

No : TA/TK/2022/

**PRA RANCANGAN PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE DARI SODIUM  
DICHROMATE KAPASITAS 1.150 TON/TAHUN**

**PRARANCANGAN PABRIK**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



**Diajukan Oleh:**

**Nama : Desvy Rahmadania**

**NIM : 18521058**

**Nama : Faishal Sulthan Widhartsani**

**NIM : 18521015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2022**

# **LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN HASIL**

## **PRA RANCANGAN PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE DARI SODIUM DICHROMATE KAPASITAS 1.150 TON/TAHUN**

**Kami yang bertanda tangan dibawah ini :**

**Nama : Desvy Rahmadania**

**Nama : Faishal Sulthan Widhartsani**

**NIM : 18521058**

**NIM : 18521015**

**Yogyakarta, 15 Juli 2022**

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana semestinya.

Tanda tangan

Tanda tangan



**Desvy Rahmadania**

**Faishal Sulthan Widhartsani**

**NIM. 18521058**

**NIM. 18521015**

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE DARI SODIUM  
DICHROMATE KAPASITAS 1.150 TON/TAHUN

## PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Desvy Rahmadania

Nama : Faishal Sulthan Widhartsani

NIM : 18521058

NIM : 18521015

Yogyakarta, 15 Juli 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Arif Hidayat., Dr., S.T., M.T

Venitalitya Alethea S.A., S.T., M.Eng

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE DARI SODIUM  
DICHROMATE KAPASITAS 1.150 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Desvy Rahmadania

Nama : Faishal Sulthan Widhartsani

NIM : 18521058

NIM : 18521015



Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 15 Agustus 2022

Tim

Ketua Penguji

Arif Hidayat., Dr., S.T., M.T

Penguji I

Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng

Penguji II

Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng

penguji

17/8/22

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan iman, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang Berjudul “Pra Rancangan Pabrik Chromium Trioxide Dari Sodium Dichromate Dengan Kapasitas 1.150 Ton/Tahun”

Adapun tujuan dari penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia. Tugas Akhir Perancangan Pabrik ini merupakan serangkaian tugas yang harus dilaksanakan oleh setiap mahasiswa sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini Penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT, atas rahmat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua serta keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan baik itu dalam bentuk finansial, motivasi serta dukungan dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

3. Bapak Dr. H. Suharno Rusdi, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Arif Hidayat., Dr., S.T., M.T selaku Dosen pembimbing I Tugas Akhir Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan, masukan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Venitalitya Alethea S.A., S.T., M.Eng selaku Dosen pembimbing II yang selalu sabar dalam membimbing dan memberi semangat dalam penyusunan dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Teman – teman sesama Program Studi Teknik Kimia UII 2018 yang telah memberikan dukungan spiritual maupun moril.
7. Dan seluruh pihak yang terkait yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu kami selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dari semua pihak yang ingin memberikan saran untuk mewujudkan perkembangan yang positif bagi kami. Demikian laporan Tugas Akhir ini disusun, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca. Akhir kata kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum Wr., Wb.*

Penyusun

## LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada :

*Assalamu'alaikum Wr., Wb*

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas Kekuatan yang diberikan-Nya, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua saya yang selalu mendo'akan serta memberikan dukungan serta motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar bisa membahagiakan suatu hari nanti, lembar persembahan ini tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan rasa terima kasih saya kepada ibu dan ayah.

Untuk Partner tugas akhir saya Faishal Sulthan Widhartsani, terima kasih sudah mau menjadi partner dalam mengerjakan tugas akhir ini. Semoga segala ilmu yang di dapatkan dari seluruh perjalanan selama mengerjakan tugas akhir ini dapat di

jadikan sebagai pembelajaran di kemudian hari dan semoga bermanfaat untuk kedepannya. Semoga segala hal yang di cita-citakan dapat di *ijabah* oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala, aamiin.*

Terima kasih kepada Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., MT selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Venitalitya Alethea S.A., S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahannya selama ini sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

Terima kasih juga untuk sahabat-sahabat saya yang selalu mendukung saya baik dukungan moril maupun materiil. Fitra, A2M (Tanjung, Wira, Babam, Rahmi), Selebew (Ifada, Naritha, Vanni, Dytasya, Widiya, Intan, Rara, Erika). Teman-teman seperjuangan saya di Teknik Kimia yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Atas segala kenangan yang telah saya dapatkan di bangku kuliah. Semoga kita semua sukses baik dunia maupun akhirat.

Serta semua pihak yang telah memberikan banyak bantuan dan arahan dalam penyusunan laporan tugas ahir ini dari awal hingga akhir.

Desvy Rahmadania  
Teknik Kimia UII 2018



## LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada :

*Alhamdulillahirobbil'alamin*

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan maksimal. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Berkat semua nikmat dan rahmat dalam bentuk apapun yang diberikan-Nya dan ridhonya, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Harsono dan Ibu Widi Hastuti yang telah berkorban untuk saya dalam bentuk moril dan materi serta senantiasa memberikan doa dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih juga untuk Om Heru dan Tante Uut sekeluarga yang sudah mengurus saya selama saya tinggal di Jogja, juga seluruh anggota keluarga yang saya sangat sayangi dan banggakan saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya atas semua dukungan dan semangatnya. Tentu lembar persembahan ini tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan rasa terimakasih saya kepada keluarga. Saya selalu meminta doa dan dukungan dengan

apapun yang akan saya jalani kedepannya, agar bisa membanggakan dan membahagiakan kalian seperti saya bangga dan bahagia dengan adanya kalian.

Untuk partner Tugas Akhir perancangan pabrik saya Desvy Rahmadania yang selama ini telah bersabar dengan saya yang terkadang mungkin terlalu keras saat berdiskusi atau menjawab dan bertanya, berjuang dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik yang tidak biasa ini saya ucapkan terimakasih. Untuk semua waktu, ilmu, semangat, dedikasi, kekompakan dan dukungan selama ini saya juga ucapkan terimakasih. Semoga apa yang menjadi mimpi-mimpi kita bisa terwujud dikemudian hari. Aamiin

Kepada Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing I yang selalu baik hati untuk meluangkan waktu hampir setiap hari untuk membimbing kami, dan Ibu Venitalitya Alethea S.A., S.T. , M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang selalu cepat merespon saat dibutuhkan. Atas bimbingan dan arahannya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya.

Terima kasih juga untuk semua teman-teman teknik kimia, terutama anak bimbingan Pak Arif yang telah berbagi waktu, pengalaman, ilmu, tawa, dan duka dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya. Semoga kita dipertemukan kembali diwaktu dan tempat yang tidak terduga-duga.

Dan tak lupa saya juga mengucapkan terimakasih kepada teman-teman terdekat saya dari seluruh penjuru Indonesia yang telah meluangkan waktu untuk sama-sama

berproses, bercanda, mensupport, membantu, serta menghibur dikala pengerjaan tugas akhir terasa sangat berat.

Dan Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Saya mengucapkan ribuan terimakasih.



Faishal Sulthan Widartsani  
Teknik Kimia UII 2018

## DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN HASIL .....                            | i     |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....                                | ii    |
| KATA PENGANTAR .....  | iv    |
| LEMBAR PERSEMBAHAN.....   | vi    |
| LEMBAR PERSEMBAHAN.....   | viii  |
| DAFTAR ISI .....  | xi    |
| DAFTAR TABEL .....  | xiv   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....  | xviii |
| DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN.....                              | xix   |
| ABSTRAK .....   | xxi   |
| BAB I.....  | 1     |
| PENDAHULUAN .....   | 1     |
| 1.1 Latar Belakang .....  | 1     |
| 1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik CrO <sub>3</sub> ..... | 2     |
| 1.2.1 <i>Supply</i> .....   | 2     |
| 1.2.2 Produksi Dalam Negeri.....                                  | 2     |
| 1.2.3 <i>Import</i> .....   | 3     |
| 1.3 Tinjauan Pustaka .....  | 5     |
| 1.3.1 <i>Chromium Trioxide</i> .....                              | 5     |
| 1.3.2 <i>Sodium Dichromate</i> .....                              | 6     |
| 1.3.3 Asam Sulfat.....  | 7     |
| 1.3.4 Macam Proses .....  | 8     |
| 1.4 Tinjauan Termodinamika Dan Kinetika.....                      | 12    |
| 1.4.1 Tinjauan Termodinamika.....                                 | 12    |
| 1.4.2 Tinjauan Kinetika .....                                     | 15    |
| BAB II.....   | 17    |
| PERANCANGAN PRODUK .....  | 17    |
| 2.1 Spesifikasi Produk.....                                       | 17    |
| 2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....                                   | 18    |
| 2.3 Pengendalian Kualitas .....                                   | 22    |
| 2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....                       | 22    |

