PT. Sinar Sakti Kimia terdapat enam buah bak penampung sementara dengan kapasitas masing-masing sebesar 27 ton dengan kedalaman bak 2 meter. Bak *waterglass* terbuat dari beton dan *carbon steel*.



Gambar I.12 Bak *Waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia

G. *Settle Tank*

Settle tank memiliki fungsi seperti bak *waterglass* yaitu sebagai tempat penampungan sementara, bedanya pada *settle tank* produk *waterglass* akan langsung di kemas menggunakan drum atau truk dengan tangki *waterglass* tanpa disimpan di *storage*.



Gambar I.13 *Settle Tank* PT. Sinar Sakti Kimia



H. *Storage Tank*

Storage tank merupakan tangki penyimpanan akhir *waterglass* sebelum dikirim ke konsumen. PT. Sinar Sakti Kimia memiliki 12 tangki penampungan *waterglass* dengan 8 tangki di bagian belakang pabrik dan 4 tangki di depan pabrik. Tangki-tangki tersebut berbahan *carbon steel* dengan kapasitas tangki sebesar 27 ton ada 4 buah, 60 ton ada 4 buah dan 100 ton ada 4 buah.



Gambar I.14 *Storage Tank* PT. Sinar Sakti Kimia

I.6.4.2 **Alat Pendukung**

Alat pendukung proses pembuatan *waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia meliputi :

A. *Receiver Hopper*

Receiver Hopper berfungsi sebagai penampungan awal dan sementara bahan baku sebelum masuk kedalam silo. *Receiver Hopper* menampung bahan baku pasir silika dan soda ash secara bergantian agar tidak saling terkontaminasi.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Gambar I.15 *Reciver Hopper* PT. Sinar Sakti Kimia

B. Elevator

Elevator berfungsi untuk memindahkan bahan baku dari tempat yang rendah menuju tempat yang lebih tinggi yaitu dari *receiver hopper* menuju silo dengan energi listrik.



Gambar I.16 *Elevator* PT. Sinar Sakti Kimia

C. Silo

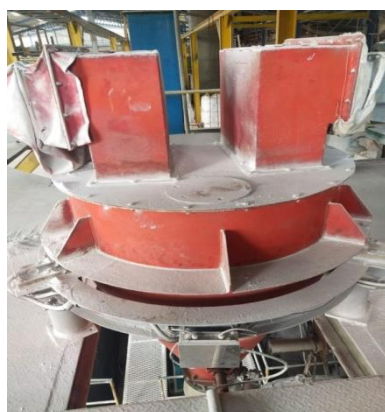
Silo berfungsi sebagai tempat penampungan bahan baku produk sebelum dilakukan penimbangan. Terdapat 3 silo di PT. Sinar Sakti Kimia, 2 silo bahan baku untuk masing-masing bahan baku dan 1 silo *furnace* dengan kapasitas masing-masing silo 70 ton.



Gambar I.17 Silo PT. Sinar Sakti kimia

D. *Scale*

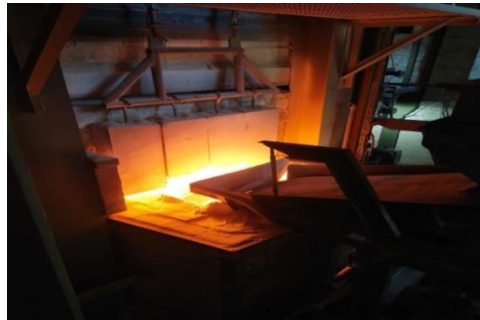
Scale berfungsi untuk menimbang bahan baku yang keluar dari silo. Penimbangan bahan baku dilakukan secara bergantian dengan komposisi pasir silika 440 kg dan soda ash 320 kg untuk satu kali proses. Jenis timbangan yang digunakan adalah timbangan elektrik.



Gambar I.18 *Scale* PT. Sinar Sakti Kimia

E. *Batch Charger*

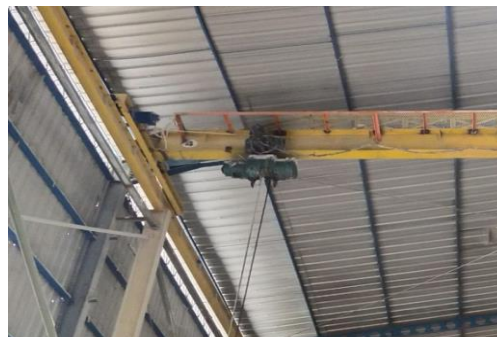
Batch Charger berfungsi untuk mendorong bahan baku masuk ke dalam *furnace* dari *hopper*.



Gambar I.19 *Batch Charger*

F. *Hoist Crane*

Hoist crane merupakan alat yang berfungsi untuk mengangkat *cullet* dalam kemasan *sack* dan *waterglass* yang ada di dalam drum. *Hoist Crane* di PT. Sinar Sakti Kimia memiliki kapasitas angkut 1 ton untuk *cullet* dan 300 kg untuk *waterglass*.



Gambar I.20 *Hoist Crane*

G. *Belt Conveyor*

Belt Conveyor berfungsi untuk memindahkan lelehan *cullet* yang keluar dari *furnace* menuju *dissolver* atau autoklaf. *Belt conveyor* memiliki panjang lintasan 13 meter dengan 3 meter pertama berfungsi sebagai media pendinginan *cullet* dengan cara disemprot air lewat selang dan udara.



Gambar I.21 *Belt Conveyor*

H. *Blower*

Blower disini berfungsi untuk menyuplai udara menuju *furnace* untuk kebutuhan pembakaran dan juga berfungsi untuk mendinginkan batu api di sekitar *regenerator* agar batu tahan api tidak mudah pecah. *Blower* disini memiliki kapasitas kerja sebesar 150 m³/ menit dengan putaran mesin 3000 RPM.



Gambar I.22 *Blower* penyuplai udara

I. *Rotary Dryer*

Rotary Dryer berfungsi untuk menurunkan kadar air pasir silika dari 8- 10% menjadi 4%. Proses pengeringan berlangsung karena kontak antara bahan dengan gas panas yang masuk.



I.6.5 Produk yang Dihasilkan

Waterglass dan *cullet* merupakan dua produk yang dihasilkan PT. Sinar Sakti Kimia. Kedua produk tersebut merupakan bahan setengah jadi atau *intermediate product* yang harus diolah lagi dengan bahan baku tertentu untuk menghasilkan produk akhir.

I.6.5.1 Cullet

Produk *cullet* dibuat dengan cara melelehkan campuran Na_2CO_3 atau soda abu dengan pasir silika di dalam *furnace* pada suhu 1100°C - 1200°C yang kemudian didinginkan dengan air sehingga membentuk padatan. Produk *cullet* ini biasanya akan digunakan di industri pembuatan gelas dan keramik.

Produk *cullet* yang telah dihasilkan akan disimpan di dalam *hopper*. Produk *cullet* yang telah dihasilkan akan disimpan di dalam *hopper*.



Gambar I.23 Cullet PT. Sinar Sakti Kimia

I.6.5.2 Waterglass

Waterglass atau kaca alkali silikat berupa kristal putih yang dapat larut dalam air (*soluble glass*) menghasilkan larutan alkalin. Secara kimia, *waterglass* adalah sodium silikat. Terdapat banyak jenis sodium silikat, antara lain adalah sodium orthosilikat, sodium polisilikat, dan sodium pyrosilikat.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Sifat fisika dan kimia PT. Sinar Sakti Kimia ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel I.3 Komposisi *waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia

Type	Rasio Mol SiO ₂ /Na ₂ O	Na ₂ O (%)	SiO ₂ (%)
I	2,0 - 2,3	15,4 - 17,3	33,4 - 37,0
II	2,1 - 2,3	13,5 - 14,8	29,9 - 32,6
III	2,1 - 2,3	10,4 - 11,5	22,9 - 25,3
IV	3,0 - 3,3	8,6 - 9,5	27,3 - 29,7

(Dokumen UKL-UPL PT SSK, 2020)

Tabel I.4 Sifat Fisika dan Kimia *Waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia

Type	Kandungan Padatan (%)	Derajat Baume (30°C)	Massa Jenis (g/cm)	Kegunaan
I	50,1 - 53,1	56 – 58	1,63 - 1,67	Detergen, campuran pembersih kertas
II	44,1 - 46,8	50 – 52	1,53 - 1,56	Peroksida <i>bleaching</i> pada kain tekstil
III	36,9 - 38,7	45 – 48	1,38 - 1,41	Pelapis las dan pembersih logam pada elektrolisis
IV	33,8 - 36,3	40 – 42	1,32 - 1,35	<i>Adhesive</i> pada industri semen dan batu bata

(Dokumen UKL-UPL PT SSK, 2020)

Waterglass didistribusikan menuju berbagai macam industri diantaranya adalah PT. Fajar Surya Wisesa Cikarang sebagai industri kertas, PT Mulia Keramik Indahraya Cikarang dan PT. Surya Multi Cemerlang Sidoarjo sebagai industri keramik.

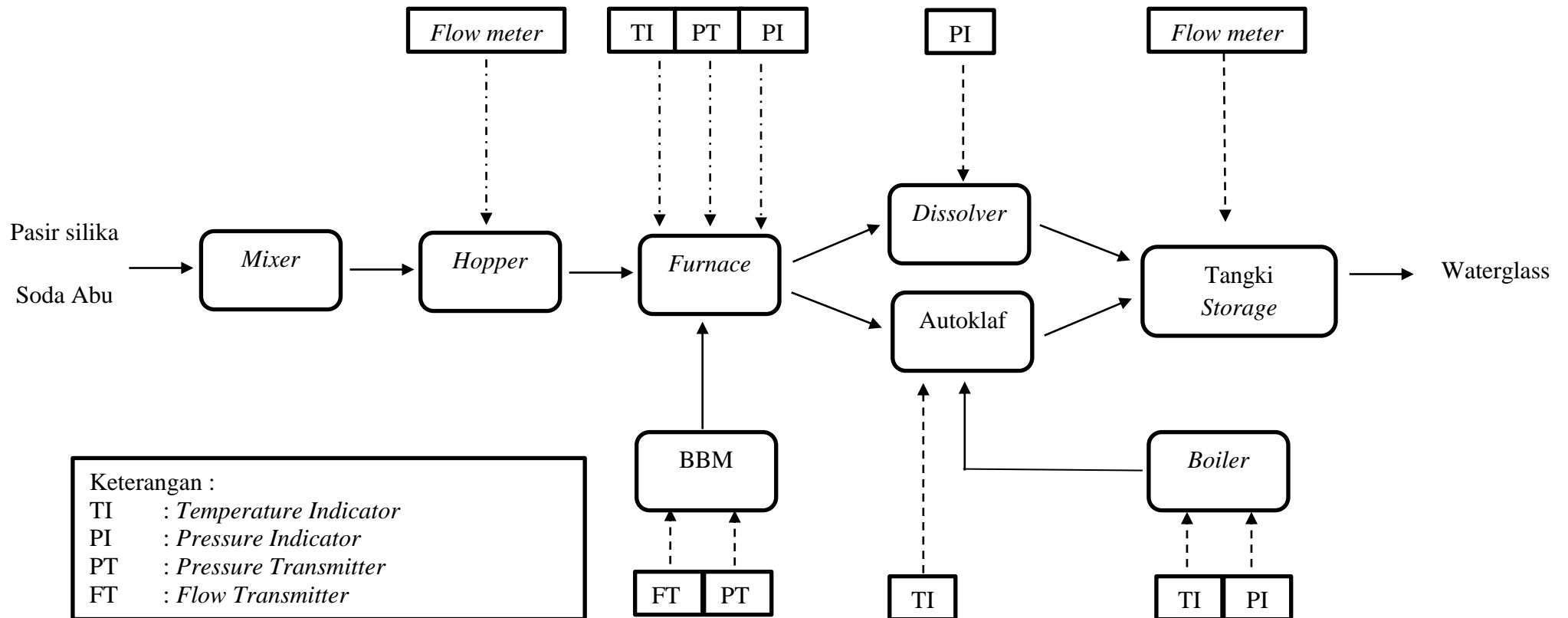


Gambar I.24 *Waterglass* Dikemas Dalam Drum



I.6.6 Instrumentasi dan Pengendalian Proses

Diagram Sistem Kontrol Proses Pengolahan *Waterglass* PT Sinar Sakti Kimia



Gambar I.25 Diagram Balok Sistem Kontrol Pengolahan *Waterglass*



I.6.7 Sistem Pengendalian Mutu Produk

Pengendalian mutu merupakan sebuah upaya yang dilakukan secara berkesinambungan, sistematis, dan objektif dalam memantau dan menilai barang, jasa, maupun pelayanan yang dihasilkan perusahaan atau institusi dibandingkan dengan standar yang ditetapkan serta menyelesaikan masalah yang ditemukan dengan tujuan memperbaiki mutu produk.

Dalam kegiatan pengendalian mutu, setiap perusahaan pasti memiliki tujuan tertentu yang telah ditentukan. Oleh karena itu pengendalian mutu merupakan hal yang penting dilakukan perusahaan demi mencapai tujuan dan keberhasilan dalam proses produksi.

Berikut beberapa tujuan pengendalian mutu :

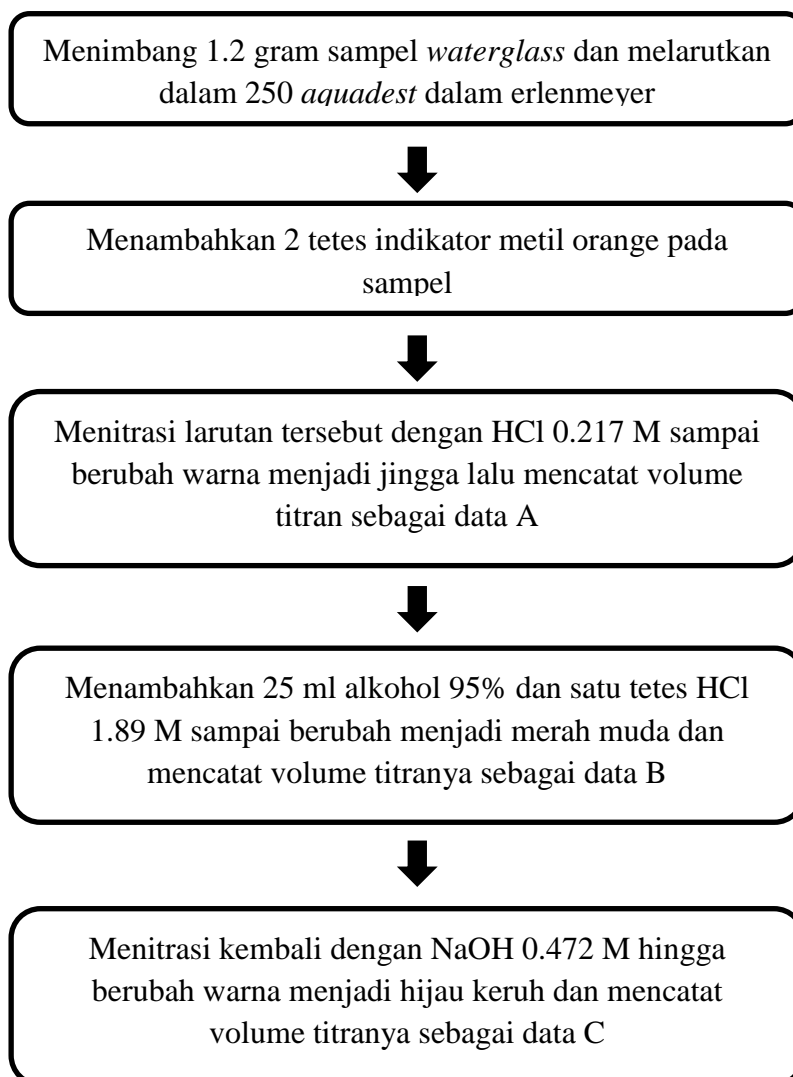
- Agar barang produksi dapat mencapai standar mutu yang telah ditetapkan.
- Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat diperkecil sekecil mungkin.
- Mengusahakan agar biaya desain produk dan proses dapat diperkecil sekecil mungkin.

(Assauri , 2008)

Pada PT. Sinar Sakti Kimia penjaminan mutu dilakukan untuk memastikan kualitas produk yang diproduksi sesuai dengan standar atau permintaan konsumen. Penjaminan mutu produk *cullet* dan *waterglass* dilakukan dengan dua cara yaitu pengecakan fisik dan laboratorium.