|  |    |
|--|----|
| 2.3.2 Pengendalian Proses Produksi.....                          | 22 |
| 2.3.3 Pengendalian Waktu .....                                   | 24 |
| 2.3.4 Pengendalian Bahan Proses .....                            | 24 |
| BAB III.....   | 25 |
| PERANCANGAN PROSES .....   | 25 |
| 3.1 Diagram Alir Proses dan Material.....                        | 25 |
| 3.1.1 Diagram Kualitatif.....                                    | 25 |
| 3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif.....                              | 26 |
| 3.2 Uraian Proses .....  | 27 |
| 3.3 Spesifikasi Alat .....                                       | 29 |
| 3.3.1 Spesifikasi Reaktor .....                                  | 29 |
| 3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah .....                             | 30 |
| 3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpan Bahan .....                     | 37 |
| 3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan .....                  | 40 |
| 3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas .....                       | 44 |
| 3.4 Neraca Massa .....   | 47 |
| 3.4.1 Neraca Massa Total .....                                   | 47 |
| 3.4.2 Neraca Massa Alat.....                                     | 48 |
| 3.4.3 Neraca Panas .....   | 52 |
| BAB IV .....   | 56 |
| PERANCANGAN PABRIK .....   | 56 |
| 4.1 Lokasi Pabrik .....  | 56 |
| 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....                | 57 |
| 4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Pabrik .....                     | 59 |
| 4.2 Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ).....               | 60 |
| 4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses ( <i>Machines Layout</i> )..... | 65 |
| 4.4 Organisasi Perusahaan.....                                   | 67 |
| 4.4.1 Bentuk Perusahaan .....                                    | 67 |
| 4.4.2 Struktur Organisasi .....                                  | 68 |
| 4.4.3 Tugas dan Wewenang.....                                    | 71 |
| 4.4.4 Pembagian Jam Karyawan.....                                | 76 |
| 4.4.5 Status Karyawan.....                                       | 79 |
| 4.4.6 Sistem Gaji Karyawan .....                                 | 79 |
| 4.4.7 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....       | 80 |

|  |      |
|--|------|
| 4.4.8 Ketenagakerjaan .....                                      | 82   |
| BAB V.....   | 87   |
| UTILITAS .....   | 87   |
| 5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....                      | 90   |
| 5.1.1 Air Kebutuhan Umum .....                                   | 90   |
| 5.2 Unit Pembangkit <i>Steam (Steam Generation System)</i> ..... | 95   |
| 5.3 Unit Pembangkit Listrik ( <i>Power Plant System</i> ).....   | 95   |
| 5.4 Unit Penyedia Udara Tekan.....                               | 98   |
| 5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar.....                               | 98   |
| 5.6 Unit Pengolahan Limbah .....                                 | 98   |
| 5.7 Spesifikasi Alat Utilitas .....                              | 99   |
| 5.7.1 Perancangan Alat Pengolahan Air.....                       | 99   |
| 5.7.2 Pengolahan Air Sanitasi ( <i>Domestic Water</i> ) .....    | 103  |
| 5.7.3 Pengolahan Air Pendingin .....                             | 105  |
| 5.7.4 Pengolahan Air Proses.....                                 | 107  |
| BAB VI .....   | 118  |
| EVALUASI EKONOMI.....  | 118  |
| 6.1 Harga Alat.....  | 119  |
| 6.1.1 Dasar Perhitungan .....                                    | 122  |
| 6.2 Perkiraan Harga Alat .....                                   | 122  |
| 6.3 Perhitungan Biaya .....                                      | 126  |
| 6.3.1 <i>Capital Investment</i> .....                            | 126  |
| 6.3.2 <i>Manufacturing Cost</i> .....                            | 127  |
| 6.3.3 <i>General Expenses</i> .....                              | 129  |
| 6.3.4 Analisa kelayakan.....                                     | 130  |
| BAB VII.....   | 139  |
| PENUTUP.....   | 139  |
| 7.1 Kesimpulan.....  | 139  |
| 7.2 Saran.....   | 141  |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | xxvi |
| LAMPIRAN .....   | xxix |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 1.1 Kapasitas Produksi Chromium Trioxide Di Dunia .....               | 2  |
| Tabel 1.2 Data Impor <i>Chromium Trioxide</i> .....                         | 3  |
| Tabel 1.3 Komposisi Sodium Dikromat Dihidrat.....                           | 9  |
| Tabel 1.4 Perbandingan Proses Pembuatan Chromium Trioxide.....              | 11 |
| Tabel 1.5 Harga $\Delta H_f^\circ$ Masing – Masing Komponen .....           | 12 |
| Tabel 1.6 Harga $\Delta G_f^\circ$ Masing – Masing Komponen .....           | 13 |
| Tabel 2.1 Spesifikasi Produk.....   | 17 |
| Tabel 2.2 Spesifikasi Bahan Baku .....                                      | 18 |
| Tabel 2.3 Identifikasi Hazard pada Bahan Baku .....                         | 19 |
| Tabel 2.4 Identifikasi Hazard pada Produk.....                              | 20 |
| Tabel 2.5 Identifikasi Hazard pada Produk Samping .....                     | 21 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor.....  | 29 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi Mixer 01.....   | 30 |
| Tabel 3.3 Spesifikasi Mixer 02.....   | 31 |
| Tabel 3.4 Spesifikasi Filter.....   | 32 |
| Tabel 3.5 Spesifikasi Evaporator.....                                       | 33 |
| Tabel 3.6 Spesifikasi Crystallizer .....                                    | 34 |
| Tabel 3.7 Spesifikasi Centrifuge .....                                      | 34 |
| Tabel 3.8 Spesifikasi Rotary Dryer.....                                     | 35 |
| Tabel 3.9 Spesifikasi Ball Mill .....                                       | 36 |
| Tabel 3.10. Spesifikasi Vibrating Screen - 01.....                          | 37 |
| Tabel 3.11 Spesifikasi Hopper-01 .....                                      | 37 |
| Tabel 3.12 Spesifikasi Hopper-02 .....                                      | 38 |
| Tabel 3.13 Spesifikasi Tangki (Jumlah alat = 2).....                        | 38 |
| Tabel 3.14 Spesifikasi Silo (Jumlah alat = 3).....                          | 39 |
| Tabel 3.15 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat (Jumlah Alat = 6)..... | 40 |
| Tabel 3.16 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat .....                  | 41 |
| Tabel 3.17 Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 6) .....             | 42 |
| Tabel 3.18 Alat Transportasi Bahan Cair.....                                | 43 |
| Tabel 3.19 Spesifikasi Heater-01.....                                       | 44 |
| Tabel 3.20 Spesifikasi Heater - 02.....                                     | 45 |
| Tabel 3.21 Spesifikasi Cooler-01 .....                                      | 45 |
| Tabel 3.22 Spesifikasi Cooler-02 .....                                      | 46 |
| Tabel 3.23 Neraca Massa Total .....   | 47 |
| Tabel 3.24 Neraca Massa Mixer.....  | 48 |
| Tabel 3.25 Neraca Massa Reaktor .....                                       | 48 |
| Tabel 3.26 Neraca Massa Filter .....  | 49 |
| Tabel 3.27 Neraca Massa Evaporator .....                                    | 49 |
| Tabel 3.28 Neraca Massa Crystallizer .....                                  | 50 |
| Tabel 3.29 Neraca Massa Centrifuge.....                                     | 50 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 3.30 Neraca Massa Rotary Dryer.....                      | 51  |
| Tabel 3.31 Neraca Massa Ball Mill .....                        | 51  |
| Tabel 3.32 Neraca Massa Vibrating Screen .....                 | 52  |
| Tabel 3.33 Neraca Panas Heater.....                            | 52  |
| Tabel 3.34 Neraca Panas Heater.....                            | 52  |
| Tabel 3.35 Neraca Panas Reaktor.....                           | 53  |
| Tabel 3.36 Neraca Panas Cooler.....                            | 53  |
| Tabel 3.37 Neraca Panas Evaporator .....                       | 53  |
| Tabel 3.38 Neraca Panas Cooler.....                            | 54  |
| Tabel 3.39 Neraca Panas Crystallizer .....                     | 54  |
| Tabel 3.40 Neraca Panas Heater.....                            | 54  |
| Tabel 3.41 Neraca Panas Rotary Dryer.....                      | 55  |
| Tabel 3.42 Neraca Panas Cooling Screw Conveyor .....           | 55  |
| Tabel 4.1 Luas Tanah Bangunan Pabrik .....                     | 63  |
| Tabel 4.2.....(lanjutan) .....                                 | 64  |
| Tabel 4.3 Jadwal Pembagian Kelompok Shift .....                | 78  |
| Tabel 4.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji ..... | 80  |
| Tabel 5.1 Kebutuhan Air Domestik.....                          | 91  |
| Tabel 5.2 Kebutuhan Air Pendingin .....                        | 93  |
| Tabel 5.3 Kebutuhan Air Demin .....                            | 94  |
| Tabel 5.4 Total Kebutuhan Air.....                             | 94  |
| Tabel 5.5 Kebutuhan Steam .....                                | 95  |
| Tabel 5.6 Daya Alat Proses .....                               | 96  |
| Tabel 5.7 Daya Alat Utilitas.....                              | 97  |
| Tabel 5.8 Kebutuhan Listrik Pabrik.....                        | 97  |
| Tabel 5.9 Spesifikasi Screening.....                           | 99  |
| Tabel 5.10 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi .....  | 100 |
| Tabel 5.11 Spesifikasi Bak Flokulator/Bak Penggumpal .....     | 100 |
| Tabel 5.12 Spesifikasi Tangki Larutan Alum .....               | 101 |
| Tabel 5.13 Spesifikasi Bak Pengendapan I .....                 | 101 |
| Tabel 5.14 Spesifikasi Bak Pengendapan II.....                 | 102 |
| Tabel 5.15 Bak Saringan Pasir / Sand Filter .....              | 102 |
| Tabel 5.16 Bak Penampungan Sementara.....                      | 103 |
| Tabel 5.17 Spesifikasi Tangki Klorinasi .....                  | 103 |
| Tabel 5.18 Spesifikasi Tangki Kaporit .....                    | 104 |
| Tabel 5.19 Spesifikasi Tangki Air Bersih .....                 | 104 |
| Tabel 5.20 Spesifikasi Tangki Air Bertekanan.....              | 105 |
| Tabel 5.21 Spesifikasi Bak Air Pendingin .....                 | 105 |
| Tabel 5.22 Spesifikasi Cooling Tower.....                      | 106 |
| Tabel 5.23 Spesifikasi Blower Cooling Tower .....              | 106 |
| Tabel 5.24 Spesifikasi Mixed Bed.....                          | 107 |
| Tabel 5.25 Spesifikasi Tangki NaCl .....                       | 107 |
| Tabel 5.26 Spesifikasi Tangki NaOH .....                       | 108 |



|   |     |
|---|-----|
| Tabel 5.27 Spesifikasi Tangki Dearator.....                       | 108 |
| Tabel 5.28 Spesifikasi Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ..... | 109 |
| Tabel 5.29 Bak Air Pendingin.....                                 | 109 |
| Tabel 5.30 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler.....                   | 109 |
| Tabel 5.31.....(lanjutan).....                                    | 110 |
| Tabel 5.32 Spesifikasi Tangki Air Demin.....                      | 110 |
| Tabel 5.33 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21).....     | 111 |
| Tabel 5.34 Spesifikasi Pompa Utilitas.....                        | 112 |
| Tabel 5.35 Spesifikasi Pompa Utilitas.....                        | 113 |
| Tabel 5.36 Spesifikasi Pompa Utilitas.....                        | 114 |
| Tabel 5.37 Spesifikasi Pompa Utilitas.....                        | 115 |
| Tabel 5.38 Spesifikasi Pompa Utilitas.....                        | 116 |
| Tabel 5.39 Spesifikasi Pompa Utilitas.....                        | 117 |
| Tabel 6.1 Indeks harga pada tahun 1990 hingga 2019.....           | 119 |
| Tabel 6.3 Perkiraan Harga Alat Proses.....                        | 122 |
| Tabel 6.5 Perkiraan Harga Alat Utilitas.....                      | 124 |
| Tabel 6.6.....(lanjutan).....                                     | 125 |
| Tabel 6.7 Physical Plant Cost (PPC).....                          | 126 |
| Tabel 6.8 Direct Plant Cost (DPC).....                            | 126 |
| Tabel 6.9 Fixed Capital Investment (FCI).....                     | 127 |
| Tabel 6.10 Working Capital Investment (WCI).....                  | 127 |
| Tabel 6.11 Direct Manufacturing Cost (DMC).....                   | 128 |
| Tabel 6.12 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....                 | 128 |
| Tabel 6.13 Fixed Manufacturing Cost.....                          | 129 |
| Tabel 6.14 Total Manufacturing Cost.....                          | 129 |
| Tabel 6.15 General Expense.....                                   | 130 |
| Tabel 6.16 Total Production Cost.....                             | 130 |
| Tabel 6.17 Annual Fixed Cost (Fa).....                            | 133 |
| Tabel 6.18 Annual Regulated Cost (Ra).....                        | 134 |
| Tabel 6.19 Annual Variable Value (Va).....                        | 134 |
| Tabel 6.20 Annual Sales Value (Sa).....                           | 134 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |     |
|---|-----|
| Gambar 1.1 Grafik Regresi Linear .....                              | 3   |
| Gambar 3.2 Diagram Kualitatif .....                                 | 25  |
| Gambar 3.3 Diagram Alir Kuantitatif .....                           | 26  |
| Gambar 4.2 Lokasi Pendirian Pabrik Kabupaten Tangerang banten ..... | 56  |
| Gambar 4.3 Tata Letak Pabrik .....                                  | 64  |
| Gambar 4.4 Tata Letak Pabrik .....                                  | 67  |
| Gambar 5.1 Unit Utilitas .....                                      | 88  |
| Gambar 6.2 Grafik indeks harga alat .....                           | 121 |
| Gambar 6.3 Grafik Analisa Ekonomi .....                             | 138 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|            |  |
|------------|--|
| Lampiran-1 | Perancangan Reaktor                            |
| Lampiran-2 | <i>Process Engineering Flow Diagram (PEFD)</i> |
| Lampiran-3 | Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan Pabrik |



## DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

|        |  |
|--------|--|
| T      | : Temperatur, °C                                     |
| D      | : Diameter, m  |
| H      | : Tinggi, m  |
| P      | : Tekanan, psia                                      |
| $\mu$  | : Viskositas, cP                                     |
| $\rho$ | : Densitas, kg/m <sup>3</sup>                        |
| QS     | : Kebutuhan Steam, kg                                |
| Ms     | : Massa Steam, kg                                    |
| A      | : Luas bidang penampang, ft <sup>2</sup>             |
| Vt     | : Volume tangki, m <sup>3</sup>                      |
| Qf     | : Kecepatan/laju air volumetric, m <sup>3</sup> /jam |
| T      | : Waktu, jam   |
| m      | : Massa, kg  |
| FV     | : Laju alir, m <sup>3</sup> /jam                     |
| $\pi$  | : Jari – jari, in                                    |
| P      | : Power motor, Hp                                    |
| Sg     | : Specific gravity                                   |
| x      | : Konversi, %  |
| TC     | : Titik kritis, °C                                   |
| TB     | : Titik didh, °C                                     |
| HV     | : Panas penguapan, joule/mol                         |
| VS     | : Volume shell, m <sup>3</sup>                       |
| Vh     | : Volume head, m <sup>3</sup>                        |
| Vt     | : Volume total, m <sup>3</sup>                       |
| Dopt   | : Diameter optimal, m <sup>3</sup>                   |
| ID     | : Inside diameter, in                                |
| OD     | : Outside diameter, in                               |
| Re     | : Bilangan Reynold                                   |
| F      | : Normal heating value, Btu/lb                       |
| E      | : Efisiensi pengelasan                               |
| f      | : Allowable stress, psia                             |
| rc     | : Jari – jari dish, in                               |
| icr    | : Jari – jari sudut dalam, in                        |
| W      | : Tinggi pengaduk, m                                 |

|        |  |
|--------|--|
| B      | : Lebar baffle, m  |
| L      | : Lebar pengaduk, m  |
| N      | : Kecepatan putaran, rpm   |
| UD     | : Koefisien perpindahan panas menyeluruh setelah ada zat pengotor pada HE, Btu/jam ft <sup>2</sup> F |
| UC     | : Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada awal HE dipakai, Btu/jam ft <sup>2</sup> F             |
| Rd     | : Faktor pengotor  |
| $\eta$ | : Efisiensi  |
| Wf     | : Total head, in   |
| P      | : Panjang, m   |
| l      | : Lebar, m   |
| ts     | : Tebal shell, in  |
| th     | : Tebal head, in   |
| k      | : Konduktivitas termal, Btu/jam ft <sup>2</sup> F  |
| c      | : Panas spesifik, Btu/jam ft <sup>2</sup> F  |
| jH     | : Heat transfer factor   |
| hi     | : Inside film coefficient, Btu/jam ft <sup>2</sup> F   |
| ho     | : Outside film coefficient, Btu/jam ft <sup>2</sup> F  |
| LMTD   | : Long mean temperatur different, °F   |
| K      | : Konstanta kinetika reaksi, /menit  |
| Nt     | : Jumlah tube  |
| BS     | : Baffle spacing, in   |
| PT     | : Tube pitch, in   |

## ABSTRAK

*Chromium Trioxide* merupakan bahan kimia dasar yang banyak dipakai dalam industri pengolahan logam, seperti : pelapisan logam, *elektroplating* logam, dan sebagainya. Kegunaan lain pada industri kimia proses seperti pada industri keramik, industri kaca, *spektrophotscopy*, serta industri instrumentasi di Indonesia. Pabrik *chromium trioxide* ini dirancang dengan kapasitas 1.150 ton/tahun dengan waktu operasi 330 hari/tahun selama 24 jam/hari. Bahan baku yang digunakan adalah *sodium dichromate* dan asam sulfat yang diperoleh dari PT Insoclay Acidatama Indonesia. Pabrik *chromium trioxide* direncanakan didirikan di daerah Tangerang, Banten. Proses produksi dilakukan dengan mengencerkan *sodium dichromate* kemudian direaksikan dengan asam sulfat membentuk *chromium trioxide*. Larutan *chromium trioxide* kemudian difiltrasi untuk memisahkan sodium sulfat. Setelah filtrasi, larutan *chromium trioxide* kemudian dipekatkan sampai 60 %, dikristalisasi, dan dikeringkan pada *dryer*. Kristal hasil dari proses pengeringan dimasukkan ke dalam *cooling conveyor* untuk didinginkan hingga suhu 30%. Kristal yang sudah keing digrinding dengan menggunakan *ball mill* dan siap untuk dikemas. Dalam menunjang proses produksi dibutuhkan air untuk proses sebesar 1006,1531 ton/tahun dan 48,0624 Kw listrik yang disediakan oleh PLN, serta generator sebagai cadangan listrik. Sebuah parameter kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi dengan modal total investasi yang terdiri dari penanaman modal tetap sebesar Rp. 197.688.057.601 dan modal kerja Rp. 54.670.807.147 dan penjualan tahunan Rp. 170.200.000.000. Sehingga didapat keuntungan sebelum pajak Rp. 34.453.166.976 dan keuntungan setelah pajak Rp. 22.394.558.534 Analisa kelayakan dilihat dari nilai *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 17,43 %, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 3.65 tahun, *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) 15,45 %, *Break Event Point* (BEP) 50% dan *Shut Down Point* (SDP) 22%. Dari parameter kelayakan di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Asam Sulfat, *Chromium Trioxide*, *Sodium Dichromate*,