I.6.7.1 Analisis Rasio Molar SiO_2 dan Na_2O

Produk *waterglass* yang dihasilkan oleh PT Sinar Sakti Kimia memiliki spesifikasi yang khusus sesuai permintaan dari konsumen. Analisis rasio molar ditunjukkan pada gambar diagram dibawah ini.



Gambar I.26 Prosedur Analisis Rasio Molar SiO_2 dan Na_2O

(Unit Laboratorium , 2022)

Rasio molar SiO_2 dan Na_2O perlu diperhatikan karena akan menentukan komposisi jumlah pasir silika dan soda *ash* yang digunakan sehingga dapat mendapatkan rasio molar yang diinginkan dan sesuai standar. Data volume titran A,B,C yang diperoleh dari hasil titrasi dipakai dalam perhitungan rasio SiO_2 dan Na_2O pada persamaan 1 dan 2 dibawah sedangkan rasio molar dihitung pada persamaan 3 dibawah.



$$\% \text{SiO}_2 = \frac{((B*2.326)-(C*0.484))*1.5}{W} \dots\dots (1)$$

$$\% \text{SiO}_2 = \frac{(A*0.255*3.1)}{W} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Molar Rasio} = \frac{\% \text{SiO}_2}{\% \text{Na}_2\text{O}} * \frac{62}{60} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan :

- A : Volume Titrasi HCl 0.255 M (ml)
- B : Volume Titrasi HCL 2.326 M (ml)
- C : Massa sampel *waterglass* yang dipakai (gr)

I.6.7.2 Analisis Derajat Baume

Derajat Baume (Be) merupakan kriteria yang digunakan untuk mengukur mutu dan kualitas produk *waterglass* yang diproduksi pada PT Sinar Sakti Kimia. Derajat Baume mewakili ukuran kekentalan pada produk *waterglass*.

Pengukuran derajat Baume ini dilakukan menggunakan alat yang disebut Baumeter dengan cara memasukkannya ke dalam cairan *waterglass* yang akan diukur derajat Baumanya. Selain itu, penentuan derajat Baume juga dapat dilakukan dengan cara pengukuran berat jenis (BJ) pada produk *waterglass*. Hubungan antara perolehan nilai berat jenis dengan derajat Baume pada produk *waterglass* yang dihasilkan dapat dilihat melalui persamaan dibawah ini :

$$\text{Be} = 145 - \frac{145}{\text{BJ}}$$

Dengan : BJ = Berat Jenis *waterglass* (g/cm³)

(Dokumen UKL-UPL PT SSK, 2020)



I.6.8 Utilitas

Utilitas merupakan unit penunjang operasional pabrik di luar unit operasi dan proses yang bertugas menyediakan, mempersiapkan dan mendistribusikan bahan-bahan penunjang operasional pabrik yang diperoleh dari pabrik itu sendiri maupun dari luar pabrik. Pada PT. Sinar Sakti Kimia unit utilitas terdiri dari beberapa unit yaitu unit air bersih, unit bahan bakar , unit listrik , unit udara tekan dan unit *steam* atau uap panas.

I.6.8.1 Unit Penyedia Listrik

Kebutuhan listrik PT. Sinar Sakti Kimia disuplai oleh PLN dengan kapasitas 550 kVA. Energi listrik tersebut digunakan untuk menyalakan mesin-mesin produksi, kebutuhan kantor dan sarana lainnya.

PT Sinar Sakti Kimia juga menggunakan sumber daya listrik berupa *generator diesel* (sumber listrik cadangan) dengan kapasitas daya sebesar 500 kVA. *Generator diesel* yang berbahan bakar solar digunakan sebagai sumber energi cadangan untuk memberikan daya listrik saat pemadaman listrik oleh PLN.



Gambar I.27 *Generator Diesel* PT.Sinar Sakti Kimia

Generator berkapasitas 500 kVA yang dipakai PT. Sinar Sakti Kimia memiliki merek Cummins® K19 Series dibeli dari “Tjipta Diesel Jogja”.



I.6.8.2 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan merupakan kebutuhan yang penting bagi PT. Sinar Sakti Kimia karena berhubungan langsung dengan proses produksi *waterglass*. Udara tekan menyuplai udara (oksigen) menuju *burner* untuk membantu membakar bahan bakar.

Kompresor Kobelco bertipe *screw* kompresor bertekanan 8 bar merupakan alat pemasok udara tekan yang akan disimpan sementara di tangki *header*. Kemudian keluaran udara di tangki header akan dilewati *air dryer* sehingga udara yang dihasilkan menjadi panas dan kadar air berkurang.



Gambar I.28 Kompresor PT. Sinar Sakti Kimia

I.6.8.3 Unit Penyedia Steam

PT. Sinar Sakti Kimia memiliki satu buah *boiler* yang digunakan sebagai penyuplai kebutuhan uap panas (*steam*) pada autoklaf. Sumber panas *boiler* berasal dari proses pembakaran kayu di ruang pembakaran menghasilkan *steam* sebanyak 3000 kg/jam.

Kayu yang digunakan adalah kayu pohon karet karena memiliki titik nyala tinggi dan limbah yang dihasilkan sedikit, dengan suhu pembakaran yang dihasilkan yaitu 500°C dengan tekanan operasi dari pembakaran maksimum adalah 7 bar.



Gambar I.29 Boiler PT. Sinar Sakti Kimia

I.6.8.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar Pada PT. Sinar Sakti Kimia digunakan sebagai sumber energi pembakaran pada *furnace* dan menyalakan *generator diesel* jika terjadi pemadaman listrik PLN. Bahan bakar yang digunakan sebagai sumber energi peleburan di *furnace* ada dua yaitu solar jenis MFO (*Marine Fuel Oil*) dan gas CNG. Bahan bakar utama yang digunakan adalah gas CNG sedangkan bahan bakar substitusinya adalah solar jenis MFO (*Marine Fuel Oil*).

Bahan bakar CNG pada PT. Sinar Sakti Kimia didapatkan dari PT. Bahtera Abadi Gas yang merupakan industri hilir migas terletak di Tuban, Jawa Timur. Selanjutnya ada bahan bakar solar jenis MFO (*Marine Fuel Oil*), Bahan bakar ini berasal dari PT SHA Solo.



Gambar I.30 Truck Trailer pengangkut CNG



I.6.8.5 Unit Penyedia Air

Air yang digunakan oleh PT Sinar Sakti Kimia berasal dari pengolahan dan pemanfaatan Air Bawah Tanah (ABT). Air tersebut akan ditampung dalam bak air berkapasitas 24.000 L dan dialirkan dengan 9 pompa dengan kapasitas 6 m³/menit dan 13 m³/menit, kemudian dilakukan serangkaian proses *water treatment* berupa *sand filter*, *manganese greensand*, serta *softener* sebelum dialirkan menuju tower di bagian barat dan timur untuk kebutuhan utilitas perusahaan.

Air Bawah Tanah tidak langsung digunakan pada kegiatan proses, karena air ini masih mengandung ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang dapat menyebabkan kerak pada saluran perpipaan dan membuat alat terkorosi, sehingga perlu dilakukan proses *water treatment*. Berikut ini merupakan tabel penggunaan air pada kegiatan operasional dan produksi PT Sinar Sakti Kimia :

Tabel I.5 Kebutuhan Air pada PT. Sinar Sakti Kimia

No	Jenis Kebutuhan Air	Jumlah Kebutuhan Air
1	Kamar mandi dan toilet	4,98 m ³ /hari
2	Pembersihan lantai dan penyiraman tanaman	0,3 m ³ /hari
3	Air pendingin atau pembentukan cullet	21 m ³ /hari
4	Air untuk memasak waterglass	116 m ³ /hari
5	Pencucian armada	10 m ³ /hari
Jumlah		152,28 m ³ /hari

(Dokumen UKL-UPL PT Sinar Sakti Kimia, 2020)



I.6.9 Pengolahan Limbah

Limbah industri pada umumnya dihasilkan akibat dari sebuah proses produksi yang menghasilkan bahan baku/produk yang dapat dimanfaatkan langsung oleh konsumen. Pengertian limbah sendiri merupakan zat atau bahan buangan yang dihasilkan dari proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis.

(Suharto , 2011)

Proses produksi *waterglass* di PT. Sinar Sakti Kimia menghasilkan tiga jenis limbah industri yaitu limbah cair, limbah padat, dan limbah gas dengan konsentrasi yang bervariasi. Untuk mengatasi hal tersebut PT. Sinar Sakti Kimia memiliki sistem pengelolaan limbah terpadu.

I.6.9.1 Pengelolaan Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan dari PT. Sinar Sakti Kimia berupa air bekas pendinginan *cullet* , air sanitasi. Untuk air bekas pendinginan *cullet*, *treatment* khusus dilakukan agar limbah *cullet* dapat dilepaskan ke lingkungan dengan aman dan tidak mencemari lingkungan sekitar. Berikut proses pengolahan limbah cair PT. Sinar Sakti Kimia :

A. Pengendapan dan Filtrasi

Tahap pertama pada pengolahan limbah yaitu proses pengendapan dan filtrasi yang dilakukan secara bersamaan. Tahap ini dilakukan berulang sebanyak tiga kali untuk meningkatkan kejernihan air, dimulai dari bak khusus IPAL menuju bak 1, bak 2, dan bak 3.



B. Aerasi

Tahap aerasi dilakukan untuk menurunkan kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dan BOD (Biological Oxygen Demand) sehingga kualitas air akan makin baik dengan cara menguraikan zat-zat anorganik pencemar. Proses ini dilakukan di dalam bak 4 dengan bantuan udara dari blower yang dialirkan ke dalam bak melalui bagian atas sekat bak.

C. Bakterisasi

Bakterisasi merupakan tahap akhir yang fungsinya sama dengan aerasi yaitu untuk menurunkan kadar COD dan BOD. Proses dilakukan di dalam bak 5, setelah proses bakterisasi air limbah akan meluap dan mengalir ke bak 6. Bak 6 merupakan tempat hasil akhir dari pengolahan limbah cair dan akan dilakukan pengecekan limbah sebelum air disalurkan ke saluran pembuangan akhir (gorong-gorong).

I.6.9.2`Limbah Gas

Limbah gas PT Sinar Sakti Kimia yaitu gas buang hasil pembakaran di *furnace*, uap keluaran *dissolver*, dan asap dari proses pembakaran kayu bakar di *boiler*. Limbah gas yang dihasilkan dari pembakaran di *furnace* biasanya berwarna abu-abu dan terkadang lebih pekat, sehingga dipasang *wet scrubber* pada cerobongnya untuk menghilangkan partikulat -partikulat dan gas lainnya. Untuk gas keluaran *dissolver* dan *boiler* langsung dibuang ke area terbuka tanpa adanya pengolahan dikarenakan gas yang keluar tidak dianggap berbahaya. Berikut dibawah ini hasil uji emisi gas buang PT. Sinar Sakti Kimia tahun 2020 :



Tabel I.6 Hasil Uji Emisi Gas Buang PT. Sinar Sakti Kimia

No	Parameter	Satuan	Hasil	Standar
1	Nitrogen Oksida (NO ₂)	Mg/Nm ³	277.1	1000
2	Sulfur Dioksida (SO ₂)	Mg/Nm ³	113.2	800
3	Partikulat	Mg/Nm ³	173.1	350
4	Laju Alir	m ³ /s	5.49	-

(Dokumen UKL-UPL PT Sinar Sakti Kimia, 2020)

I.6.9.3 Limbah Padat

PT Sinar Sakti Kimia memiliki limbah padat berupa *cullet* yang cacat sebanyak 2 ton / 5 bulan dan kain majun sebanyak 80-100 kg/tahun. Limbah *cullet* berasal dari padatan hasil pembakaran tidak sempurna di *furnace* berupa pasir yang tidak leleh.

Upaya pengelolaan limbah padat yang dilakukan yaitu menyediakan bak bak sampah yang dikategorikan menjadi sampah organik dan non organik di berbagai tempat. Setiap hari limbah padat tersebut akan dikumpulkan di TPS (Tempat Pembuangan Sementara) milik perusahaan dan petugas khusus dari DLH Sukoharjo akan mengangkut limbah ke pembuangan akhir.

I.6.10 Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah suatu keadaan terhindar dari bahaya selama melakukan pekerjaan. Keselamatan kerja adalah salah satu faktor yang harus dilakukan selama bekerja. Tidak ada seorang pun di dunia yang menginginkan terjadinya kecelakaan. Keselamatan kerja sangat bergantung pada jenis, bentuk dan lingkungan di mana pekerjaan itu dilaksanakan.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Produksi *cullet* dan *waterglass* dilakukan dengan menggunakan peralatan bertenaga dan dioperasikan oleh tenaga manusia, sehingga para pekerja harus menggunakan peralatan *safety* yang dapat menunjang keselamatan bagi pekerja. PT Sinar Sakti Kimia menyediakan beberapa peralatan yang dapat menunjang keselamatan pekerjaan, yaitu :

Tabel I.7 Peralatan Keselamatan Kerja PT. Sinar Sakti Kimia

No	Gambar Alat	Nama	Fungsi
1		<i>Safety Helmet</i>	Melindungi kepala dari kejatuhan barang dan benturan
2		<i>Safety Shoes</i>	Melindungi kaki pekerja dari benda tajam atau panas
3		Masker	Melindungi saluran pernapasan dari debu dan polutan berbahaya
4		Sarung Tangan	Melindungi tangan dari benda panas dan tajam



BAB II

TUGAS KHUSUS

II.1 Latar Belakang

PT. Sinar Sakti Kimia merupakan industri kimia yang memproduksi natrium silikat atau *waterglass* dengan kapasitas 100 ton/hari. *Waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia diproduksi menggunakan metode kering yaitu dengan peleburan bahan baku soda *ash* dan pasir silika pada suhu tinggi hingga mencapai suhu 1400⁰C. Proses produksi *waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia terdiri dari beberapa proses yaitu pengolahan bahan baku, penimbangan bahan baku, pencampuran bahan baku, peleburan bahan baku, pendinginan *cullet*, pelarutan *cullet* dan penyimpanan *waterglass*.

Produk natrium silikat hasil peleburan pada *furnace* yang sudah didinginkan merupakan produk yang berbentuk *cullet* atau kristal. Produk yang berbentuk *cullet* tersebut dapat langsung dijual atau dilarutkan lagi agar menjadi *waterglass*. PT. Sinar Sakti Kimia memiliki dua alat yang dapat digunakan untuk melarutkan *cullet* yaitu *dissolver* dan autoklaf. Perbedaan kedua alat tersebut ada pada sumber panas yang digunakan, autoklaf menggunakan sumber panas *steam* dari boiler sedangkan *dissolver* menggunakan sumber panas gas buang hasil pembakaran pada *furnace*.

Dissolver merupakan tangki bertekanan yang digunakan untuk melarutkan *cullet* agar menjadi *waterglass*. Pada *dissolver*, *cullet* dilarutkan dalam air pada suhu 300⁰C dan tekanan 6 bar. Sumber panas pada proses pelarutan *cullet* dalam *dissolver* adalah gas buang hasil pembakaran pada *furnace*. PT. Sinar Sakti Kimia memiliki enam *dissolver* buah dengan kapasitas maksimum 7 ton pada tiap-tiap *dissolver*. *Dissolver – dissolver* tersebut beroperasi selama satu jam untuk sekali proses atau satu *batch* proses. Proses pelarutan *cullet* menjadi proses krusial dalam pembuatan *waterglass*. Maka dari itu, kinerja *dissolver* untuk melarutkan *cullet* harus dijaga dan diperhatikan.



II.2 Tujuan

- 1) Menghitung neraca massa, neraca energi dan efisiensi *dissolver*.
- 2) Mempelajari sistem instrumentasi dan filosofi pengendalian proses pada *dissolver*.

II.3 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini akan membahas beberapa hal yang relevan dengan tugas khusus seperti dasar teori kelarutan dan spesifikasi alat *dissolver* beserta pengendalian prosesnya.

II.3.1 Larutan

Dalam Istilah kimia, larutan adalah campuran homogen yang terdiri dari dua atau lebih zat. Zat yang jumlahnya lebih sedikit di dalam larutan disebut zat terlarut atau solut, sedangkan zat yang jumlahnya lebih banyak daripada zat-zat lain dalam larutan disebut pelarut atau solven. Komposisi zat terlarut dan pelarut dalam larutan dinyatakan dalam konsentrasi larutan, sedangkan proses pencampuran zat terlarut dan pelarut membentuk larutan disebut pelarutan atau solvasi.