## ABSTRACT

Chromium Trioxide is a basic chemical that is widely used in the metal processing industry, such as: metal plating, metal electroplating, and so on. Other uses in the process chemical industry such as in the ceramic industry, glass industry, spectrophotometry, and instrumentation industry in Indonesia. This chromium trioxide plant is designed with a capacity of 1,150 tons/year with an operating time of 330 days/year for 24 hours/day. The raw materials used are sodium dichromate and sulfuric acid obtained from PT Insoclay Acidatama Indonesia. The chromium trioxide plant is planned to be established in Tangerang, Banten. The production process is carried out by diluting sodium dichromate and then reacted with sulfuric acid to form chromium trioxide. The chromium trioxide solution is then filtered to separate sodium sulfate. After filtration, the chromium trioxide solution is then concentrated to 60%, crystallized, and dried in a dryer. The crystals from the drying process are put into the cooling conveyor to cool to a temperature of 30%. The crystals that have been keing are ground using a ball mill and ready for packaging. In supporting the production process, water is needed for the process of 1006,1531 tons/year and 48.0624 Kw of electricity provided by PLN, as well as generators as electricity reserves. A feasibility parameter of establishing a factory using economic analysis with total investment capital consisting of fixed capital investment of Rp. 197.688.057.601 and working capital of Rp. 54.670.807.147 and annual sales of Rp. 170,200,000,000. So that the profit before tax is Rp. 34.453.166.976 and the profit after tax is Rp. 22.394.558.534 Feasibility analysis is seen from the pre-tax Return On Investment (ROI) value of 17,43 %, Pay Out Time (POT) before tax 3.65 years, Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) 15,45 %, Break Event Point (BEP) 50% and Shut Down Point (SDP) 22%. From the above feasibility parameters, it can be concluded that this plant is feasible to establish.

Keywords: Chromium Trioxide, Sodium Dichromate, Sulfuric Acid

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Chromium trioxide* pada dasarnya adalah senyawa yang terbentuk dari asidifikasi (penambahan asam) pada suatu senyawa yang mengandung ion kromat maupun ion dikromat atau dengan melarutkan senyawa kromat maupun dikromat ke dalam larutan asam sulfat. *Chromium trioxide* dapat dibedakan menjadi dua produk yaitu *chromium trioxide* ( $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ) dan *chromium trioxide* anhidrat ( $\text{CrO}_3$ ). *Chromium trioxide* anhidrat merupakan senyawa komersial dan mempunyai kegunaan yang luas pada industri kimia, sehingga nama komersial *chromium trioxide* biasa digunakan sebagai sistem penamaan senyawa *chromium trioxide* anhidrat ( $\text{CrO}_3$ ). Perencanaan pabrik *chromium trioxide* ini memiliki tujuan utama yaitu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang cenderung meningkat setiap tahunnya, akan tetapi belum ada pabrik dalam negeri yang memproduksi *chromium trioxide* ini. Disamping itu, mengingat produk *chromium trioxide* ini juga merupakan produk yang berorientasi pasar di luar negeri, maka perencanaan pabrik *chromium trioxide* ini juga dipakai sebagai produk komoditi ekspor sehingga mampu meningkatkan devisa negara. Industri *chromium trioxide* di Indonesia selalu berkembang dengan stabil, hal ini dapat dilihat dengan peningkatan kebutuhan *chromium trioxide* setiap tahunnya dan juga berkembangnya industri proses yang menggunakan *chromium trioxide* seperti industri pengolahan logam serta industri keramik di Indonesia. Pendirian pabrik *chromium trioxide* di



Indonesia mempunyai peluang investasi yang menjanjikan dan mempunyai profitabilitas yang tinggi.

## 1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik CrO<sub>3</sub>

### 1.2.1 Supply

*Supply* terdiri dari produksi dalam negeri dan import.

Tabel 1.1 Kapasitas Produksi Chromium Trioxide Di Dunia

| NO. | Pabrik                                   | Negara   | Kapasitas (ton/tahun) |
|-----|--|----------|-----------------------|
| 1.  | Huangshi Yucheng Trade Co., Ltd.         | China    | 12.000                |
| 2.  | Changzhou Shanglian Chemical Co., Ltd.   | China    | 108.000               |
| 3.  | Taian Health Chemical Co., Ltd           | China    | 9.600                 |
| 4.  | SIMAN LTD                                | Bulgaria | 600                   |
| 5.  | Zouping Changshan Town Zefeng Fertilizer | China    | 120.000               |
| 6.  | Gansu Jinshi Chemical Co., Ltd.          | China    | 24.000                |
| 7.  | Foshan City Qiruide Additives Co., Ltd.  | China    | 12.000                |
| 8.  | Jungar Banner Xinrong Chemical Co., Ltd. | China    | 36.000                |

### 1.2.2 Produksi Dalam Negeri

Sampai saat ini untuk produksi didalam negeri belum ada pabrik *Chromium Trioxide* (CrO<sub>3</sub>) yang berdiri.

### 1.2.3 Import

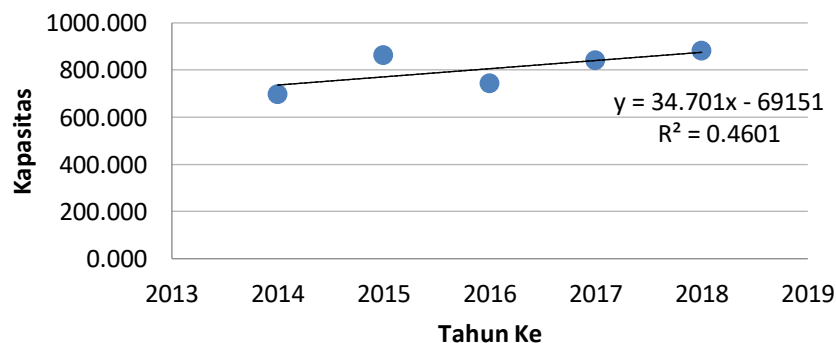
Berdasarkan data riil produksi *Chromium trioxide* di Indonesia yang belum ada, mengakibatkan kebutuhan dalam negeri dipenuhi dengan mengimpor dari luar negeri. Perkembangan data impor dari tahun 2014 - 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Data Impor *Chromium Trioxide*

| No | Tahun | Impor (ton/thn) |
|----|-------|-----------------|
| 1  | 2014  | 697,319         |
| 2  | 2015  | 864,418         |
| 3  | 2016  | 743,784         |
| 4  | 2017  | 842,572         |
| 5  | 2018  | 881,746         |

Sumber : Badan Pusat Statistik, tahun 2021

Dalam rancangan ini pabrik akan didirikan pada tahun 2027. Selanjutnya data riil tersebut (Tabel 1.2) tersebut diproyeksikan melalui metode Regresi Linear, yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Regresi Linear

Grafik diatas dibuat menggunakan program *trendline* pada excel untuk mendapat persamaannya. Rumus Kapasitas = *Demand - Supply* = (Konsumsi + Ekspor) - (Produksi + Impor), karena belum terdapat pabrik *Chromium Trioxide* di Indonesia, berarti tidak ada ekspor keluar negeri dan konsumsi merupakan jumlah yang di impor, sehingga rumus kapasitas menjadi Kapasitas = Import (dengan anggapan tidak ada pabrik *chromium trioxide* yang berdiri di Indonesia hingga 2027). Pada persamaan yang didapat dari regresi linear diatas, tahun yang akan diprediksi jumlah konsumsinya dilambangkan dengan X dan jumlah konsumsi dengan Y.

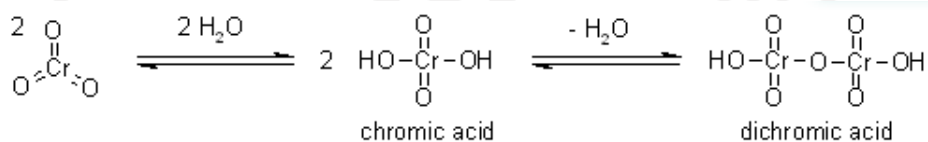
Persamaan yang didapatkan adalah:  $y = 34,701x - 69151$  Dengan menggunakan persamaan tersebut, dapat diperkirakan kapasitas produksi berdasarkan nilai impor *chromium trioxide* pada tahun 2027 =  $34,701(2027) - 69151 = 1187,927$  ton/tahun. Pabrik yang sudah berdiri memproduksi *chromium trioxide* memiliki kapasitas terkecil 600 ton/tahun yaitu SIMAN LTD di Bulgaria, sedangkan pabrik dengan kapasitas terbesar adalah Zouping Changshan Town Zefeng Fertilizer di China dengan kapasitas sebesar 120.000 ton/tahun. Pabrik *chromium trioxide* yang pasti menguntungkan berada pada range kapasitas 600-120.000 ton/tahun, maka dipilih kapasitas produksi pabrik *chromium trioxide* yang akan didirikan adalah 1.150 ton/tahun dengan pertimbangan konsumsi *chromium trioxide* di Indonesia pada tahun 2027 diperkirakan sebesar 1.187,927 ton/tahun dan hingga tahun 2027 tidak ada pabrik *chromium trioxide* lain yang didirikan di Indonesia.