Contoh larutan yang umum dijumpai adalah padatan yang dilarutkan dalam cairan, seperti garam atau gula dilarutkan dalam air. Gas juga dapat pula dilarutkan dalam cairan, misalnya karbon dioksida atau oksigen dalam air. Selain itu, cairan dapat pula larut dalam cairan lain, sementara gas larut dalam gas lain. Terdapat pula larutan padat, misalnya aloi (campuran logam) dan mineral tertentu. Fase larutan dapat berwujud gas, padat ataupun cair. Larutan gas misalnya udara. Larutan padat misalnya perunggu, amalgam dan paduan logam yang lain. Larutan cair misalnya air laut, larutan gula dll.

(Roni et.al, 2020)

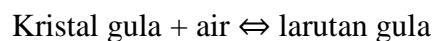


II.3.2 Kelarutan

Kelarutan adalah kuantitas maksimal suatu zat kimia terlarut (solut) untuk dapat larut pada pelarut tertentu membentuk larutan homogen. Kelarutan suatu zat dasarnya sangat bergantung pada sifat fisika dan kimia solut dan pelarut pada suhu, tekanan dan pH larutan. Secara luas kelarutan suatu zat pada pelarut tertentu merupakan suatu pengukuran konsentrasi kejenuhan dengan cara menambahkan sedikit demi sedikit solut pada pelarut sampai solut tersebut mengendap (tidak dapat larut lagi).

Contoh misalnya, sebutir kristal gula pasir merupakan gabungan dari beberapa molekul gula. Jika kristal gula itu dimasukkan ke dalam air, maka molekul-molekul gula akan memisah dari permukaan kristal gula menuju ke dalam air (disebut melarut). Molekul gula itu bergerak secara acak seperti gerakan molekul air, sehingga pada suatu saat dapat menumbuk permukaan kristal gula atau molekul gula yang lain. Sebagian molekul gula akan terikat kembali dengan kristalnya atau saling bergabung dengan molekul gula yang lain sehingga kembali membentuk kristal (mengkristal ulang). Jika laju pelarutan gula sama dengan laju pengkristalan ulang, maka proses itu berada dalam kesetimbangan dan larutannya disebut jenuh.

(Roni et.al , 2020)



Larutan jenuh adalah larutan yang mengandung zat terlarut dalam jumlah yang diperlukan untuk adanya kesetimbangan antara solute yang terlarut dan yang tak terlarut. Banyaknya solute yang melarut dalam pelarut yang banyaknya tertentu untuk menghasilkan suatu larutan jenuh disebut kelarutan (*solubility*) zat itu. Kelarutan umumnya dinyatakan dalam gram zat terlarut per 100 mL pelarut, atau per 100 gram pelarut.



Jika jumlah solute yang terlarut kurang dari kelarutannya, maka larutannya disebut tak jenuh (*unsaturated*). Larutan tak jenuh lebih encer (*kurang pekat*) dibandingkan dengan larutan jenuh. Jika jumlah solute yang terlarut lebih banyak dari kelarutannya, maka larutannya disebut lewat jenuh (*supersaturated*).

Larutan lewat jenuh lebih pekat daripada larutan jenuh. Larutan lewat jenuh biasanya dibuat dengan cara membuat larutan jenuh pada temperatur yang lebih tinggi. Pada cara ini zat terlarut harus mempunyai kelarutan yang lebih besar dalam pelarut panas daripada dalam pelarut dingin. Jika dalam larutan yang panas itu masih tersisa zat terlarut yang sudah tak dapat melarut lagi, maka sisa itu harus disingkirkan dan tidak boleh ada zat lain yang masuk.

(Roni et.al , 2020)

II.3.2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kelarutan

Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan antara lain jenis zat terlarut, jenis pelarut, temperatur, dan tekanan.

A. Pengaruh Jenis Zat

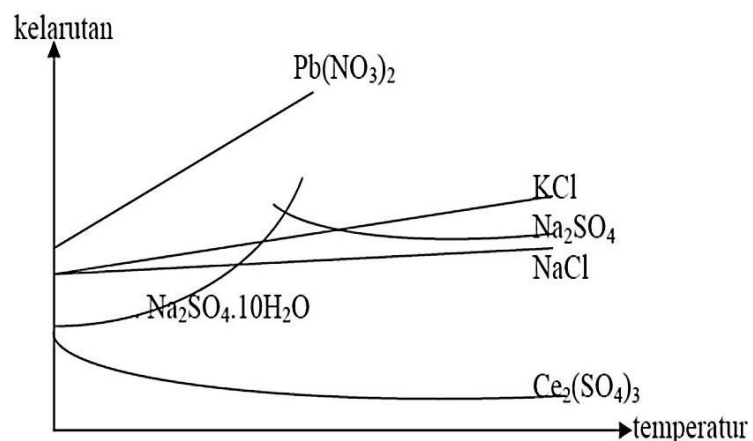
Zat-zat dengan struktur kimia yang mirip umumnya dapat saling bercampur dengan baik, sedangkan zat-zat yang struktur kimianya berbeda umumnya kurang dapat saling bercampur (*like dissolves like*). Senyawa yang bersifat polar akan mudah larut dalam pelarut polar, sedangkan senyawa nonpolar akan mudah larut dalam pelarut nonpolar. Contohnya alkohol dan air bercampur sempurna (*completely miscible*), air dan eter bercampur sebagian (*partially miscible*), sedangkan minyak dan air tidak bercampur (*completely immiscible*).

(Roni et.al , 2020)

B. Pengaruh Suhu

Kelarutan gas umumnya berkurang pada temperatur yang lebih tinggi. Misalnya jika air dipanaskan, maka timbul gelembung-gelembung gas yang keluar dari dalam air, sehingga gas yang terlarut dalam air tersebut menjadi berkurang. Kebanyakan zat padat kelarutannya lebih besar pada temperatur yang lebih tinggi. Ada beberapa zat padat yang kelarutannya berkurang pada temperatur yang lebih tinggi, misalnya natrium sulfat dan serium sulfat. Pada larutan jenuh terdapat kesetimbangan antara proses pelarutan dan proses pengkristalan kembali.

Jika salah satu proses bersifat endoterm, maka proses sebaliknya bersifat eksoterm. Jika temperatur dinaikkan, maka sesuai dengan azas Le Chatelier (Henri Louis Le Chatelier: 1850-1936) kesetimbangan itu bergeser ke arah proses endoterm. Jadi jika proses pelarutan bersifat endoterm, maka kelarutannya bertambah pada temperatur yang lebih tinggi.



Gambar II.1 Kurva Hubungan Kelarutan Beberapa Garam Dengan Suhu



C. Pengaruh Tekanan

Perubahan tekanan pengaruhnya kecil terhadap kelarutan zat cair atau padat. Kelarutan gas sebanding dengan tekanan partial gas itu. Menurut hukum Henry (William Henry: 1774-1836) massa gas yang melarut dalam sejumlah tertentu cairan (pelarutnya) berbanding lurus dengan tekanan yang dilakukan oleh gas itu (tekanan *partial*), yang berada dalam kesetimbangan dengan larutan itu. Contohnya kelarutan oksigen dalam air bertambah menjadi 5 kali jika tekanan partial-nya dinaikkan 5 kali. Hukum ini tidak berlaku untuk gas yang bereaksi dengan pelarut, misalnya HCl atau NH₃ dalam air.

(Roni et.al , 2020)

II.3.3 Konsentrasi Larutan

Konsentrasi larutan menyatakan banyaknya zat terlarut dalam sejumlah tertentu larutan. Secara fisika konsentrasi dapat dinyatakan dalam % (persen) atau ppm (*part per million*) = bpj (bagian per juta). Dalam kimia konsentrasi larutan dinyatakan dalam molar (M), molal (m) atau normal (N).

Molaritas (M) Molaritas menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam setiap liter larutan.

$$M = \frac{\text{Mol Zat Terlarut}}{\text{Volume Larutan}} = \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = \frac{\text{mol}}{\text{mL}} \times 1000 \text{ mL/L}$$

Molalitas (m) Molalitas menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam setiap kilo gram (1000 gram) pelarut.

$$m = \frac{\text{Mol Zat Terlarut}}{\text{Kg Pelarut}} = \frac{\text{mol}}{\text{g pelarut}} * 1000 \text{ g/Kg}$$



Normalitas (N) Normalitas menyatakan jumlah ekuivalen zat terlarut dalam setiap liter larutan.

$$N = \frac{\text{ekuivalen solute}}{L \text{ larutan}} = \frac{\text{massa solute}}{\text{massa ekuivalen}} = \frac{\frac{\text{gram}}{Mr}}{L} = \frac{n \times \frac{\text{gram}}{Mr}}{L} = \frac{n \times \text{mol}}{L} = n \times M$$

(Roni et.al , 2020)

II.3.4 Panas Pelarutan

Pada bidang termodinamika, kalor pelarutan juga biasa disebut dengan entalpi pelarutan dengan simbol ΔH_s di mana s merupakan simbol untuk *solution*. Besarnya nilai ΔH_s ini bergantung dari jenis zat padat yang dilarutkan dan juga diekspresikan dalam satuan kJ/mol atau kkal/mol.

Melarutkan zat padat dengan pelarut cair akan membuat molekul-molekul tersebut segera saling melepaskan ikatannya dan meninggalkan struktur yang membangun bentuk padatnya. Kemudian setelah terlepas, dengan segera akan berinteraksi dengan molekul-molekul dari pelarut membentuk sebuah larutan yang homogen. Peristiwa ini terjadi karena adanya sebuah perlakuan yang telah dijelaskan sebelumnya. Pada saat hal ini terjadi, molekul zat padat segera menyerap kalor untuk dapat larut.

Besarnya nilai panas kelarutan suatu zat dibutuhkan oleh beberapa bidang profesi terutama untuk industri kimia dan farmasi. Dalam praktik nyatanya, nilai panas kelarutan dihitung dengan memperkirakan nilai ΔH_s menggunakan cara ekstraplorasi pada kurvanya. Selain itu, dapat juga dilakukan dengan menghitung diferensiasi logaritmik dari persamaan Van't Hoff berdasarkan suhu yang digunakan.

(Salempa,2004)



II.3.5 Bejana Tekan

Bejana tekan (*pressure vessel*) merupakan tangki yang digunakan untuk penyimpanan fluida. Biasanya fluida yang disimpan dalam bejana tekan adalah fluida yang memiliki karakteristik maupun perlakuan khusus, misalnya fluida bertekanan, fluida dalam temperatur rendah maupun temperatur tinggi dan lain-lain. Bejana tekan dapat menampung unsur- unsur secara luas yang mencakup beberapa aplikasi seperti pada industri nuklir, minyak, industri-industri kimia, serta minyak dan gas.

Adapun komponen-komponen dari suatu bejana tekan, terdiri dari beberapa bagian utama seperti; dinding (*shell*), kepala bejana (*head*), lobang orang/lubang pembersih (*manhole*), nosel-nosel (*nozzles*), dudukan penyangga (*support*) dan aksesoris lainnya yang digunakan sebagai alat pendukung, baik komponen yang berada di dalam maupun luar, sebagai suatu alat proses pemisahan dan penampungan, baik untuk pemisah minyak mentah, air dan gas atau fluida lainnya yang akan dipisahkan dalam bejana tekan ini juga akan mengendap secara gravitasi di dalam bejana tekan tersebut sehingga terpisah secara sendirinya.

(Aziz et.al , 2014)

II.3.5.1 Klasifikasi Bejana Tekan

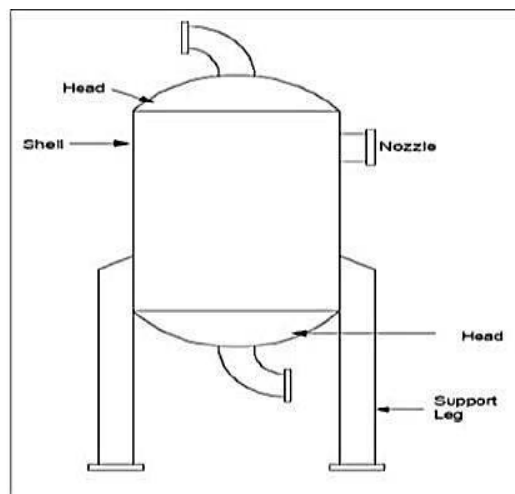
Bejana tekan di bagi menurut posisi atau tata letak bejana tekan yang terdiri dari dua macam posisi yaitu : posisi vertikal dan posisi horizontal.

A. Posisi Vertikal

Posisi vertical yaitu posisi tegak lurus terhadap sumbu netral *axis*. *Vessel* yang vertikal biasanya digunakan untuk *separator* (pemisah) dimana menggunakan gravitasi sebagai media pemisahannya.

Sebagai mana kita tau, kalau densitas fluida di pengaruhi oleh gravitasi, fluida yang berada di atas memiliki masa jenis yang lebih rendah dari yang di bawah. Sehingga dengan adanya *vessel* vertikal ini, fluida tersebut akan lebih mudah di pisahkan. Selain untuk pemisahan *vessel* vertikal juga cocok untuk operasi distilasi, *mixing*, dll.

(Aziz et.al , 2014)

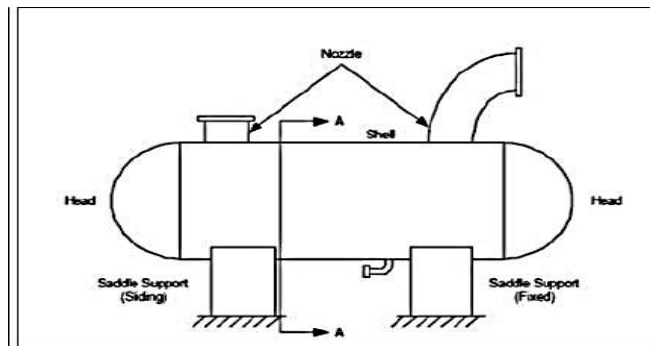


Gambar II.2 *Vertical Pressure Vessel*

(<https://www.researchgate.net/figure/Vertical-and-horizontal-vessel-arrangement>)

B. Posisi Horizontal

Horizontal pressure vessel adalah tipe *pressure vessel* yang posisinya datar, horizontal seperti halnya jembatan yang posisinya datar (tertidur). *Horizontal vessel* memiliki komponen yang tidak dimiliki oleh *vessel* vertikal yaitu *saddle*. *Saddle* atau layaknya kaki, ia merupakan penyangga agar *horizontal vessel* dapat berdiri dengan baik. Umumnya dalam satu *horizontal vessel* terdapat dua *saddle*.



Gambar II.3 *Horizontal Pressure Vessel*

(<https://www.researchgate.net/figure/Vertical-and-horizontal-vessel-arrangement>)

II.4 Pengambilan Data

Pengambilan data diperlukan dalam kerja praktik dengan tujuan agar tujuan dalam tugas akhir dapat terpenuhi. Berikut dibawah beberapa metode atau cara dalam pengambilan data tugas akhir.

II.4.1 Metode Observasi

Suatu pengumpulan data yang dilakukan dengan mengamati secara langsung dan mengambil data yang dibutuhkan. Data yang diambil dapat berupa data kuantitas atau kualitas.

II.4.2 Studi Literatur

Pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca literatur baik dari internal perusahaan maupun eksternal yang relevan dengan topik tugas akhir. Sumber eksternal dapat berupa buku, jurnal maupun artikel ilmiah lainnya.

II.4.3 Wawancara

Pengumpulan data yang dilakukan dengan cara bertanya langsung kepada karyawan atau *staff* perusahaan sesuai dengan bidangnya.