### 1.3 Tinjauan Pustaka

#### 1.3.1 *Chromium Trioxide*

Asam kromat terbentuk ketika *Chromium trioxide* bereaksi dengan air. *Chromium trioxide* adalah kristal, merah muda atau coklat dalam warna dan tidak larut dalam air. Asam kromat adalah asam yang sangat lemah dan garamnya dapat dipisahkan bahkan oleh asam asetat. Memiliki pengoksidasi kuat dan dikurangi menjadi  $\text{CrO}_3$ . Oleh karena itu, tidak boleh digunakan dalam kombinasi dengan alkohol atau formalin. Namun, dalam sejumlah cairan fiksasi, asam kromat digunakan bersama dengan formalin.

*Chromium trioxide* adalah zat pengoksidasi kuat yang tidak larut dalam sebagian besar pelarut organik dan cenderung meledak dengan adanya senyawa dan pelarut organik. Dalam air, membentuk asam kromat dan anhidrida, seperti natrium dikromat ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) dan pyridium dikromat



*Chromium trioxide* larut dalam *tert*-butil alkohol, piridin dan anhidrida asetat, meskipun harus berhati-hati untuk mengikuti prosedur yang diberikan, karena larutan ini cenderung meledak. Suatu larutan *chromium trioxide* dalam asam sulfat encer dapat dengan aman dicampur dengan aseton. Jika campuran ini ditambahkan perlahan ke alkohol dalam aseton, produk oksidasi seperti senyawa karbonil dan asam karboksilat dapat diisolasi dengan hasil yang baik. (Tojo, 2006). Kegunaan terbesar dari *chromium trioxide* adalah pada bidang industri pengolahan

logam, seperti : pelapisan logam, *elektroplating* logam, dan sebagainya. Kegunaan lain pada industri kimia proses seperti : industri keramik, industri kaca, *spectrophotometry*, serta industri instrumentasi di Indonesia.

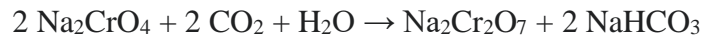
### 1.3.2 Sodium Dichromate

*Sodium dichromate* atau Natrium dikromat adalah senyawa anorganik dengan rumus  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Biasanya tersaji dalam bentuk garam dihidratnya  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Sebenarnya, semua bijih kromium diproses melalui konversi ke natrium dikromat dan seluruh senyawa dan bahan berbasis kromium dibuat dari garam ini (Gerd, 2005). Dalam hal reaktivitas dan penampakkannya, natrium dikromat dan kalium dikromat sangatlah mirip, berwarna merah cerah dan tidak berbau. Tetapi, garam natriumnya dua puluh kali lebih mudah larut daripada garam kaliumnya (49 g/L at 0 °C) dan berat ekivalennya juga lebih rendah. (Freeman, 2004).

Natrium dikromat dibuat dalam skala besar dari bijih yang mengandung kromium (III) oksida. Bijih dilebur dengan basa, biasanya dengan natrium karbonat pada temperatur sekitar 1000 °C dengan adanya udara (sumber oksigen):



Tahap ini melarutkan kromium dan membuatnya dapat diekstraksi ke dalam air panas. Pada tahapan ini, komponen bijih lainnya seperti senyawa aluminium dan besi sukar larut. Asidifikasi ekstrak airnya dengan asam sulfat dan karbon dioksida menghasilkan dikromat:



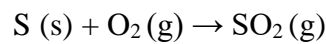
Dikromat kemudian diisolasi sebagai dihidratnya dengan cara kristalisasi. Dengan cara ini, jutaan kilogram natrium dikromat diproduksi setiap tahunnya.

### 1.3.3 Asam Sulfat

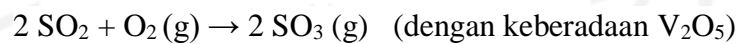
Asam sulfat, merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia. Produksi dunia asam sulfat mencapai ratusan juta ton per tahun. Kegunaan utamanya termasuk pemrosesan bijih mineral, sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan pengilangan minyak. Asam sulfat merupakan komoditas kimia yang sangat penting, dan sebenarnya pula, produksi asam sulfat suatu negara merupakan indikator yang baik terhadap kekuatan industri negara tersebut (Chenier, 1987).

Meskipun asam sulfat yang mendekati 100% dapat dibuat, ia akan melepaskan  $\text{SO}_3$  pada titik didihnya dan menghasilkan asam 98,3%. Asam sulfat 98% lebih stabil untuk disimpan, dan merupakan bentuk asam sulfat yang paling umum. Asam sulfat 98% umumnya disebut sebagai asam sulfat pekat (Lide, D.R., 2007). Terdapat berbagai macam konsentrasi asam sulfat yang digunakan sesuai dengan kebutuhan, semakin tinggi konsentrasi asam sulfat harganya akan semakin mahal. Mutu murni asam sulfat digunakan untuk membuat obat-obatan dan zat warna.

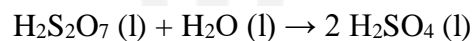
Asam sulfat diproduksi dari belerang, oksigen, dan air melalui proses kontak. Pada langkah pertama, belerang dipanaskan untuk mendapatkan sulfur dioksida:



Sulfur dioksida kemudian dioksidasi menggunakan oksigen dengan keberadaan katalis vanadium(V) oksida:



Sulfur trioksida diserap ke dalam 97 - 98%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  menjadi oleum ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ), juga dikenal sebagai asam sulfat berasap. Oleum kemudian diencerkan ke dalam air menjadi asam sulfat pekat (Edward, 1950).



#### 1.3.4 Macam Proses

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi pembuatan *chromium trioxide*, dapat disederhanakan menjadi 2 proses utama berdasarkan bahan baku yang digunakan, yaitu menggunakan *sodium dichromate dihydrate* atau dengan *sodium dichromate anhydrate* dengan perbandingan parameter sebagai berikut:

#### 1.3.4.1 Pembuatan *Chromium Trioxide* Dari *Sodium Dichromate Dihydrate*

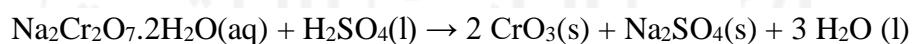
Pada proses pembuatan *chromium trioxide* dari *sodium dichromate dihydrate*, pertama-tama *sodium dichromate dihydrate* dilarutkan dalam air dengan perbandingan 3 : 1 pada suhu kamar. Kemudian larutan asam sulfat (93%) ditambahkan kedalam larutan disertai pendinginan dan pengadukan. Perbandingan antara asam sulfat dengan *sodium dichromate* adalah 1 : 2, dimana *dichromate* kemudian terkonversi menjadi *chromium trioxide* dan *sodium sulfate*.

Komposisi Sodium Dikromat Dihidrat :

Tabel 1.3 Komposisi Sodium Dikromat Dihidrat

| Komponen  | % Berat     |
|---|-------------|
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·2H <sub>2</sub> O | 98,00%      |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                   | 0,40%       |
| NaCl  | 0,20%       |
| H <sub>2</sub> O  | 1,40%       |
| <b>Total</b>  | <b>100%</b> |

Reaksi yang terjadi : (Keyes, 1957)



Produk reaksi kemudian difiltrasi pada filter untuk memisahkan *sodium sulfate* dari larutan. Larutan kemudian diumpankan ke evaporator untuk proses pemekatan larutan *chromium trioxide* sampai menjadi larutan *chromium trioxide* jenuh. Pada saat penguapan akan terbentuk kristal *sodium sulfate* yang kemudian dipisahkan dari larutan *chromium trioxide* jenuh. Larutan *chromium trioxide* jenuh kemudian



dikristalisasi pada *crystallizer*, kristal kemudian dipisahkan pada *centrifuge*, dimana *mother liquor* di *recycle* menuju ke *evaporator*. Kristal *chromium trioxide* kemudian dikeringkan dibawah suhu 100°C.

#### 1.3.4.2 Pembuatan *Chromium Trioxide* Dari *Sodium Dichromate Anhydrate*

Pada proses pembuatan *chromium trioxide* dari *sodium dichromate anhydrate*, pertama-tama *sodium dichromate anhydrate* dilarutkan dalam air sehingga membentuk larutan *sodium dichromate anhydrate* 88%. Asam sulfat yang digunakan adalah asam sulfat dengan kadar 100%. Larutan kemudian ditambahkan larutan asam sulfat 100% dalam reaktor sehingga terbentuk *chromium trioxide* dan sodium asam sulfat.

Reaksi yang terjadi : (Keyes, 1957)



Kondisi reaktor dijaga dengan suhu operasi di atas 197 °C, dimana produk reaksi akan mencair dan terbentuk 2 lapisan larutan. Larutan produk kemudian dipisahkan pada *filter*, dimana filtrat berupa sodium asam sulfat diolah dengan kristalisasi, filtrasi menjadi produk samping, sedangkan *chromium trioxide solid* dilelehkan dalam *melter* untuk kemudian diumpankan pada *flaker* untuk menghasilkan produk *chromium trioxide* dalam bentuk *flake* (serpihan).

Tabel 1.4 Perbandingan Proses Pembuatan *Chromium Trioxide*

| Parameter      | Macam Proses   |   |
|----------------|--|---|
|                | <i>Sodium dichromate Dihydrate</i>   | <i>sodium dichromate Anhydrate</i>                              |
| Bahan Baku     | $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   | $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$                              |
| Bahan pembantu | $\text{H}_2\text{SO}_4$ (93%)  | $\text{H}_2\text{SO}_4$ (100%)                                  |
| Suhu Reaksi    | Dibawah $84,6^\circ\text{C}$ (dibawah titik dekomposisi $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) | Diatas $197^\circ\text{C}$ (diatas titik leleh $\text{CrO}_3$ ) |
| Produk samping | $\text{Na}_2\text{SO}_4$   | $\text{NaHSO}_4$  |
| Instalasi      | Sederhana  | Kompleks  |

Dari tinjauan proses diatas maka bisa ditarik kesimpulan bahwa proses yang dipilih adalah pembuatan *chromium trioxide* dari *sodium dichromate dihydrate* dengan faktor pertimbangan :

1. Bahan baku mudah didapat dan ekonomis (kadar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  lebih rendah)
2. Kebutuhan utilitas lebih ekonomis (suhu operasi lebih rendah)
3. Produk samping lebih komersial ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )
4. Peralatan samping lebih komersial (instalasi sederhana)
5. Investasi ekonomis (peralatan sederhana)

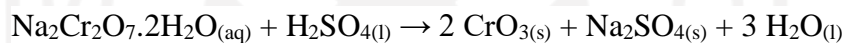
## 1.4 Tinjauan Termodinamika Dan Kinetika

### 1.4.1 Tinjauan Termodinamika

#### 1.4.1.1 Pembuatan *Chromium Trioxide* Dari *Sodium Dichromate Dihydrate*

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan reaksi berlangsung secara spontan atau tidak, serta arah reaksi (*reversible/irreversible*). Penentuan sifat reaksi eksotermis atau endotermis dapat ditentukan dengan perhitungan panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) pada  $P = 1 \text{ atm}$  dan  $T = 298 \text{ K}$ .

Reaksi :



Ditinjau dari segi termodinamika dengan harga-harga  $\Delta H_f^\circ$  masing-masing komponen pada suhu  $25^\circ \text{C}$  ( $298 \text{ K}$ ) dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1.5 Harga  $\Delta H_f^\circ$  Masing – Masing Komponen

| Komponen  | $\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol) |
|---|-----------------------------|
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                    | -813.989                    |
| CrO <sub>3</sub>  | -589.5                      |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                   | -1387.08                    |
| H <sub>2</sub> O  | -285.83                     |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·2H <sub>2</sub> O | -2574.8                     |

(Yaws, Carl L., 1999)

$$\Delta H_f^\circ = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$= (\Delta H_f^\circ 2 \text{ CrO}_3 + \Delta H_f^\circ \text{ Na}_2\text{SO}_4 + \Delta H_f^\circ 3 \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^\circ \text{ Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{SO}_4)$$

$$\begin{aligned}
&= (2(-589.5) + (-1387.08) + 3(-285.83)) - (-2574.8 + (-813.989)) \\
&= (-3423,57) - (-3388,789) \\
&= - 34,781 \text{ kJ/mol}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa pembentukan *chromium trioxide* dari *sodium dichromate dihydrate* adalah reaksi eksotermis atau melepas panas karena bernilai (-). Perhitungan energi bebas *gibbs* ( $\Delta G_f^\circ$ ) digunakan untuk menebak arah reaksi kimia cenderung spontan atau tidak. Jika  $\Delta G_f^\circ$  bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar yang cukup besar. Sedangkan  $\Delta G_f^\circ$  bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya sedikit membutuhkan energi. Untuk mengetahui reaksi bersifat *reversible* atau *irreversible* dapat ditentukan dengan menghitung energi bebas *gibbs* ( $\Delta G_f^\circ$ ) reaksi pada suhu 298,15 K :  $\Delta G_f^\circ$  masing-masing komponen pada 298,15 K adalah :

Tabel 1.6 Harga  $\Delta G_f^\circ$  Masing – Masing Komponen

| Komponen  | $\Delta G_f^\circ$ (kJ/mol) |
|---|-----------------------------|
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                    | -690.06712                  |
| CrO <sub>3</sub>  | -273.46624                  |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                   | -1270.16                    |
| H <sub>2</sub> O  | -237.129                    |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .2H <sub>2</sub> O | -2293.2                     |

(Yaws, Carl L., 1999)

$$\begin{aligned}
\Delta G_f^\circ &= \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Delta G_f^\circ \text{ reaktan} \\
&= (\Delta G_f^\circ 2 \text{ CrO}_3 + \Delta G_f^\circ \text{ Na}_2\text{SO}_4 + \Delta G_f^\circ 3 \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta G_f^\circ \text{ Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \Delta G_f^\circ \text{ H}_2\text{SO}_4) \\
&= (2(-273.46624) + (-1270.16) + (3(-237.129))) - (-2293.2 + (-690.06712)) \\
&= (-2528,47948) - (-2983,26712) \\
&= +454,78764 \text{ kJ/mol}
\end{aligned}$$

Penentuan arah dari reaksi pembentukan *chromium trioxide* dari *sodium dichromate dihydrate* menggunakan  $\Delta G_f^\circ$  pada suhu 298,15 K bernilai positif (+) yang berarti bahwa reaksi bersifat tidak spontan.

Menghitung konstanta kesetimbangan (K) standar pada 298,15 K :

$$\begin{aligned}
\Delta G_f^\circ &= -R.T. \ln K \\
454.78764 \text{ kJ/mol} &= - (8,314 \times 10^{-3}) \text{ kJ/mol K} \times 298 \text{ K} \times \ln K_{(298)} \\
K_{(298)} &= \exp (454.78764) - (8,314 \times 10^{-3} \times 298)) \\
&= 3,2806
\end{aligned}$$

Untuk mengetahui apakah reaksi pada  $T_{\text{operasi}} = 75 \text{ }^\circ\text{C} = 248,15 \text{ K}$  berjalan secara *reversible* atau *irreversible*, dapat dihitung menggunakan persamaan Van't Hoff :

$$\begin{aligned}
\ln \frac{K_{\text{operasi}}}{K_{298,15}} &= \frac{\Delta H}{R} \times \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \\
\ln \frac{K_{\text{operasi}}}{3,2806} &= \frac{(-34,781)}{8,314} \times \left( \frac{1}{248,15} - \frac{1}{298,15} \right) \\
\ln \frac{K_{\text{operasi}}}{3,2806} &= 0,00283
\end{aligned}$$

$$\ln \frac{K_{operasi}}{3,2806} = 0,00283$$

$$\frac{K_{operasi}}{3,2806} = 1,002834$$

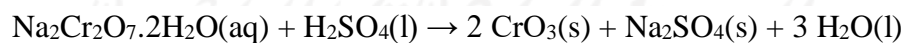
$$K_{operasi} = 3,2898$$

Karena konstanta kesetimbangan (K) > 1, hal ini reaksi berjalan *irreversible* (searah).

#### 1.4.2 Tinjauan Kinetika

Proses pembuatan *chromium trioxide* merupakan reaksi eksotermis. Menurut percobaan yang dilakukan oleh (Gerhard, 1959) pada suhu 75 °C dengan 1200 gram *sodium dichromate* tersuspensi dalam 220 cc air. 490 cc asam sulfat 96% di tambahkan sehinggabereaksi secara berlahan dengan suspensi *sodium dichromate*. Untuk menyempurnakan pencampuran, dilakukan pengadukan selama 10 menit dan menghasilkan 919 gram *chromium trioxide*. Reaksi yang terjadi :

Reaksi :



Dengan stoikiometri didapat konversi reaksi diatas sebesar 72,365% dan nilai  $C_{A0}$  sebesar 23,34 Kmol/m<sup>3</sup> dan nilai  $C_{B0}$  sebesar 18,67 Kmol/m<sup>3</sup>.

Reaksi diatas merupakan reaksi orde 2 dengan persamaan kecepatan reaksi :

$$-r_A = kC_A \cdot C_B$$

Untuk RATB kolerasi X

$$t = \frac{x}{k \cdot (C_{A0} \cdot (1 - x)) \cdot (C_{B0} - C_{A0} \cdot x)}$$

$$k = \frac{x}{t \cdot (C_{A0} \cdot (1 - x)) \cdot (C_{B0} - C_{A0} \cdot x)}$$

Dengan :

t = Waktu reaksi (jam)

k = Konstanta kecepatan reaksi (kmol/m<sup>3</sup>.jam)

C<sub>A0</sub> = Konsentrasi awal reaktan Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> . 2H<sub>2</sub>O (kmol/m<sup>3</sup>)

C<sub>B0</sub> = Konsentrasi awal reaktan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (kmol/m<sup>3</sup>)

X = Konversi larutan

Dengan waktu tinggal selama 0,1667 jam didapat nilai k = 0,3774 kmol/m<sup>3</sup>.jam

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan *chromium trioxide* dirancang berdasarkan variabel utama yaitu : spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Produk