II.5 Data yang Didapat

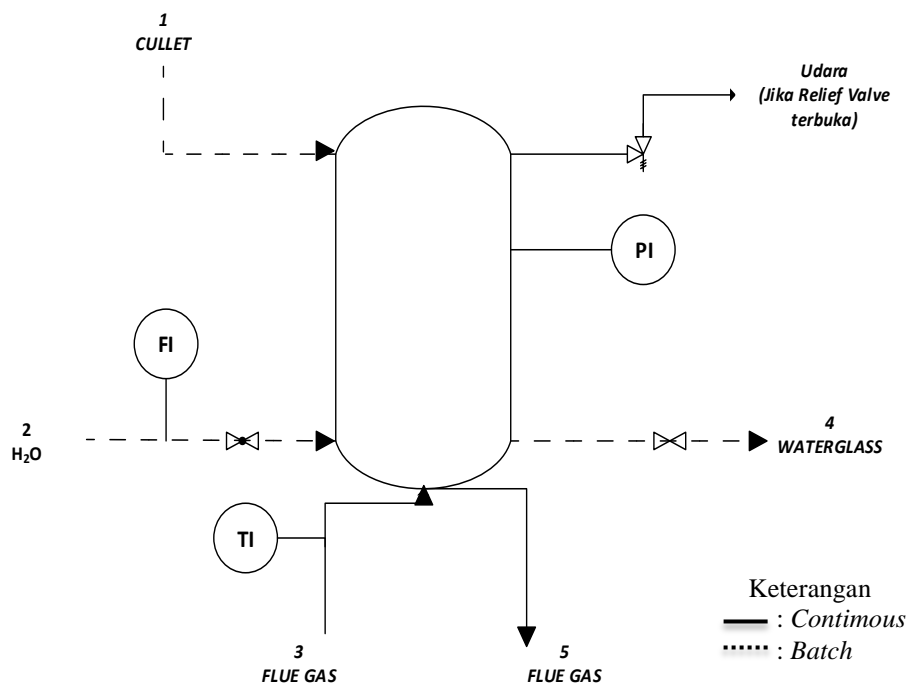
Berdasarkan metode pengumpulan data diatas, maka didapatkan data yang relevan sesuai dengan tugas akhir yang diambil.

II.5.1 Data Spesifikasi *Dissolver*

Spesifikasi *Dissolver* PT. Sinar Sakti Kimia

- Diameter : 1,4 m
- Tinggi : 2,8 m
- Kapasitas Maksimum : 7 ton
- Temperature : 250°C - 300°C
- *Design Pressure* : 6 bar
- *Safety Valve Pressure* : ≥ 6 bar
- Sumber Panas : *Flue Gas*

II.5.2 Instrumentasi dan Pengendalian Proses *Dissolver*



Gambar II.4 Instrumentasi dan Pengendalian Proses *Dissolver*



Tabel II.1 Sistem Instrumentasi *Dissolver*

<i>Instrument</i>	<i>Measured Variable</i>	<i>Device</i>
PI (<i>Pressure Indicator</i>)	Tekanan <i>Dissolver</i>	Manometer
FI (<i>Flow Indicator</i>)	Laju Alir Air Pelarut	<i>Flowmeter</i>
TI (<i>Temperature Indicator</i>)	Temperatur <i>Flue Gas</i>	<i>Thermocouple</i>
SI (<i>Safety Instrument</i>)	Tekanan <i>Dissolver</i>	<i>Pressure Relief Valve</i>

Contoh Kasus Pengendalian :

Pengendalian yang dilakukan dalam *dissolver* adalah pengendalian tekanan. Pengendalian tekanan tersebut dilakukan menggunakan *pressure relief valve*. Pengendalian tersebut bersifat otomatis namun belum terkomputerisasi. Apabila tekanan pada *dissolver* melebihi *set-point* 6 bar maka *relief valve* akan membuka untuk membuang tekanan ke luar sistem atau lingkungan hingga tekanan dalam *dissolver* turun kurang dari 6 bar lalu *relief valve* akan menutup lagi.

II.5.3 Data Aktual *Dissolver*

Data aktual diambil pada 30 Juni 2022

1. Bahan Baku *Cullet*
 - a. Massa : 1.500 Kg/batch
 - b. Suhu : 40°C
2. Bahan Baku Air
 - a. Laju Alir : 1,25 m³/batch
 - b. Suhu : 60°C
3. Suhu Referensi : 25°C
4. Tekanan Operasi : 6 bar
5. Suhu Operasi : 250°C



II.5.4 Data Komposisi *Cullet*

Tabel II.2 Komposisi *Cullet* PT. Sinar Sakti Kimia

Komponen <i>Cullet</i>	Komposisi Berat (%)
$\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$	81,05
SiO_2	1,50
Na_2CO_3	17,00
Na_2SO_4	0,01
Fe_2O_3	0,12
NaCl	0,02
Al_2O_3	0,30
Total	100

II.5.5 Data *Flue Gas*

Data Primer

- Suhu *Flue Gas* Masuk : 420°C
- Suhu *Flue Gas* Keluar : 285°C

Data Sekunder (Untuk Menentukan Komposisi *Flue Gas*) :

A. Bahan Bakar Furnace

- Bahan Bakar Masuk : CNG
- *Flow* Bahan Bakar : 605 m³/jam
- Suhu : 30°C
- Tekanan : 0,12 Mpa

B. Udara Masuk *Furnace* (*Kompresor*)

- *Flow* Udara : 344 m³/jam
- Suhu : 50°C



C. Udara Masuk *Furnace* (Blower)

- *Flow* Udara : 10.576 m³/jam
- Suhu : 30⁰C

II.5.6 Data Asumsi

Pada saat *Dissolver* beroperasi melarutkan *cullet*, diasumsikan tidak ada air pelarut dalam bentuk gas pada saat proses pelarutan.

II.5.7 Data Eksternal

Tabel II.3 Komposisi Bahan Bakar CNG

Komposisi <i>Natural Gas</i>	Persen Volumetrik (%)
Methana (CH ₄)	83,5
Ethana (C ₂ H ₆)	12,5
Nitrogen (N ₂)	4
Total	100

(Hougen, 1952)

Data kapasitas panas Spesifik komponen *cullet* :

Tabel II.4 Kapasitas Panas Komponen *Cullet*

Komponen	A	B	C
SiO ₂ (S)	2,478	0,16522	-0,000097
Na ₂ CO ₃ (S)	28,9	-0,000348058	7,43E-07
Na ₂ SO ₄ (S)	12,202	0,58138	-0,00060649
Fe ₂ O ₃ (S)	46,979	0,11583	0,000573
NaCL (S)	41,293	0,033607	-0,0000139
Al ₂ O ₃ (S)	8,121	3,87E-01	-3,16E-04

(Yaws,1999)

Komponen	A	B	C	D	E
Na ₂ O.nSiO ₂ (S)	177	4,15E-10	-5,33E-10	1,37E-10	-2,59E-10

(Chase, 1998)



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Data kapasitas panas spesifik air :

Tabel II.5 Data Cp Air

Komponen	A	B	C	D
H2O (L)	92,053	-0,03995	-0,00021	0,00000053

(Yaws, 1999)

Data kapasitas panas spesifik komponen *flue gas* :

Tabel II.6 Kapasitas Panas Komponen *Flue Gas*

<i>Flue Gas</i>	A	B	C	D	E
CO ₂ (G)	27,437	4,30E-02	-1,96E-05	4,00E-09	-2,99E-13
NO ₂ (G)	32,791	-7,43E-04	8,17E-05	-8,20E-08	2,44E-11
O ₂ (G)	29,526	-8,90E-03	3,81E-05	-3,26E-08	8,86E-12
H ₂ O (G)	33,933	-8,42E-03	2,99E-05	-1,78E-08	3,96E-12
N ₂ (G)	29,342	-3,54E-03	1,01E-05	-4,31E-09	2,60E-13

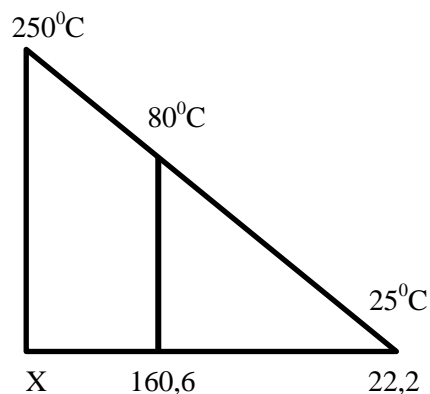
(Yaws, 1999)

Data *Enthalpy* Pelarutan Komponen *Cullet* :

- Na₂O.nSiO₂ : -7,45 Kcal/mol (Pubchem)
- Na₂CO₃ : 5,47 Kcal/mol (Perry,1997)
- NaCl : -1,164 Kcal/mol (Perry,1997)
- Na₂SO₄ : 0,28 Kcal/mol (Perry,1997)

Data Kelarutan *Sodium Silicate* :

- Suhu 25^oC : 22,2 g/ 100 ml (Pubchem)
- Suhu 80^oC : 160,6 g/ 100 ml (Pubchem)
- Suhu 250^oC : 588,38 g/ 100 ml (Ekstrapolasi)



$$\frac{250-25}{250-80} = \frac{x-22,2}{x-160,6}$$

$$\frac{225}{170} = \frac{x-22,2}{x-160,6}$$

$$X = 588,38 \frac{\text{gram}}{100 \text{ ml}}$$



II.6 Pengolahan Data

Setelah data-data yang diperlukan sudah didapatkan, langkah selanjutnya adalah mengolah data-data tersebut agar tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik dan benar.

II.6.1 Perhitungan Neraca Massa

Neraca massa adalah perhitungan kuantitatif dari semua bahan-bahan yang masuk, yang keluar, yang terakumulasi (tersimpan) dan yang terbuang dalam suatu sistem. Neraca massa bekerja mengikuti hukum kekekalan massa untuk mencapai kesetimbangan sistem.

Tabel II.6 Komponen Neraca Massa *Dissolver (Batch)*

No	Input	Output
1	Massa <i>Cullet</i> Masuk (M1)	Massa <i>Waterglass</i> (M4)
2	Massa Air Pelarut Masuk (M2)	

Tabel II.7 Komponen Neraca Massa *Flue Gas (Continuous)*

No	Input	Output
1	Massa <i>Flue Gas</i> Masuk (M3)	Massa <i>Flue Gas</i> Keluar (M5)

Dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Massa Input} = \text{Massa Output}$$

Berikut langkah-langkah menghitung neraca massa :

A. Arus Input (M1)

Massa komponen *Cullet* masuk dihitung berdasarkan persen komposisi *cullet* sesuai dengan data yang tersedia.

Massa komponen dalam Kg dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Massa Komponen} : \frac{\text{Persen Komponen} \%}{100 \%} * \text{Massa Cullet}$$



B. Arus Input (M2)

Arus massa input air pelarut diketahui dalam bentuk volumetrik sehingga harus dirubah dahulu kedalam bentuk massa. Untuk mengubahnya dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Massa Air} = \text{Densitas Air} \times \text{Volume Air}$$

Dimana

- Massa Air (Kg)
- Densitas Air Pada Suhu tertentu (Kg/m^3)
- Volume Air (m^3)

C. Arus Input (M3)

Arus input M3 berisi massa *flue gas* yang digunakan untuk memanaskan *dissolver*. Massa *flue gas* dapat dicari dengan data yang sudah ada diatas serta melakukan perhitungan reaksi pada *furnace* yang akan dijabarkan panjang lebar pada lampiran perhitungan nanti.

D. Arus Output (M4)

Arus output M4 merupakan jumlah total antara arus input M1 dan M2 karena *cullet* masuk akan dilarutkan dalam air pelarut yang masuk. Berikut persamaan arus untuk M4 :

$$M1 + M2 = M4$$

E. Arus Output (M5)

Arus massa M5 atau *flue gas* output sama dengan arus massa *flue gas* input M3 hanya saja suhunya yang berbeda.

II.6.2 Perhitungan Neraca Energi

Neraca panas atau neraca energi adalah penimbangan antara energi masuk (input) dengan total energi berguna (output) dan kehilangan energi (loses). Berikut dibawah tabel arus energi pada *dissolver* :



Tabel II.7 Komponen Neraca Panas *Dissolver*

No	Input	Output
1	Panas <i>Cullet</i> Masuk (Q1)	Panas <i>Waterglass</i> Keluar (Q4)
2	Panas Air Pelarut Masuk (Q2)	Panas Flue Gas Keluar (Q5)
3	Panas Flue Gas Masuk (Q3)	Panas Pelarutan (Q6)
4		Panas yang Hilang (Q7)

Dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q1 + Q2 + Q3 = Q4 + Q5 + Q_{\text{pelarutan}} + Q_{\text{loss}}$$

Berikut langkah-langkah menghitung neraca energi :

A. Arus Input (Q1)

Arus Q1 merupakan panas sensibel dari bahan baku masuk *cullet*. Panas sensibel tersebut dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$Q1 = n \times Cp \times \Delta T$$

Dimana

- Q1 = Panas Sensibel *Cullet* (Joule)
- n = mol *cullet* (mol)
- Cp = kapasitas panas spesifik *cullet* (Joule/mol K)
- ΔT = selisih suhu *cullet* masuk dan suhu referensi (K)

B. Arus Input (Q2)

Arus Q2 merupakan panas sensibel dari bahan baku pelarut air yang masuk. Panas sensibel tersebut dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$Q2 = n \times Cp \times \Delta T$$

Dimana

- Q2 = panas sensibel air (Joule)
- N = mol air (mol)
- Cp = kapasitas panas spesifik air (Joule/mol K)
- ΔT = selisih suhu air masuk dan suhu referensi (K)



C. Arus Input (Q3)

Arus Q3 merupakan panas sensibel dari *flue gas* yang masuk. *Flue Gas* tersebut terdiri dari N₂, CO₂, H₂O, H₂O dan NO₂. Panas sensibel tersebut dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$Q3 = n \times Cp \times \Delta T$$

Dimana

- Q3 = panas sensibel *flue gas* masuk (Joule)
- n = mol *flue gas* (mol)
- Cp = kapasitas panas spesifik *flue gas* (Joule/mol K)
- ΔT = selisih suhu *flue gas* masuk dan suhu referensi (K)

D. Arus Output (Q4)

Arus Q4 merupakan panas sensibel dari produk *waterglass* yang terbentuk dari hasil pelarutan *cullet* dalam air. Panas sensibel tersebut dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$Q4 = n \times Cp \times \Delta T$$

Dimana

- Q4 = panas sensibel produk *waterglass* (Joule)
- n = mol *waterglass* (mol)
- Cp = kapasitas panas spesifik *waterglass* (Joule/mol K)
- ΔT = selisih suhu *waterglass* masuk dan suhu referensi (K)

E. Arus Output (Q5)

Arus Q5 berisi panas sensibel *flue gas* keluar yang sudah digunakan untuk memanaskan *dissolver*. Panas sensibel tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$Q5 = n \times Cp \times \Delta T$$



Dimana

- Q_5 = panas sensibel *flue gas* keluar (Joule)
- n = mol *flue gas* (mol)
- C_p = kapasitas panas spesifik *flue gas* (Joule/mol K)
- ΔT = selisih suhu *flue gas* keluar dan suhu referensi (K)

F. Arus Output (Q6)

Arus Q6 berisi panas pelarutan zat-zat terlarut komponen *waterglass*. Panas pelarutan dapat dihitung dengan rumus yang ada dibawah ini :

$$Q_6 = n \times \Delta H_s$$

Dimana

- Q_6 = panas pelarutan (Joule)
- n = mol *waterglass* (mol)
- ΔH_s = *enthalpy* pelarutan (Joule/mol)

F. Arus Output (Q7)

Arus Q6 berisi panas yang hilang dari sistem. Panas yang hilang tersebut merupakan hasil pengurangan panas yang masuk dikurang panas yang keluar. Panas yang hilang dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_{\text{pelarutan}} + Q_{\text{loss}}$$

$$Q_{\text{loss}} = (Q_1 + Q_2 + Q_3) - (Q_4 + Q_5 + Q_{\text{pelarutan}})$$

II.6.3 Perhitungan Efisiensi

Efisiensi adalah perbandingan energi yang dikeluarkan suatu alat dengan energi yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat tersebut. Efisiensi energi *dissolver* dapat dihitung dengan menggunakan persamaandibawah ini :

$$\text{Efisiensi Panas} = \frac{Q_{\text{input}} (Kj) - Q_{\text{loss}} (Kj)}{Q_{\text{input}} (Kj)} \times 100 \%$$

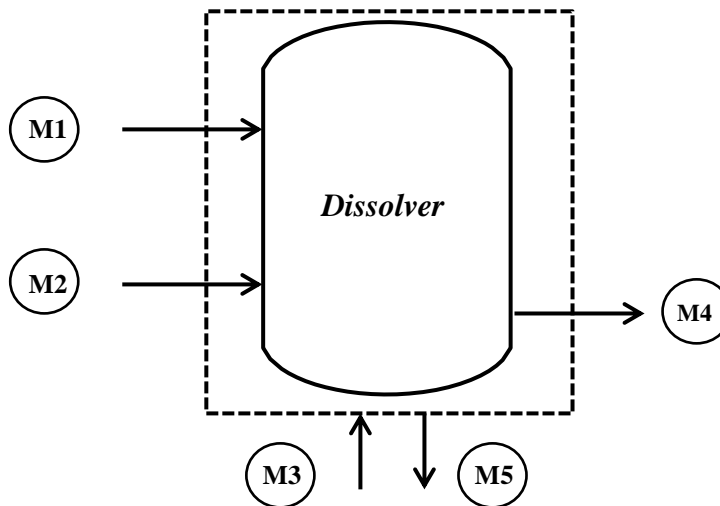
II.7 Hasil Pengolahan Data

Setelah data berhasil diolah dengan menggunakan metode diatas, berikut dibawah hasil pengolahan data pada *dissolver* meliputi neraca massa, neraca energi dan efisiensi :

II.7.1 Neraca Massa *Dissolver*

Pada neraca massa *dissolver* diasumsikan tidak ada air pelarut dalam bentuk gas saat *dissolver* beroperasi.