Tabel 2.1 Spesifikasi Produk

| Spesifikasi                         | Produk                                     |  |
|-------------------------------------|--|--|
|                                     | <i>Chromium Trioxide</i><br>(Produk Utama) | <i>Sodium Sulfate</i> (Produk Samping) |
| Wujud                               | Padat ( <i>flake</i> )                     | Padat (kristal)                        |
| Rumus Molekul                       | CrO <sub>3</sub>                           | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>        |
| Berat Molekul, g/mol                | 99,99 g/mol                                | 142 g/mol                              |
| Titik Didih, °C                     | 250°C (terdekomposisi)                     | 1.429°C                                |
| Densitas, g/cm <sup>3</sup>         | 2,7  | 2.671                                  |
| Titik Leleh, °C                     | 197 °C                                     | 884°C                                  |
| <i>Spesific Gravity</i> , pada 25°C |  | 1,22                                   |
| Kelarutan, g/100mL pada 25°C        | 169  | 28.1                                   |
| Temperatur Kritis, °C               |  | 376,25                                 |
| Tekanan Kritis, atm                 |  |  |
| Kemurnian                           | 97%  | 73%                                    |

Sumber: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov



## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

| Spesifikasi                         | Bahan                         |                                |                      |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|
|                                     | <i>Sodium Dichromate</i>      | Asam Sulfat                    | Air                  |
| Wujud                               | Padat                         | Cairan kental                  | Cair                 |
| Rumus Molekul                       | $\text{Na}_2\text{CrO}_7$     | $\text{H}_2\text{SO}_4$        | $\text{H}_2\text{O}$ |
| Berat Molekul, g/mol                | 261,96 g/mol                  | 98,08 g/mol                    | 18 g/mol             |
| Titik Didih, °C                     | 400°C<br>( <i>anhydrous</i> ) | 337 °C                         | 100°C                |
| Densitas, g/cm <sup>3</sup>         | 2.52                          | 1.841                          | 0.99823              |
| Titik Leleh, °C                     | 357°C<br>( <i>anhydrous</i> ) | 10.31 °C                       | 0°C                  |
| <i>Specific Gravity</i> , pada 25°C | 2,35                          | 1,83                           | 0,997044             |
| Kelarutan, g/100mL pada 25°C        | 73                            | <i>Miscible</i><br>(bercampur) |                      |
| Temperatur Kritis, °C               |                               | 652                            | 374                  |
| Tekanan Kritis, atm                 |                               | 68                             | 218                  |
| Kemurnian                           | 97%                           | 93%                            |                      |

Sumber: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov

Tabel 2.3 Identifikasi Hazard pada Bahan Baku

| Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan Kimia dalam Proses |                  |                  |              |                  |                 |                  |                    |   |   |
|---|------------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------|---|---|
| Komponen  | <i>Hazard</i>    |                  |              |                  |                 |                  |                    | Keterangan  | Pengelolaan   |
|   | <i>Explosive</i> | <i>Flammable</i> | <i>Toxic</i> | <i>Corrosive</i> | <i>Irritant</i> | <i>Oxidizing</i> | <i>Radioactive</i> |   |   |
| <i>Sodium Dichromate</i>                            | -                | -                | √            | √                | √               | √                | √                  | Mengiritasi hidung, tenggorokan, dan kulit. Dapat meledak jika berkontak dengan asam anhidrat. Larutan dalam air sangat bersifat toksik bagi organisme akuatik. | Disimpan pada tangki penyimpanan dalam keadaan sejuk dan kering. Jauhkan dari bahan yang tidak cocok (etanol), bahan mudah terbakar, panas ekstrim dan sumber api. Disimpan pada tangki yang tahan korosi. Menggunakan sarung tangan, masker, dan <i>safety goggles</i> . |
| Asam Sulfat   | -                | -                | -            | √                | -               | -                | -                  | Korosif terhadap logam. Larut dalam air. Material yang dihindari : pengoksidasi, logam, <i>bases</i> , dan <i>amines</i> .                                      | Simpan dalam tangki yang tertutup sangat rapat, ditempat yang dingin, kering, dan mempunyai ventilasi yang baik. Disimpan pada tangki, jauhkan dari material yang tidak cocok.  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Menggunakan kacamata dan sarung tangan saat memakai, Mencuci tangan setelah memegang |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Tabel 2.4 Identifikasi Hazard pada Produk

| Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan Kimia dalam Proses |                  |                  |              |                  |                 |                  |                    |  |  |
|---|------------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------|--|--|
| Komponen  | <i>Hazard</i>    |                  |              |                  |                 |                  |                    | Keterangan   | Pengelolaan  |
|   | <i>Explosive</i> | <i>Flammable</i> | <i>Toxic</i> | <i>Corrosive</i> | <i>Irritant</i> | <i>Oxidizing</i> | <i>Radioactive</i> |  |  |
| <i>Chromium Trioxide</i>                            | -                | -                | √            | √                | √               | √                | √                  | Meledak saat berkontak dengan metanol. Larut dalam air dan bersifat toksik bagi organisme akuatik. | Disimpan pada tangki penyimpanan dalam keadaan kering dan sejuk serta memiliki ventilasi yang baik. Jaga agar tangki penyimpanan tertutup rapat. Hindari semua sumber api. Jauhkan dari asam kuat dan turunannya. Disimpan pada tangki yang tahan korosi. Menggunakan <i>safety goggles</i> dan <i>face shield</i> saat memakai. |

## Produk Samping

Tabel 2.5 Identifikasi Hazard pada Produk Samping

| Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan Kimia dalam Proses |                  |                  |              |                  |                 |                  |  |   |
|---|------------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|------------------|--|---|
| Komponen  | <i>Hazard</i>    |                  |              |                  |                 |                  | Keterangan   | Pengelolaan   |
|   | <i>Explosive</i> | <i>Flammable</i> | <i>Toxic</i> | <i>Corrosive</i> | <i>Irritant</i> | <i>Oxidizing</i> |  |   |
| <i>Natrium Cloride</i>                              |                  |                  |              |                  |                 |                  | Tidak berbahaya selama tidak berlebihan dalam kontak. Larut dalam air          |   |
| <i>Sodium Sulfate</i>                               |                  |                  |              |                  |                 | √                | <i>Autoignition</i> : > 400 °C. berbahaya selama tidak berlebihan dalam kontak | Disimpan dalam kondisi tertutup rapat dan kering. Menggunakan kacamata dan sarung tangan saat memakai |
| Air   |                  |                  |              |                  |                 |                  |  |   |

Pabrik *chromium trioxide* dari *sodium dichromate* dengan kapasitas 1.150 ton/tahun digolongkan pabrik resiko rendah karena proses berjalan pada kondisi operai rendah, bahan baku dan produk yang dihasilkan tidak mudah terbakar.

## **2.3 Pengendalian Kualitas**

Untuk mendirikan pabrik *Chromium trioxide*, perlu dilakukan pengendalian kualitas. Pengendalian yang dilakukan antara lain pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian proses produksi, dan pengendalian kualitas produksi.

### **2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Sebelum proses produksi mulai dilakukan, perlu adanya pengujian terhadap kualitas bahan baku. Hal ini memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa baik kualitas bahan baku yang digunakan, apakah bahan baku sudah sesuai spesifikasi yang ditentukan untuk proses atau belum. Maka dari itu, pengujian bahan baku ini sangatlah penting agar bahan yang digunakan dapat diproses dalam pabrik dan menghasilkan kualitas produk yang baik.

### **2.3.2 Pengendalian Proses Produksi**

Pengendalian Proses Produksi juga tidak kalah penting. Hal ini dilakukan agar kualitas *Chromium trioxide* yang akan dihasilkan tetap terjaga dengan baik. Pengendalian produksi dilaksanakan untuk menjaga kualitas dari produk yang harus dilakukan sejak dari bahan baku hingga produk jadi.

Pengendalian juga pengawasan proses dilaksanakan menggunakan data pengendalian yang berpusat di *control room* dan dilakukan dengan otomatis memakai beberapa indikator. Bila ada penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan, baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, level kontrol, maupun suhu

operasi, bisa diketahui dari isyarat yang diberi, misalnya : nyala lampu dan bunyi alarm. Beberapa alat kontrol yang dipakai antara lain :

- *Level Control*

Merupakan sebuah alat yang memerintahkan *control valve* agar membuka atau menutup. Alat ini dipasang di bagian atas alat, jika belum memenuhi atau melebihi batas yang dikehendaki, maka ia akan menimbulkan isyarat berupa suara dan lampu yang menyala.

- *Flow Control*

Merupakan alat yang bertugas untuk mengontrol aliran bahan baku, aliran masuk, dan aliran keluar proses.

- *Temperature Control*

Merupakan alat yang berguna untuk mengontrol suhu pada setiap alat proses. Jika ada penyimpangan pada set suhu yang diinginkan, akan timbul isyarat berupa suara dan nyala lampu.

- *Level Indicator*

Merupakan alat yang memiliki peran mengontrol ketinggian dari larutan pada tangki alat proses.

- *Pressure Control*

Merupakan kontroler yang dipasang pada alat yang memerlukan tekanan diatas tekanan atmosfer. Alat ini juga menjaga agar tekanan tidak melebihi batas tekanan suatu alat yang diatur. Biasanya dipakai pada alat dengan fase gas.

- *Weight Controller*

Alat ini mempunyai set point atau batasan nilai berat yang sudah ditetapkan berdasarkan batas maksimum kemampuan dari alat penampung. *Weight controller* bertugas menunjukkan nilai berat bahan dalam alat penampung, informasi terkait nilai yang ditunjukkan ini akan diteruskan ke alat *Flow Controller* untuk ditinjau lebih lanjut.

- *Rasio Control*

*Rasio control* adalah sistem kontrol yang digunakan untuk menjaga komposisi dari suatu proses.