Skema arus massa pada *dissolver* :



Gambar II.5 Skema Arus Neraca Massa *Dissolver*

Tabel II.8 Neraca Massa Total *Dissolver* dan Kondisi Operasi

Kondisi Operasi	M1	M2	M4
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	40	60	250
Tekanan (Bar)	1,013	1,013	6
Komponen	Masuk (Kg/Batch)		Keluar (Kg/Batch)
	M1	M2	M4
$\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$	1.215,72		1.215,72
SiO_2	22,50		22,50
Na_2CO_3	255,00		255,00
Na_2SO_4	0,18		0,18
Fe_2O_3	1,80		1,80
NaCl	0,30		0,30
Al_2O_3	4,50		4,50
H_2O		1.228,75	1.228,75
Total	2.728,75		2.728,75



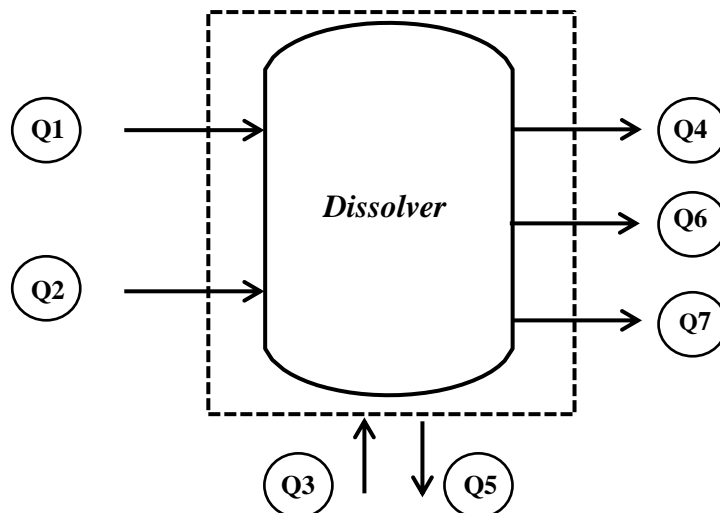
Tabel II.9 Neraca Massa Total *Flue Gas* dan Kondisi Operasi

Kondisi Operasi	M3	M5
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	420	285
Tekanan (Bar)	-	-
Komponen	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)
	M3	M5
N_2	9.859,80	9.859,80
O_2	603,73	603,73
CO_2	1.375,75	1.375,75
H_2O	1.282,55	1.282,55
NO_2	106,05	106,05
Total	13.227,88	13.227,88

II.7.2 Neraca Energi *Dissolver*

Pada neraca energi *dissolver* diasumsikan tidak ada air pelarut dalam bentuk gas saat *dissolver* beroperasi.

Skema arus energi pada *dissolver* :



Gambar II.6 Skema Arus Panas *Dissolver*



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Tabel II.9 Neraca Panas Total dan Kondisi Operasi *Dissolver*

Kondisi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
Suhu (°C)	40	60	420	250	285	-	-
Tekanan (bar)	1,013	1,013	-	6	-	-	-
Komponen	Masuk (Kilo Joule/batch)			Keluar (Kilo Joule/batch)			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
Na ₂ O.nSiO ₂	26.505,01			397.589,16			
SiO ₂	246,93			4.517,95			
Na ₂ CO ₃	1.041,52			15.634,94			
Na ₂ SO ₄	2,53			41,67			
Fe ₂ O ₃	22,93			489,80			
NaCL	3,87			60,79			
Al ₂ O ₃	64,05			1.114,83			
H ₂ O		179.717,67		1.210.256,15			
CO ₂			546.294,35		345.263,10		
NO ₂			39.751,14		25.084,15		
O ₂			230.751,14		149.473,80		
H ₂ O			991.625,52		641.142,23		
N ₂			4.115.308,38		2.688.927,29		
Q Pelarutan						-249.264,94	
Heat Loss							901.004,08
Total	27.886,83	179.717,67	5.923.730,52	1.629.705,30	3.849.890,58	-249.264,94	901.004,08
			6.131.335,02				6.131.335,02

II.7.3 Efisiensi Panas *Dissolver*

Efisiensi dapat dicari dengan rumus dibawah ini :

$$\text{Efisiensi Panas Dissolver} = \frac{Q \text{ input}(Kj) - Q \text{ loss}(Kj)}{Q \text{ input}(Kj)} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi Panas Dissolver} = \frac{(6.131.335,02) - (901.004,08)}{(6.131.335,02)} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi Panas Dissolver} = 85,30 \%$$



II.8 Pembahasan

PT. Sinar Sakti Kimia merupakan industri kimia yang memproduksi natrium silikat atau *waterglass* dengan kapasitas 100 ton/hari. Proses produksi *waterglass* PT. Sinar Sakti Kimia terdiri dari beberapa proses yaitu pengolahan bahan baku, penimbangan bahan baku, pencampuran bahan baku, peleburan bahan baku, pendinginan *cullet*, pelarutan *cullet* dan penyimpanan *waterglass*.

Dissolver merupakan tangki bertekanan yang digunakan untuk melarutkan *cullet* agar menjadi *waterglass*. Pada *dissolver*, *cullet* dilarutkan dalam air pada suhu 250°C-300°C dan tekanan 6 bar. Sumber panas pada proses pelarutan *cullet* dalam *dissolver* adalah gas buang hasil pembakaran pada *furnace*. PT. Sinar Sakti Kimia memiliki enam *dissolver* buah dengan kapasitas maksimum 7 ton pada tiap-tiap *dissolver*.

Proses pelarutan *cullet* menjadi proses krusial dalam pembuatan *waterglass*. Maka dari itu, kinerja *dissolver* untuk melarutkan *cullet* harus diperhatikan agar kualitas *waterglass* yang diproduksi tetap terjaga dan bahkan terjadi peningkatan kualitas.

Pada tugas akhir ini ada beberapa hal yang dianalisa terkait dengan performa *dissolver* PT. Sinar Sakti Kimia diantaranya adalah neraca massa, neraca energi, efisiensi serta instrumentasi dan pengendalian prosesnya. Untuk neraca massanya, terdapat dua bahan baku masuk yaitu *cullet* dan air. *Cullet* dimasukan kedalam *dissolver* sebanyak satu setengah sak/karung dengan bobot satu karung adalah 1 Ton sehingga berat *cullet* adalah 1.500 Kg. *Cullet* hasil peleburan di *furnace* diumpankan menuju *dissolver* dengan *hoist crane*.

Selanjutnya air pelarut masuk dari *water treatment* menuju *dissolver* melalui pipa sebanyak 1.228,75 Kg. Kedua bahan tersebut dicampur dalam *dissolver* dengan pemanas gas buang dengan laju alir 13.227,87916 Kg/jam dan bersuhu 420°C agar *cullet* dapat larut dalam air. Produk hasil pelarutan *cullet* disebut *waterglass* atau *soluble sodium silicate* dengan massa 2.728,75 Kg.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Untuk neraca panas, sesuai dengan hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa energi tidak bisa diciptakan dan dimusnahkan, perhitungan neraca panas pada *dissolver* mengikuti hukum kekekalan energi tersebut dimana panas yang masuk harus sama dengan panas yang keluar. Panas yang masuk dalam *dissolver* adalah panas sensibel *cullet*, panas sensibel air dan panas sensibel *flue gas* yang masuk. Sedangkan untuk panas yang keluar *dissolver* adalah panas sensibel produk *waterglass*, panas sensibel *flue gas* keluar, panas pelarutan dan panas yang hilang.

Dari perhitungan diatas didapatkan panas yang masuk *dissolver* adalah 6.131.335,02 Kj, panas yang keluar adalah 5.230.330,94 Kj sedangkan panas yang hilang adalah 901.004,08 Kj. Panas yang hilang tersebut dapat diakibatkan oleh panas yang keluar dari sistem menuju lingkungan, panas yang hilang tersebut dapat menjadi landasan mencari efisiensi *dissolver* tersebut.

Selanjutnya adalah efisiensi alat, dari perhitungan diatas didapatkan efisiensi *dissolver* sebesar 85,30%. Efisiensi tersebut didapatkan dengan cara membandingkan panas yang hilang dengan panas yang masuk. Efisiensi *dissolver* tersebut cukup baik dikarenakan dengan efisiensi tersebut, *cullet* dapat terlarut dalam air dengan baik sehingga didapatkan *waterglass* dengan $^{\circ}\text{Be } 56$ sesuai standar (perbandingan *cullet* dan air antara 1:1 – 1,2:1) yang siap diencerkan lagi di *settle tank* atau langsung dijual ke konsumen.

Terakhir adalah instrumentasi dan pengendalian proses. Pada *dissolver* pengendalian proses yang dilakukan secara otomatis namun belum terkomputerisasi tidak seperti di *furnace* yang full terkontrol oleh komputer. Salahsatunya adalah kontrol tekanan dalam *dissolver* yang masih menggunakan *pressure relief valve* yang berfungsi untuk menjaga tekanan dalam *dissolver* agar tidak melebihi 6 bar. *pressure relief valve* dipadukan dengan manometer berfungsi untuk menjaga tekanan dalam *dissolver*. Untuk pengukuran suhu dalam *dissolver* sendiri masih dilakukan secara manual menggunakan *thermogun*.



BAB III PENUTUP

III.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan unit *dissolver* PT. Sinar Sakti Kimia diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Hasil perhitungan neraca massa pada unit *dissolver* menunjukkan bahwa total dari masukan (input) sama dengan keluaran (output), yaitu sebesar 2.728,75 Kg/batch.
- Hasil perhitungan neraca panas pada unit *dissolver* menunjukkan bahwa panas yang masuk (panas input) sama dengan panas yang keluar (panas output), yaitu sebesar 6.131.335,02 Kjoule/batch.
- Hasil perhitungan efisiensi panas *dissolver* dengan metode perbandingan panas yang masuk dan yang hilang sebesar 85,30% yang berarti *dissolver* masih bekerja dalam kondisi yang baik.
- Dalam *dissolver* pengendalian proses yang dilakukan adalah pengendalian otomatis namun belum terkomputerisasi. Tekanan dalam *dissolver* dijaga dan dikendalikan *pressure relief valve* secara mekanik, apabila tekanan pada *dissolver* melebihi ambang batas maka katup *relief valve* akan terbuka dengan dorongan tekanan berlebih tadi untuk membuang tekanan berlebih ke lingkungan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anon. ,(2020). Dokumen Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UKL-UPL). Sukoharjo: PT. Sinar Sakti Kimia .
- Assauri, S. (2008). Manajemen Produksi dan Operasi edisi revisi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Pp. 299
- Cengel, Y. A., & Ghajar, A. (2011). *Heat and mass transfer (a practical approach, SI version)*. McGraw-670 Hill Education, 671, 52. Pp- 964
- Chase, M.W. , (1998) *Thermochemical Tables, Fourth Edition, J. Phys. Chem. Ref. Data, Monograph 9* . NIST-JANAF 1-1951.
- Fairus, S., Haryono, H., Sugita, M. H., & Sudrajat, A. (2009). Proses pembuatan waterglass dari pasir silika dengan pelebur natrium hidroksida. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 8(2), pp. 56-62
- Hougen, O. A. (1952). *Chemical Process Principles, Part One: Material and Energy Balances*. Wiley. Pp.37
- Perry, R. H. (1997). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. New York : Ms Graw Hill Inc. Pp. 204-205
- Roni, K. A., & Herawati, N. (2020) *Buku Ajar Kimia Fisika II*. Rafah Press Uin Raden Fatah Palembang. Pp.5-9
- Salempa, P. , (2004) *Penetapan Kelarutan Dan Kalor Pelarutan Zat Padat Dengan Teknik Volumetri*. " *Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*", 1(2), 1-71.



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Suharto, I. (2011). *Limbah Kimia dalam Pencemaran Air dan Udara*. CV. Andi Offset. Yogyakarta. Pp. 2-3

Treybal, R. E. (1980). *Mass transfer operations*. New York, 466. Pp. 232

Unit Laboratorium PT. Sinar Sakti Kimia. (2022). Sukoharjo : PT. Sinar Sakti Kimia

Unit Produksi PT. Sinar Sakti Kimia. (2022). Sukoharjo : PT. Sinar Sakti Kimia

Unit Workshop PT. Sinar Sakti Kimia. (2022). Sukoharjo : PT. Sinar Sakti Kimia

Yaws, C. L. (1999). *Chemical properties handbook*. McGraw-Hill Education. Pp-33-107

Website :

www.google.com/maps/7.6281361,110.8240569,194. Diakses pada 20 Agustus 2022

<http://solosilicat.com/id/visi-dan-misi/> , Diakses pada 20 Agustus 2022

<http://solosilicat.com/id/aplikasi/> , Diakses pada 20 Agustus 2022

<https://www.researchgate.net/figure/Vertical-and-horizontal-vessel-arrangement>
Diakses pada 20 Agustus 2022

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-silicate#section=Other-Experimental-Properties> Diakses pada 20 Agustus 2022



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



LAMPIRAN

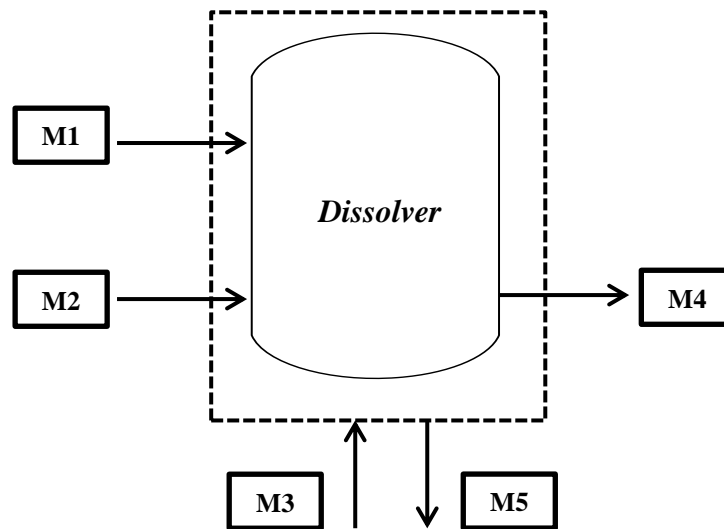


PERHITUNGAN

I. Neraca Massa *Dissolver*

Pada neraca massa *dissolver*, diasumsikan tidak ada air pelarut dalam bentuk gas ketika *dissolver* beroperasi.

Skema arus massa pada *dissolver* :



Gambar I.1 Arus Neraca Massa *Dissolver*

I.1 Arus Input (M1)

Berat *cullet* masuk : 1.500 Kg/batch

Tabel I.1 Komposisi *Cullet* PT. Sinar Sakti Kimia

Komponen <i>Cullet</i>	Komposisi Berat (%)
Na ₂ O.nSiO ₂	81,05
SiO ₂	1,50
Na ₂ CO ₃	17,00
Na ₂ SO ₄	0,01
Fe ₂ O ₃	0,12
NaCL	0,02
Al ₂ O ₃	0,30
Total	100



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Massa perkomponen dapat dicari dengan rumus :

$$\text{Massa Komponen} = \frac{\% \text{Komposisi}}{100 \%} \times \text{Massa Cullet}$$

$$\text{Massa Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 = \frac{81,05 \%}{100 \%} \times 1.500 \text{ Kg}$$

$$= 1.215,72 \text{ Kg}$$

Dengan cara yang sama didapatkan :

Tabel I.2 Massa Komponen Masuk M1

Komponen <i>Cullet</i>	Berat (Kg/batch)
Na ₂ O.nSiO ₂	1.215,72
SiO ₂	22,50
Na ₂ CO ₃	255,00
Na ₂ SO ₄	0,18
Fe ₂ O ₃	1,80
NaCL	0,30
Al ₂ O ₃	4,50
Total (M1)	1.500

I.2 Arus Input (M2)

Laju Alir Air Pelarut Masuk : 1,25 m³/batch

Suhu Air Pelarut : 60°C

Densitas Air Suhu 60°C : 983 Kg/m³ (Perry, 1997)

Massa Air Pelarut :

$$\text{Massa Air} = \text{Densitas Air} \times \text{Volume Air}$$

$$\text{Massa Air} = 983 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 1,25 \frac{\text{m}^3}{\text{batch}}$$

$$\text{Massa Air} = 1.228,75 \text{ Kg/ batch}$$

Jadi massa yang masuk arus **M2** adalah **1.228,75 Kg/batch**



I.3 Arus Input (M3)

Untuk menentukan komposisi *flue gas*, kita menggunakan data bantu pembakaran pada *furnace*.

A. Menentukan Mol CNG Masuk *Furnace*

- *Flow* CNG masuk : 605 m³/jam
- Suhu : 30°C atau 303 K
- Tekanan : 0,12 Mpa atau 1,184308 ATM
- R (Bil Avogadro) : 8,20574587*10⁻⁵ m³.atm/mol.K

Tabel I.3 Komposisi Volumetrik CNG

Komponen	Persen Volumetrik (%)	Volume Komponen (m ³ /jam)
Methana (CH ₄)	83,5	505,175
Ethana (C ₂ H ₆)	12,5	75,625
Nitrogen (N ₂)	4	24,2
Total	100	605

Mencari mol komponen CNG dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 n_{\text{Methana}} &= P * V / R * T \\
 &= \frac{1,184308 \text{ atm} * 505,175 \text{ m}^3}{\left(8,20574587 * 10^{-5} \frac{\text{m}^3 * \text{atm}}{\text{mol} * \text{K}}\right) * 303 \text{ K}} \\
 &= 24.062,62 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama didapatkan :

Tabel I.4 Mol Komponen CNG

Komponen	Mol (mol)	Mol (Kmol)
Methana (CH ₄)	24.062,62	24,06
Ethana (C ₂ H ₆)	3.602,19	3,60
Nitrogen (N ₂)	1.152,70	1,152



B. Menghitung Udara Masuk *Furnace*

Udara masuk lewat kompresor (Udara Kering):

- *Flow* Udara : 344 m³/jam
- Suhu Udara : 50 °C
- Densitas Udara 50°C : 1,109 Kg/m³ (Cengels,2011)
- Mencari massa udara total :

$$\text{Massa Udara} = \text{Densitas Udara} \times \text{Volume Udara}$$

$$\text{Massa Udara} = 1,109 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 344 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}$$

$$\text{Massa Udara} = 381,50 \text{ Kg/jam}$$

Mencari massa udara perkomponen :

Tabel I.5 Massa Udara Dari Kompresor

Komponen	Fraksi Massa (%)	Massa (Kg/jam)
N ₂	79	301,38
O ₂	21	80,11
Total	100	381,50

Udara masuk lewat blower (Udara Basah) :

- *Flow* Udara : 10.576 m³/jam
- Suhu Udara : 30 °C
- Densitas Udara 30°C : 1,165 Kg/m³ (Cengels, 2011)
- Mencari massa udara basah masuk :

$$\text{Massa Udara Basah} = \text{Densitas} \times \text{Volume}$$

$$\text{Massa Udara Basah} = 1,165 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 10.576 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}$$

$$\text{Massa Udara Basah} = 12.321,04 \text{ Kg/jam}$$



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



- Kelembapan Relatif : 60%
- Kelembapan : 0,018 (Kg uap air/Kg udara kering)
(Humidity Chart Treybal 1980)
- Massa uap air dalam udara :

$$\text{Massa Uap Air} = (\text{Kelembapan}) * \text{Massa Udara Basah}$$

$$\text{Massa Uap Air} = (0,018) * 12.321,04 \frac{\text{Kg}}{\text{jam}}$$

$$\text{Massa Uap Air} = 221,78 \text{ Kg/jam}$$

- Massa udara kering tanpa uap air :

$$\text{Massa Udara Kering} = \text{Massa Udara Basah} - \text{Massa Uap Air}$$

$$\text{Massa Udara Kering} = 12.321,04 \frac{\text{Kg}}{\text{jam}} - 221,78 \frac{\text{Kg}}{\text{jam}}$$

$$\text{Massa Udara Kering} = 12.099,26 \frac{\text{Kg}}{\text{jam}}$$

Mencari massa komponen udara kering :

Tabel I.5 Massa Komponen Udara Kering Dari *Blower*

Komponen	Fraksi Massa (%)	Massa (Kg/Jam)
N ₂	79	9.558,42
O ₂	21	2.540,84
Total	100	12.099,26

Massa udara total *kompresor* dan *blower* :

Tabel 1.6 Massa Udara Total Masuk *Furnace*

Alat	Komponen (Kg/Jam)		
	N ₂	O ₂	H ₂ O
<i>Blower</i>	9.558,42	2.540,84	221,78
<i>Kompresor</i>	301,38	80,11	-
Total	9.859,80	2.620,96	221,78



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



C. Reaksi Pembakaran Metana

Mol CH₄ : 24,06 Kmol

Berikut reaksi pembakaran metana :



M	24,06	48,13	-	-
R	24,06	48,13	24,06	48,13
S	0	0	24,06	48,13

Mencari Massa CO₂

- CO₂ terbentuk : 24,06 Kmol
- Mr CO₂ : 44 Kg/Kmol
- Massa CO₂ terbentuk : Mol * Mr
: 24,06 Kmol * 44 Kg/Kmol
: 1.058,76 Kg

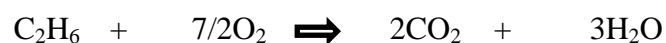
Mencari Massa H₂O

- H₂O terbentuk : 48,13 Kmol
- Mr H₂O : 18 Kg/Kmol
- Massa H₂O terbentuk : Mol * Mr
: 48,13 Kmol * 18 Kg/Kmol
: 866,25 Kg

D. Reaksi Pembakaran Etana

Mol C₂H₆ : 3,60 Kmol

Berikut reaksi pembakaran ethana :



M	3,60	12,61	-	-
R	3,60	12,61	7,20	10,81
S	0	0	7,20	10,81



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Mencari Massa CO₂

- CO₂ terbentuk : 7,20 Kmol
- Mr CO₂ : 44 Kg/Kmol
- Massa CO₂ terbentuk : Mol * Mr
: 7,20 Kmol * 44 Kg/Kmol
: 316,99 Kg

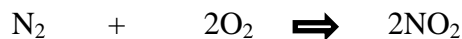
Mencari Massa H₂O

- H₂O terbentuk : 10,81 Kmol
- Mr H₂O : 18 Kg/Kmol
- Massa H₂O terbentuk : Mol * Mr
: 10,81 Kmol * 18 Kg/Kmol
: 194,52 Kg

E. Reaksi Pembakaran N₂

Mol N₂ : 1,20 Kmol

Berikut reaksi pembakaran N₂ :



M	1,15	2,31	-	
R	1,15	2,31	2,31	
S	0	0	2,31	

Mencari Massa NO₂

- NO₂ terbentuk : 2,31 Kmol
- Mr NO₂ : 46 Kg/mol
- Massa NO₂ terbentuk : Mol * Mr
: 2,31 Kmol * 46 Kg/mol
: 106,05 Kg



F. Menghitung O₂ Flue Gas

Menghitung O₂ bereaksi total :

Tabel I.7 Mol O₂ Bereaksi

Reaksi Komponen CNG	O ₂ Bereaksi (Kmol)
CH ₄	48,13
C ₂ H ₆	12,61
N ₂	2,31
Total	63,04

$$\text{Mr O}_2 : 32 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa O}_2 \text{ bereaksi} &: \text{Mol O}_2 \text{ Bereaksi} * \text{Mr O}_2 \\ &: 63,04 \text{ Kmol} * 32 \text{ Kg/Kmol} \\ &: 2.017,23 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa O}_2 \text{ Flue Gas} &: \text{Massa O}_2 \text{ masuk} - \text{massa O}_2 \text{ reaksi} \\ &: 2.620,96 \text{ Kg} - 2.017,23 \text{ Kg} \\ &: 603,73 \text{ Kg} \end{aligned}$$

G. Menghitung Massa Fluegas Masuk (M3)

Sesuai dengan data hasil udara masuk *furnace* dan pembakaran CNG pada *furnace* di atas, didapatkan massa *flue gas* sesuai dibawah ini :

Tabel I.8 Massa *Fluegas* Terbentuk

Komponen <i>Fluegas</i>	Massa (Kg/jam)
N ₂	9.859,80
O ₂	603,73
CO ₂	1.375,75
H ₂ O	1.282,55
NO ₂	106,05
Total M3	13.227,88



I.4 Arus Output (M4)

Arus Output M4 merupakan produk *waterglass* yang merupakan hasil dari pelarutan *cullet* ke dalam air pelarut, sehingga arus M4 merupakan hasil penjumlahan arus M1 dan M2.

$$M1 + M2 = M4$$

Tabel I.9 Massa Komponen *Waterglass*

Komponen <i>Cullet</i>	Massa (Kg/Batch)
Na ₂ O.nSiO ₂	1.215,72
SiO ₂	22,50
Na ₂ CO ₃	255,00
Na ₂ SO ₄	0,18
Fe ₂ O ₃	1,80
NaCL	0,30
Al ₂ O ₃	4,50
H ₂ O	1.228,75
Total (M4)	2.728,75

I.5 Arus Output (M5)

Arus Output M5 merupakan massa *fluegas* yang telah selesai digunakan untuk memanaskan *dissolver* jadi massa *fluegas* keluar tetap sama namun suhunya berbeda.

Tabel I.10 Massa *Fluegas* Keluar *Dissolver*

Komponen <i>Fluegas</i>	Massa (Kg/jam)
N ₂	9.859,80
O ₂	603,73
CO ₂	1.375,75
H ₂ O	1.282,55
NO ₂	106,05
Total (M5)	13.227,88



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



I.6 Neraca Massa Total Dissolver

Berikut neraca massa total *dissolver* sesuai perhitungan diatas :

Tabel I.11 Neraca Massa Total *Dissolver*

Kondisi Operasi	M1	M2	M4
Suhu (°C)	40	60	250
Tekanan (Bar)	1,013	1,013	6
Komponen	Masuk (Kg/Batch)		Keluar (Kg/Batch)
	M1	M2	M4
Na ₂ O.nSiO ₂	1.215,72		1.215,72
SiO ₂	22,50		22,50
Na ₂ CO ₃	255,00		255,00
Na ₂ SO ₄	0,18		0,18
Fe ₂ O ₃	1,80		1,80
NaCL	0,30		0,30
Al ₂ O ₃	4,50		4,50
H ₂ O	-	1.228,75	1.228,75
Total	2.728,75		2.728,75

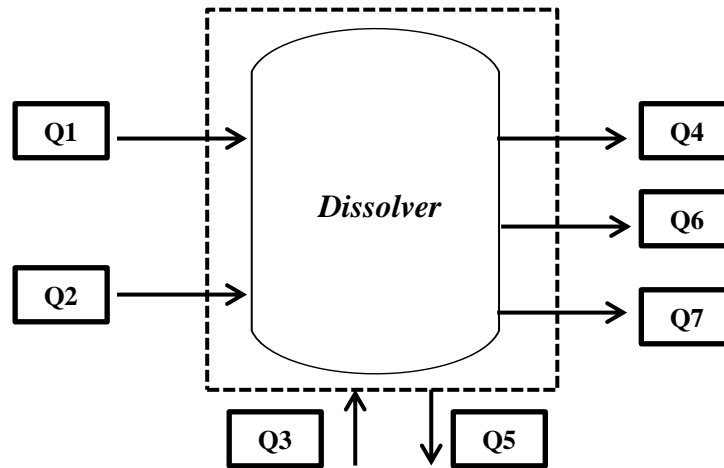
Tabel I.12 Neraca Massa Total *Flue Gas*

Kondisi Operasi	M3	M5
Suhu (°C)	420	285
Tekanan (Bar)	-	-
Komponen	Masuk (Kg/Jam)	
	M3	M5
N ₂	9.859,80	9.859,80
O ₂	603,73	603,73
CO ₂	1.375,75	1.375,75
H ₂ O	1.282,55	1.282,55
NO ₂	106,05	106,05
Total	13.227,88	13.227,88

II. Neraca Energi *Dissolver*

Pada neraca energi *dissolver*, diasumsikan tidak ada air pelarut dalam bentuk gas ketika *dissolver* beroperasi.

Skema arus energi pada *dissolver* :



Gambar II.1 Skema Arus Energi *Dissolver*

II.1 Neraca Panas Input (Q1)

- Suhu *Cullet* Masuk : 40°C atau 313 K
- Suhu Referensi : 25°C atau 298 K

Tabel II.1 Kapasitas Panas Komponen *Cullet*

Komponen	A	B	C
SiO ₂ (S)	2,478	0,16522	-0,000097
Na ₂ CO ₃ (S)	28,9	-0,000348058	7,43E-07
Na ₂ SO ₄ (S)	12,202	0,58138	-0,00060649
Fe ₂ O ₃ (S)	46,979	0,11583	0,000573
NaCL (S)	41,293	0,033607	-0,0000139
Al ₂ O ₃ (S)	8,121	3,87E-01	-3,16E-04

(Yaws, 1999)



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Untuk Yaws menggunakan rumus :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4 \left(\frac{J}{mol * K} \right)$$

Komponen	A	B	C	D	E
Na ₂ O.nSiO ₂ (S)	177	4,15E-10	-5,33E-10	1,37E-10	-2,59E-10

(Chase, 1998)

Untuk Chase menggunakan rumus :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + E/T^2 \left(\frac{J}{mol * K} \right)$$

Mencari Cp dT SiO₂ :

$$C_p dT = \int_{298}^{313} A + BT + CT^2 \left(\frac{J}{mol} \right)$$

$$C_p dT = A(313 - 298) + \left(\frac{B(313^2 - 298^2)}{2} \right) + \left(\frac{C(313^3 - 298^3)}{3} \right) \text{ (J/mol)}$$

$$C_p dT \text{ SiO}_2 = 658,47 \text{ J/mol}$$

Dengan cara yang sama didapatkan :

Tabel II.2 Cp dT Tiap Komponen *Cullet*

Komponen <i>Cullet</i>	Cp dT (J/Mol)
Na ₂ O.nSiO ₂ (S)	2.659,83
SiO ₂ (S)	658,47
Na ₂ CO ₃ (S)	432,95
Na ₂ SO ₄ (S)	1.997,98
Fe ₂ O ₃ (S)	2.037,81
NaCL (S)	753,94
Al ₂ O ₃ (S)	1.451,85

Menghitung mol komponen *cullet* :

- Massa Na₂O.nSiO₂ : 1.215,72 Kg
- Mr Na₂O.nSiO₂ : 122 Kg/Kmol
- Mol Na₂O.nSiO₂ : Massa / Mr
: 1.191 Kg / 122 Kg/Kmol
: 9,96 Kmole atau 9.964,92 mol



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Dengan cara yang sama didapatkan mol komponen *cullet* :

Tabel II.3 Mol Tiap komponen *Cullet*

Komponen <i>Cullet</i>	Massa (Kg)	Mr (Kg/Kmol)	Mol (mol)
Na ₂ O.nSiO ₂ (S)	1.215,72	122	9.964,92
SiO ₂ (S)	22,50	60	375,00
Na ₂ CO ₃ (S)	255,00	106	2.405,66
Na ₂ SO ₄ (S)	0,18	142	1,27
Fe ₂ O ₃ (S)	1,80	160	11,25
NaCL (S)	0,30	58	5,13
Al ₂ O ₃ (S)	4,50	102	44,12

Mencari Panas Sensibel Komponen *Cullet* :

Panas sensibel Na₂O.nSiO₂ masuk :

$$Q = n C_p DT$$

$$Q = 9.964,92 \text{ mol} * 2.659,83 \text{ Joule/mol}$$

$$Q = 26.505.011,65 \text{ Joule}$$

Dengan cara yang sama didapatkan :

Tabel II.4 Panas Sensibel Komponen *Cullet*

Komponen <i>Cullet</i>	mol (mol)	CpDt (Joule/mol)	Q (Joule/batch)
Na ₂ O.nSiO ₂ (S)	9.964,92	2.659,83	26.505.011,65
SiO ₂ (S)	375,00	658,47	246.925,45
Na ₂ CO ₃ (S)	2.405,66	432,95	1.041.519,83
Na ₂ SO ₄ (S)	1,27	1.997,98	2.532,64
Fe ₂ O ₃ (S)	11,25	2.037,81	22.925,37
NaCL (S)	5,13	753,94	3.866,34
Al ₂ O ₃ (S)	44,12	1.451,85	64.052,23
Panas Total (Q1)			27.886.833,51



II.2 Neraca Panas Input (Q2)

Suhu Air Masuk : 60°C atau 333 K

Suhu Referensi : 25°C atau 298 K

Tabel II.5 Data Cp Air

Komponen	A	B	C	D
H ₂ O (L)	92,053	-0,03995	-0,00021	0,00000053

(Yaws, 1999)

Untuk Yaws menggunakan rumus :

$$Cp = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4 \left(\frac{J}{mol * K} \right)$$

Mencari Cp dT Air :

$$Cp dT = \int_{298}^{333} A + BT + CT^2 + DT^3 \left(\frac{J}{mol} \right)$$

$$Cp dT = A(333 - 298) + \left(\frac{B(333^2 - 298^2)}{2} \right) + \left(\frac{C(333^3 - 298^3)}{3} \right) + \left(\frac{D(333^4 - 298^4)}{4} \right) \text{ (J/mol)}$$

$$Cp dT = 2.632,69 \text{ (J/Mol)}$$

Menghitung mol komponen Air :

- Massa Air : 1.228,75 Kg
 - Mr Air : 18 Kg/Kmol
 - Mol Air : Massa / Mr
- : 1.228,75 Kg / 18 Kg/Kmol
- : 68,26 Kmol atau 68.263,89 mol

Mencari Panas Sensibel Komponen *Cullet* :

Panas sensibel Air masuk :

$$Q2 = n Cp dT$$

$$Q2 = 68.263,89 \text{ mol} * 2.632,69 \frac{J}{mol}$$

$$Q2 = 179.717.665,31 \text{ Joule/batch}$$



II.3 Neraca Panas Input (Q3)

- Suhu *Flue Gas* Masuk : 420°C atau 693 K
- Suhu Referensi : 25°C atau 298 K

Tabel II.6 Data *Cp Flue Gas*

<i>Flue Gas</i>	A	B	C	D	E
CO ₂ (G)	27,437	4,30E-02	-1,96E-05	4,00E-09	-2,99E-13
NO ₂ (G)	32,791	-7,43E-04	8,17E-05	-8,20E-08	2,44E-11
O ₂ (G)	29,526	-8,90E-03	3,81E-05	-3,26E-08	8,86E-12
H ₂ O (G)	33,933	-8,42E-03	2,99E-05	-1,78E-08	3,96E-12
N ₂ (G)	29,342	-3,54E-03	1,01E-05	-4,31E-09	2,60E-13

(Yaws, 1999)

Untuk Yaws menggunakan rumus :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4 \left(\frac{J}{mol * K} \right)$$

Mencari $C_p dT$ CO₂ :

$$C_p dT = \int_{298}^{693} A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4 \left(\frac{J}{mol} \right)$$

$$C_p dT = A(693 - 298) + \left(\frac{B(693^2 - 298^2)}{2} \right) + \left(\frac{C(693^3 - 298^3)}{3} \right) + \left(\frac{D(693^4 - 298^4)}{4} \right) + \left(\frac{E(693^5 - 298^5)}{5} \right) \text{ (J/mol)}$$

$$C_p dT = 17.471,92 \text{ J/Mol}$$

Dengan cara yang sama didapatkan

Tabel II.7 $C_p dT$ Komponen *Flue Gas*

Komponen <i>Flue Gas</i>	$C_p dT$ (J/Mol)
CO ₂ (G)	17.471,92
NO ₂ (G)	17.242,62
O ₂ (G)	12.230,62
H ₂ O (G)	13.917,00
N ₂ (G)	11.686,71



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Menghitung mol komponen *flue gas* :

- Massa CO₂ : 1375,75 Kg
- Mr CO₂ : 44 Kg/Kmol
- Mol CO₂ : Massa / Mr
: 1375,75 Kg / 44 Kg/Kmol
: 31,27 Kmol atau 31.267 mol

Dengan cara yang sama didapatkan mol komponen *fluegas* :

Tabel II.8 Mol Tiap Komponen *Flue Gas*

<i>Fluegas</i>	Massa (Kg)	Mr (Kg/Kmol)	Mol (mol)
CO ₂ (G)	1.375,75	44	31.267,00
NO ₂ (G)	106,05	46	2.305,40
O ₂ (G)	603,73	32	18.866,67
H ₂ O (G)	1.282,55	18	71.252,84
N ₂ (G)	9.859,80	28	352.135,65

Mencari Panas Sensibel Komponen *Flue Gas* :

Panas sensibel CO₂ masuk :

$$Q = n C_p dT$$

$$Q = 31.267,00 \text{ mol} * (17.471,92) \frac{J}{mol}$$

$$Q = 546.294.346,47 \text{ Joule}$$

Dengan cara yang sama didapatkan panas komponen *fluegas*

Tabel II.9 Panas Komponen *Flue Gas* Masuk

Komponen	mol (mol)	Cp dT (Joule/mol)	Q (Joule/batch)
CO ₂ (G)	31.267,00	17.471,92	546.294.346,47
NO ₂ (G)	2.305,40	17.242,62	39.751.139,93
O ₂ (G)	18.866,67	12.230,62	230.751.138,46
H ₂ O (G)	71.252,84	13.917,00	991.625.519,61
N ₂ (G)	31.267,00	11.686,71	4.115.308.378,94
Total (Q3)			5.923.730.523,41



II.4 Neraca Panas Output (Q4)

- Suhu *Waterglass* Keluar : 250°C atau 523 K
- Suhu Referensi : 25°C atau 298 K

Tabel II.10 Kapasitas Panas Komponen *Waterglass*

Komponen	A	B	C	D
SiO ₂ (S)	2,478	0,16522	-0,000097	-
Na ₂ CO ₃ (Aq)	28,9	-0,000348058	7,43E-07	-
Na ₂ SO ₄ (Aq)	12,202	0,58138	-0,00060649	-
Fe ₂ O ₃ (S)	46,979	0,11583	0,000573	-
NaCL (Aq)	41,293	0,033607	-0,0000139	-
Al ₂ O ₃ (S)	8,121	3,87E-01	-3,16E-04	-
H ₂ O (L)	92,053	-0,03995	-0,00021	0,00000053

(Yaws, 1999)

Untuk Yaws menggunakan rumus :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4 \left(\frac{J}{mol * K} \right)$$

Komponen	A	B	C	D	E
Na ₂ O.nSiO ₂ (Aq)	177	4,15E-10	-5,33E-10	1,37E-10	-2,59E-10

(Chase, 1998)

Untuk Chase menggunakan rumus :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + E/T^2 \left(\frac{J}{mol * K} \right)$$

Mencari Cp dT SiO₂ :

$$C_p dT = \int_{298}^{523} A + BT + CT^2 \left(\frac{J}{mol} \right)$$

$$C_p dT = A(523 - 298) + \left(\frac{B(523^2 - 298^2)}{2} \right) + \left(\frac{C(523^3 - 298^3)}{3} \right) \text{ (J/mol)}$$

$$C_p dT = 12.047,87 \text{ (J/mol)}$$



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Dengan cara yang sama didapatkan :

Tabel II.11 Cp dT Tiap Komponen *Waterglass*

Komponen <i>Waterglass</i>	Cp dT (J/Mol)
Na ₂ O.nSiO ₂ (Aq)	39.898,89
SiO ₂ (S)	12.047,87
Na ₂ CO ₃ (Aq)	6.499,23
Na ₂ SO ₄ (Aq)	32.872,52
Fe ₂ O ₃ (S)	43.537,71
NaCL (Aq)	11.854,74
Al ₂ O ₃ (S)	25.269,53
H ₂ O (L)	17.729,08

Menghitung mol komponen *waterglass* :

- Massa Na₂O.nSiO₂ : 1.215,72 Kg
- Mr Na₂O.nSiO₂ : 122 Kg/Kmol
- Mol Na₂O.nSiO₂ : Massa / Mr
: 1.215,72 Kg / 122 Kg/Kmol
: 9,96 Kmole atau 9.964,92 mol

Dengan cara yang sama didapatkan mol komponen *waterglass* :

Tabel II.12 Mol Tiap komponen *Waterglass*

Komponen	Massa (Kg)	Mr (Kg/Kmol)	Mol (mol)
Na ₂ O.nSiO ₂ (Aq)	1.215,72	122	9.964,92
SiO ₂ (S)	22,50	60	375,00
Na ₂ CO ₃ (Aq)	255,00	106	2.405,66
Na ₂ SO ₄ (Aq)	0,18	142	1,27
Fe ₂ O ₃ (S)	1,80	160	11,25
NaCL (Aq)	0,30	58,5	5,13
Al ₂ O ₃ (S)	4,50	102	44,12
H ₂ O (L)	1.228,75	18	68.263,89



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Panas sensibel $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ keluar :

$$Q = n C_p dT$$

$$Q = 9.964,92 \text{ mol} * (39.898,89) \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

$$Q = 397.589.159,50 \text{ Joule}$$

Dengan cara yang sama didapatkan :

Tabel II.13 Panas Sensibel Komponen *Waterglass*

Komponen	mol (mol)	Cp dT(Joule/mol)	Q (Joule/batch)
$\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ (Aq)	9.964,92	39.898,89	397.589.159,50
SiO_2 (S)	375,00	12.047,87	4.517.951,93
Na_2CO_3 (Aq)	2.405,66	6.499,23	15.634.943,13
Na_2SO_4 (Aq)	1,27	32.872,52	41.669,39
Fe_2O_3 (S)	11,25	43.537,71	489.799,23
NaCl (Aq)	5,13	11.854,74	60.793,55
Al_2O_3 (S)	44,12	25.269,53	1.114.832,42
H_2O (L)	68.263,89	17.729,08	1.210.256.153,98
Panas Total (Q4)			1.629.705.303,13

II.5 Neraca Panas Output (Q5)

- Suhu *Flue Gas* Keluar : 285°C atau 558 K
- Suhu Referensi : 25°C atau 298 K

Tabel II.14 Data Cp *Flue Gas*

<i>Flue Gas</i>	A	B	C	D	E
CO_2 (G)	27,437	4,30E-02	-1,96E-05	4,00E-09	-2,99E-13
NO_2 (G)	32,791	-7,43E-04	8,17E-05	-8,20E-08	2,44E-11
O_2 (G)	29,526	-8,90E-03	3,81E-05	-3,26E-08	8,86E-12
H_2O (G)	33,933	-8,42E-03	2,99E-05	-1,78E-08	3,96E-12
N_2 (G)	29,342	-3,54E-03	1,01E-05	-4,31E-09	2,60E-13

(Yaws, 1999)



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Untuk Yaws menggunakan rumus :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4 \left(\frac{J}{\text{mol} \cdot K} \right)$$

Mencari C_p dT CO_2 :

$$C_p dT = \int_{298}^{558} A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4 \left(\frac{J}{\text{mol}} \right)$$

$$C_p dT = A(558 - 298) + \left(\frac{B(558^2 - 298^2)}{2} \right) + \left(\frac{C(558^3 - 298^3)}{3} \right) + \left(\frac{D(558^4 - 298^4)}{4} \right) + \left(\frac{E(558^5 - 298^5)}{5} \right) \quad (\text{J/mol})$$

$$C_p dT = 11.042,41 \text{ J/Mol}$$

Dengan cara yang sama didapatkan

Tabel II.15 C_p dT Komponen *Flue Gas*

Komponen <i>Flue Gas</i>	C_p dT (J/Mol)
CO_2 (G)	11.042,41
NO_2 (G)	10.880,60
O_2 (G)	7.922,64
H_2O (G)	8.998,13
N_2 (G)	7.636,06

Menghitung mol komponen *flue gas* :

- Massa CO_2 : 1.375,75 Kg
- Mr CO_2 : 44 Kg/Kmol
- Mol CO_2 : Massa / Mr
: 1.375,75 Kg / 44 Kg/Kmol
: 31,27 Kmol atau 31.267 mol

Dengan cara yang sama didapatkan mol komponen *fluegas* :

Tabel II.16 Mol Tiap Komponen *Flue Gas* Keluar

<i>Fluegas</i>	Massa (Kg)	Mr (Kg/Kmol)	Mol (mol)
CO_2 (G)	1.375,75	44	31.267,00
NO_2 (G)	106,05	46	2.305,40
O_2 (G)	603,73	32	18.866,67
H_2O (G)	1.282,55	18	71.252,84
N_2 (G)	9.859,80	28	352.135,65



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Mencari Panas Sensibel Komponen *Flue Gas* :

Panas sensibel CO₂ keluar :

$$Q = n C_p dT$$

$$Q = 31.267,00 \text{ mol} * (11.042,41) \frac{J}{\text{mol}}$$

$$Q = 345.263.102,65 \text{ Joule}$$

Dengan cara yang sama didapatkan panas komponen *fluegas* keluar :

Tabel II.17 Panas Komponen *Flue Gas* Keluar

Komponen	mol (mol)	Cp (Joule/mol)	Q (Joule/batch)
CO ₂ (G)	31.267,00	11.042,41	345.263.102,65
NO ₂ (G)	2.305,40	10.880,60	25.084.146,08
O ₂ (G)	18.866,67	7.922,64	149.473.800,82
H ₂ O (G)	71.252,84	8.998,13	641.142.234,14
N ₂ (G)	352.135,65	7.636,06	2.688.927.294,63
Total Panas (Q5)			3.849.890.578,31

II.6 Neraca Panas Output (Q6)

Arus Q6 merupakan arus keluar yang berisi panas pelarutan beberapa komponen *waterglass*.

Berikut data *enthalpy* pelarutan komponen *waterglass* :

Tabel II.18 Entalpi Pelarutan Komponen *Waterglass*

Komponen	ΔHs (Kcal/mol)	ΔHs (Kjoule/mol)
Na ₂ O.nSiO ₂	-7,45	-31,17
Na ₂ CO ₃	5,47	22,89
NaCl	-1,164	-4,87
Na ₂ SO ₄	0,28	1,17

(Pubchem) (Perry, 1997)



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Panas pelarutan dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$Q \text{ pelarutan} = n \times \Delta Hs$$

Mencari panas pelarutan $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$:

$$Q \text{ Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 = 9.762,30 \text{ mol} \times (-31,17) \text{ KJoule/mol}$$

$$Q \text{ Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 = -304.298,55 \text{ Kjoule atau } -304.298.547,54 \text{ Joule}$$

Dengan cara yang sama didapatkan :

Tabel II.19 Panas Pelarutan Total

Komponen	ΔHs (Kjoule/mol)	n (Mol)	QPelarutan(Joule/batch)
$\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$	-31,17	9.762,30	-304.298.547,54
Na_2CO_3	22,89	2.405,66	55.057.098,11
NaCl	-4,87	5,13	-24.975,26
Na_2SO_4	1,17	1,27	1.485,03
Q Total			-249.264.939,66

II.7 Neraca Panas Output (Q7)

Arus *output* Q7 berisi panas yang hilang dari proses pembuatan *waterglass* dalam *dissolver*.

Q_{loss} (Joule) dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$Q_{loss} = (Q1 + Q2 + Q3) - (Q4 + Q5 + Q_{pelarutan})$$

$$\begin{aligned} Q_{loss} &= (27.886.833,51 + 179.717.665,31 + 6.171.863.228,21) \\ &\quad - (1.629.705.303,13 + 3.849.890.578,31 \\ &\quad + (-249.264.939,66)) \end{aligned}$$

$$\mathbf{Q \text{ loss} = 901.004.080,45 \text{ Joule/Batch}}$$



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



II.8 Neraca Panas Total Dissolver

Berikut dibawah ini neraca panas total dissolver :

Tabel II.20 Neraca Panas Total *Dissolver*

Kondisi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
Suhu (°C)	40	60	420	250	285	-	-
Tekanan (bar)	1,013	1,013	-	6	-	-	-
Komponen	Masuk (Kilo Joule/batch)			Keluar (Kilo Joule/batch)			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
Na ₂ O.nSiO ₂	26.505,01			397.589,16			
SiO ₂	246,93			4.517,95			
Na ₂ CO ₃	1.041,52			15.634,94			
Na ₂ SO ₄	2,53			41,67			
Fe ₂ O ₃	22,93			489,80			
NaCL	3,87			60,79			
Al ₂ O ₃	64,05			1.114,83			
H ₂ O		179.717,67		1.210.256,15			
CO ₂			546.294,35		345.263,10		
NO ₂			39.751,14		25.084,15		
O ₂			230.751,14		149.473,80		
H ₂ O			991.625,52		641.142,23		
N ₂			4.115.308,38		2.688.927,29		
Q Pelarutan						-249.264,94	
Heat Loss							901.004,08
Total	27.886,83	179.717,67	5.923.730,52	1.629.705,30	3.849.890,58	-249.264,94	901.004,08
			6.131.335,02				6.131.335,02

II.8 Efisiensi Panas Dissolver

Efisiensi dapat dicari dengan rumus dibawah ini :

$$\text{Efisiensi Panas Dissolver} = \frac{Q \text{ input}(Kj) - Q \text{ loss}(Kj)}{Q \text{ input}(Kj)} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi Panas Dissolver} = \frac{(6.131.335,02) - (901.004,08)}{(6.131.335,02)} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi Panas Dissolver} = 85,30 \%$$



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Data densitas udara :

964
APPENDIX 1

TABLE A-15							
Properties of air at 1 atm pressure							
Temp. <i>T</i> , °C	Density ρ , kg/m ³	Specific Heat c_p , J/kg·K	Thermal Conductivity k , W/m·K	Thermal Diffusivity α , m ² /s	Dynamic Viscosity μ , kg/m·s	Kinematic Viscosity ν , m ² /s	Prandtl Number Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-5}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-5}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-5}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-5}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-5}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-5}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-5}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-5}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-5}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-5}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-5}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-5}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-5}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-5}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-5}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-5}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-5}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-5}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-5}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-5}	1.529×10^{-4}	0.7206
1000	0.2772	1184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-5}	1.741×10^{-4}	0.7260
1500	0.1990	1234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-5}	2.922×10^{-4}	0.7478
2000	0.1553	1264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-5}	4.270×10^{-4}	0.7539

Note: For ideal gases, the properties c_p , k , μ , and Pr are independent of pressure. The properties ρ , ν , and α at a pressure P (in atm) other than 1 atm are determined by multiplying the values of P at the given temperature by ρ and by dividing ν and α by P .



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Data densitas air :

External pressure: 1 atm = 101 325 Pa

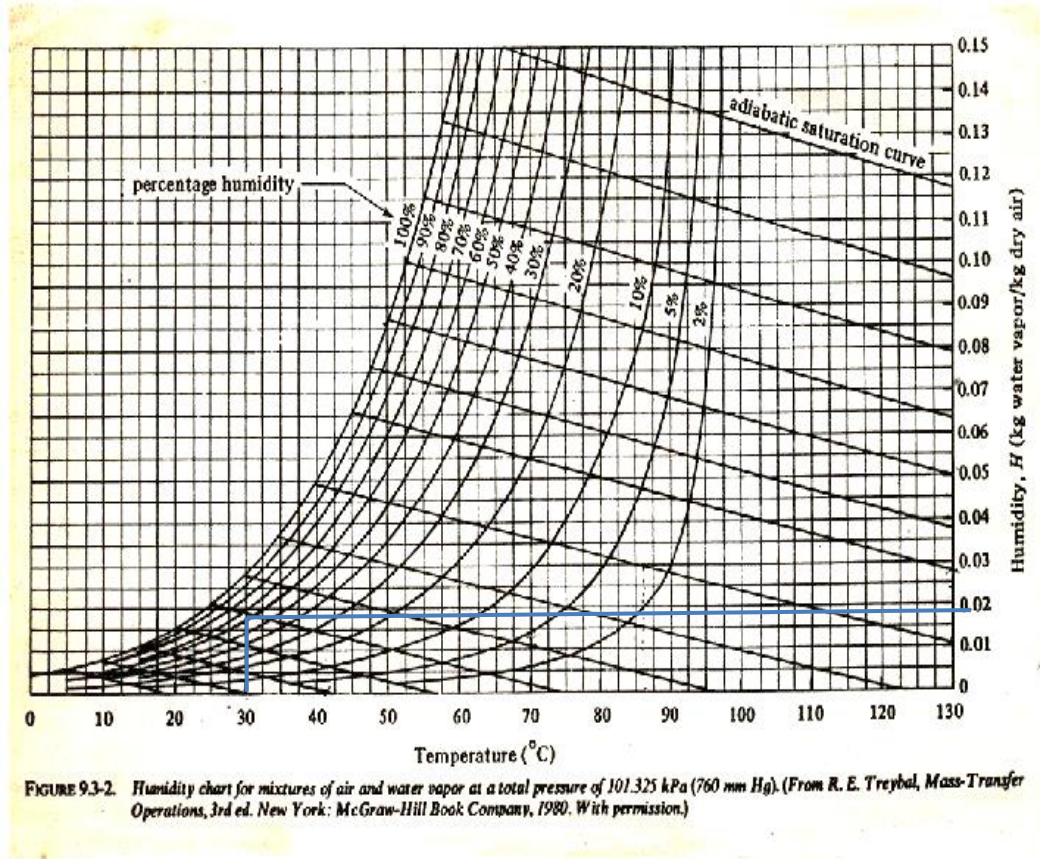
Temperature °C	Density kg/m ³	Temperature °C	Density kg/m ³	Temperature °C	Density kg/m ³
0 (ice)	917.00	33	994.76	67	979.34
0	999.82	34	994.43	68	978.78
1	999.89	35	994.08	69	978.21
2	999.94	36	993.73	70	977.63
3	999.98	37	993.37	71	977.05
4	1000.00	38	993.00	72	976.47
5	1000.00	39	992.63	73	975.88
6	999.99	40	992.25	74	975.28
7	999.96	41	991.86	75	974.68
8	999.91	42	991.46	76	974.08
9	999.85	43	991.05	77	973.46
10	999.77	44	990.64	78	972.85
11	999.68	45	990.22	79	972.23
12	999.58	46	989.80	80	971.60
13	999.46	47	989.36	81	970.97
14	999.33	48	988.92	82	970.33
15	999.19	49	988.47	83	969.69
16	999.03	50	988.02	84	969.04
17	998.86	51	987.56	85	968.39
18	998.68	52	987.09	86	967.73
19	998.49	53	986.62	87	967.07
20	998.29	54	986.14	88	966.41
21	998.08	55	985.65	89	965.74
22	997.86	56	985.16	90	965.06
23	997.62	57	984.66	91	964.38
24	997.38	58	984.16	92	963.70
25	997.13	59	983.64	93	963.01
26	996.86	60	983.13	94	962.31
27	996.59	61	982.60	95	961.62
28	996.31	62	982.07	96	960.91
29	996.02	63	981.54	97	960.20
30	995.71	64	981.00	98	959.49
31	995.41	65	980.45	99	958.78
32	995.09	66	979.90	100	958.05



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Humidity Chart :





TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



PT Sinar Sakti Kimia
Waterglass Industry

No : 316/HRD-SSK/VI/2022
Lap : -
Hal : Surat Keterangan

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ir. Donatus Processus, S.H.
Jabatan : Manager HRD

Dengan ini menyatakan bahwa :

Nama	NPM
Andi Kurniawan	021190085
Muhammad Ushama Fanani	021190075

Bahwa mahasiswa Univ. Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta telah melaksanakan kegiatan PKL di PT Sinar Sakti Kimia, kegiatann PKL tersebut telah dilaksanakan pada 1 Juni 2022 sampai 30 Juni 2022.

Selama PKL di PT Sinar Sakti Kimia, yang bersangkutan telah mampu menyelesaikan tugas-tugas dengan baik dan telah mengikuti peraturan di PT Sinar Sakti Kimia.

Demikian surat keterangan PKL ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Sukoharjo, 30 Juni 2022


Ir. Donatus Processus, S.H.
HRD + Legal


Jl. Raya Solo Sukoharjo KM 7,2 Telukan, Sukoharjo, 57552 Jawa Tengah, Indonesia
Telp. (0271) 621615, Fax. (0271) 621614. Email : ssk@solosilicat.com
www.solosilicat.com



TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI

Jl. Babarsari 2 Tambakbayan Yogyakarta 55281 Telp./Fax : (0274) 485786, WA : 0812 2602 2370
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur, Yogyakarta 55283 Telp/ /Fax : (0274) 486889.
E-mail : adminfti@upnyk.ac.id, Laman : www.fti.upnyk.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor 125 /UN62.12/KM/2022

Dekan Fakultas Teknik Industri UPN "Veteran" Yogyakarta memberikan tugas kepada,

No	Nama	NPM	Prodi/Program	Dosen Pembimbing /NIDN
1.	Andi Kurniawan	021190085	Teknik Kimia/ Diploma Tiga	Susanti Rina Nugraheni, S.T., M.Eng. 0522098302
2.	Muhammad Ushama Fanani	021190075	Teknik Kimia/ Diploma Tiga	Dr. Eng. Y Deddy Hernawan, S.T., M.T. 0522107201

untuk melaksanakan Kerja Praktik pada,

Periode : 1 Juni 2022 s.d. 30 Juni 2022

Tempat : PT. Sinar Sakti Kimia

Jl. Raya Solo - Sukoharjo Km. 7,2 Telukan, Sukoharjo, Jawa Tengah.

Untuk ketertiban administrasi dan dokumen Fakultas Teknik Industri, maka yang bersangkutan wajib menyerahkan laporan kepada Dekan paling lambat satu minggu setelah pelaksanaan tugas.

Surat tugas ini dibuat untuk dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

12 Mei 2022

s.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik
Dr. Aprian Soepardi, S.T.P., M.T.
NIP3K 197311182021212005

Tembusan:

1. Dekan (sebagai laporan);
 2. Kajur Teknik Kimia;
 3. Dosen Pembimbing;
- FTI UPN "Veteran" Yogyakarta



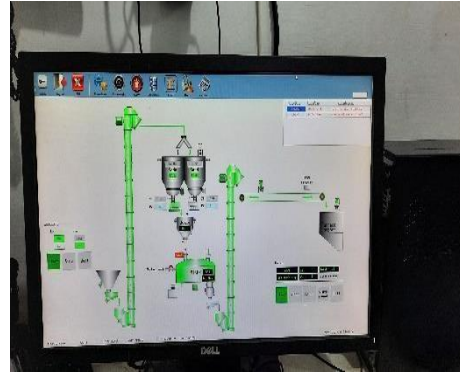
TUGAS AKHIR
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



Dokumentasi :



Gambar I. Ruang Kontrol



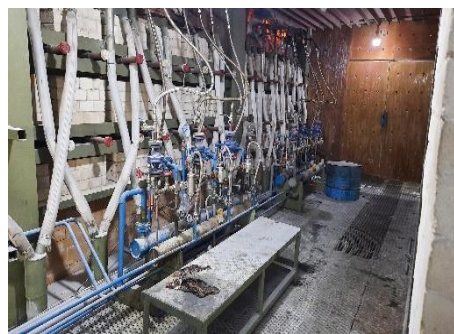
Gambar II. Ruang Kontrol



Gambar III. Furnace



Gambar IV. Regenerator



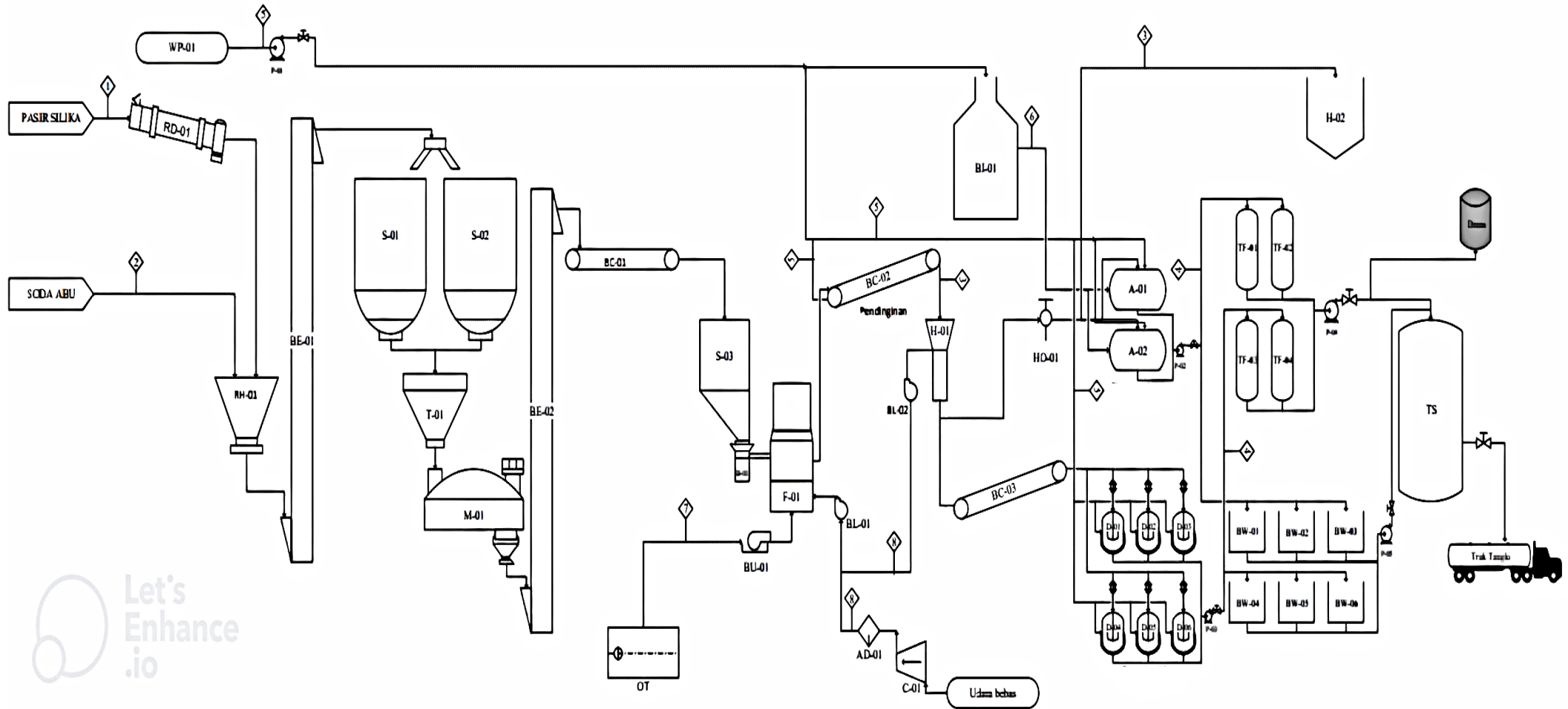
Gambar V. Burner



LAPORAN KERJA PRAKTIK
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PT. SINAR SAKTI KIMIA





LAPORAN KERJA PRAKTIK
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



KETERANGAN

A = Autoklaf	H = Hopper
AD = Air Drayer	HO = Hoists
B = Batch Charger	M = Mixer
BC = Belt Conveyor	OT = Oil Tank
BE = Bucket Elevator	P = Pompa
BI = Boiler	RD = Rotery Dryer
BL = Blower	RH = Receiver Hopper
BU = Burner	S = Silo
BW = Bak Waterglass	T = Timbangan
C = Compressor	TF = Tangki Filling
D = Dissolver	TS = Tangki Storage
F = Furnace	WP = Water Prosses

Nomer Arus	Keterangan
1	Pasir Silika
2	Soda Abu
3	Cullet
4	Waterglass
5	Air
6	Steam
7	BBM (Solar/MFO)
8	Udara Tekan



LAPORAN KERJA PRAKTIK
PT. SINAR SAKTI KIMIA
SUKOHARJO



TATA LETAK PERUSAHAAN