### **2.3.3 Pengendalian Waktu**

Pengendalian waktu dilakukan untuk memaksimalkan waktu yang akan digunakan selama proses produksi berlangsung, sehingga didapatkan kualitas produk *chromium trioxide* sesuai yang diinginkan.

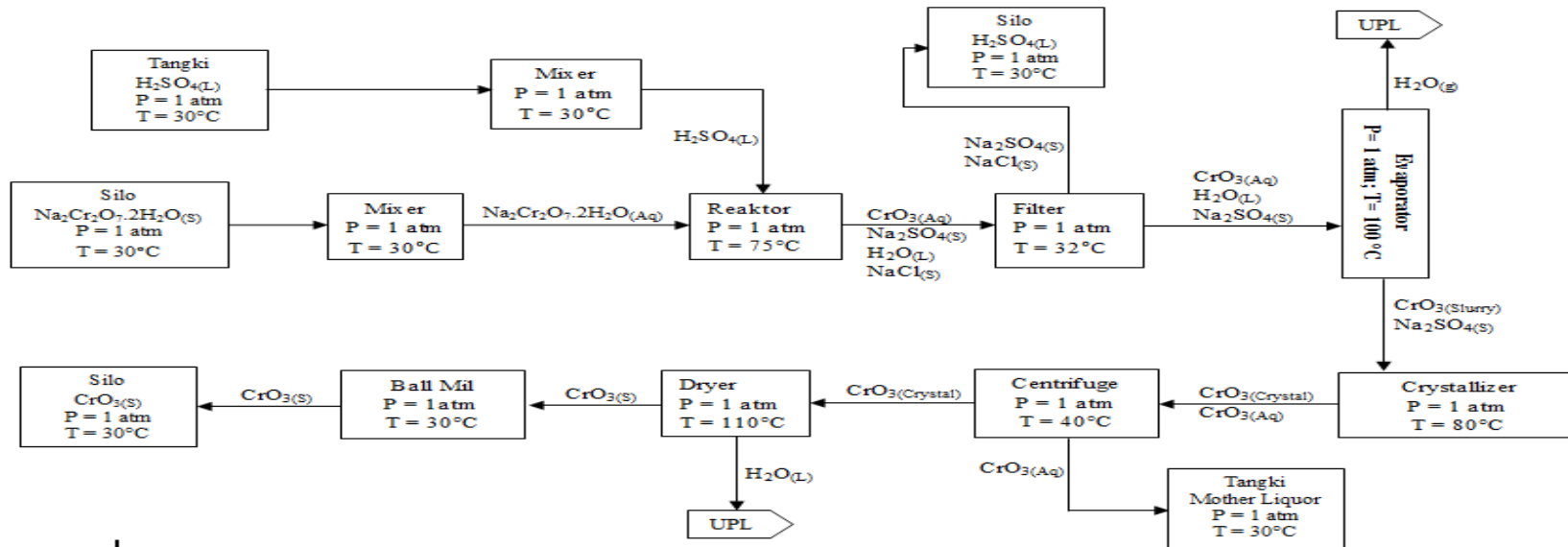
### **2.3.4 Pengendalian Bahan Proses**

Pengendalian bahan proses dilakukan untuk mengendalikan ketersediaan kekurangan pada bahan baku agar tidak terjadinya kekurangan bahan baku, sehingga pabrik dapat memproduksi *chromium trioxide* dengan kapasitas yang diinginkan.

## BAB III PERANCANGAN PROSES

### 3.1 Diagram Alir Proses dan Material

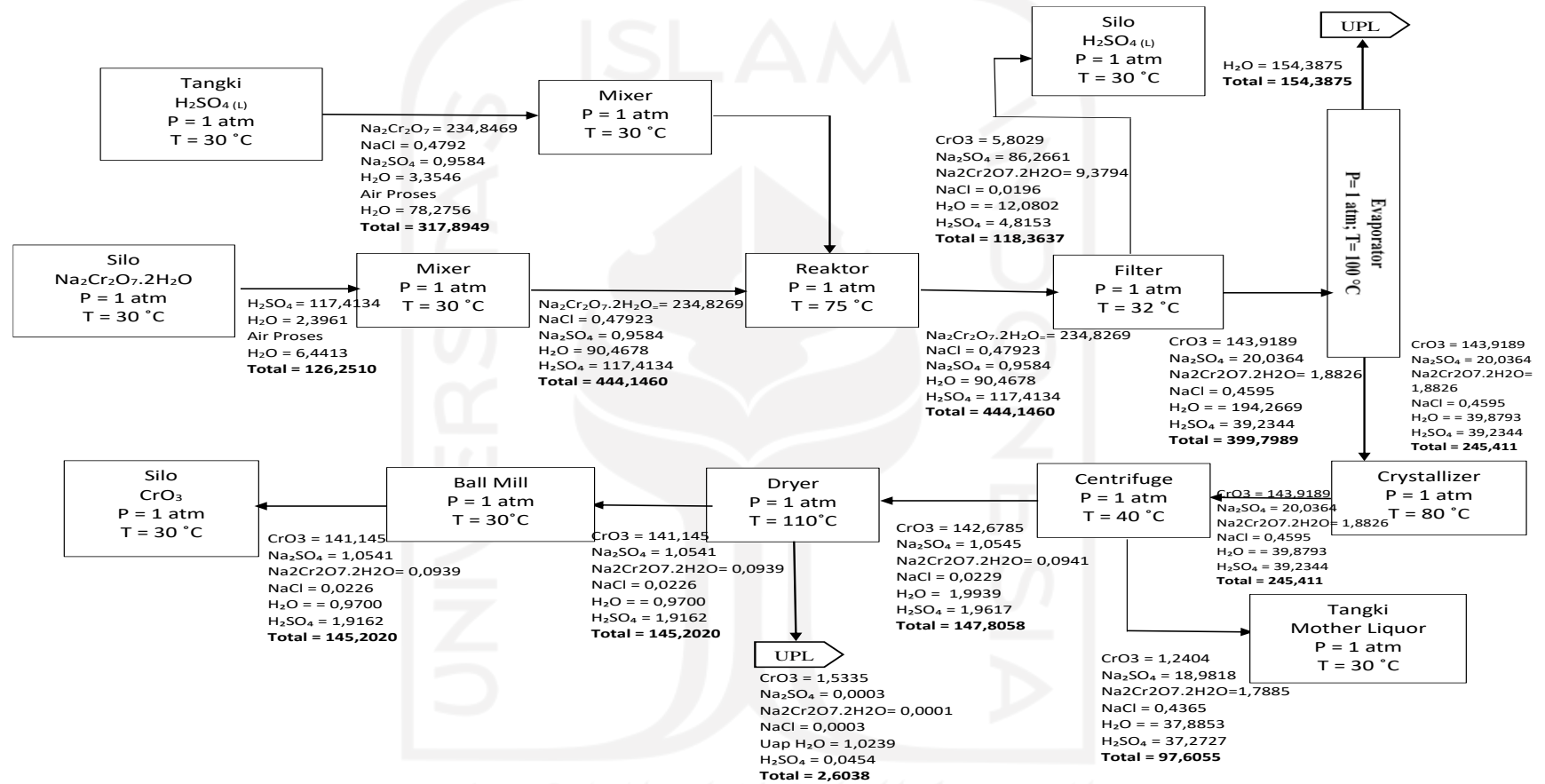
#### 3.1.1 Diagram Kualitatif



Gambar 3.1 Diagram Kualitatif



### 3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

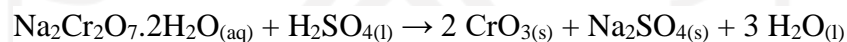
### 3.2 Uraian Proses

Uraian proses pembuatan *chromium trioxide* dari *sodium dichromate dihydrate* adalah sebagai berikut :

Pertama-tama *sodium dichromate dihydrate* dengan kadar komersial 98% dari *supplier* diumpankan ke silo SL-01 kemudian diumpankan dengan *screw conveyer* SC-01 kedalam *hopper* H-01. *Sodium dichromate dihydrate* dari *hopper* H-01 kemudian dilarutkan dalam tangki pelarut M-01 dengan penambahan air proses dari utilitas. Perbandingan *sodium dichromate dihydrate* dengan air adalah 3 : 1. Larutan *sodium dichromate dihydrate* kemudian diumpankan pada bagian atas reaktor R-01 secara bersamaan dengan asam sulfat 98% yang diencerkan menjadi 93% didalam *Mixer*-02 dengan perbandingan larutan sodium dichromate dan asam sulfat 93% 2:1.

Pada reaktor R-01 terjadi reaksi antara *sodium dichromate dihydrate* dengan asam sulfat membentuk *chromium trioxide*, *sodium sulfate*, dan air.

Reaksi yang terjadi : (Keyes, 1957)



Kondisi reaktor dijaga pada suhu 75 °C dibawah titik dekomposisi *sodium dichromate dihydrate* (titik dekomposisi *sodium dichromate dihydrate* = 84,6 °C, (Perry, 1984) dengan penambahan air pendingin melewati jaket pendingin. Tekanan operasi pada reaktor adalah tekanan *atmospheric* = 1 atm dengan waktu tinggal selama 1 jam.

Produk reaktor berupa larutan CrO<sub>3</sub> kemudian didinginkan pada *cooler* CL-01 sampai dengan suhu kamar (30 °C), yang bertujuan untuk menurunkan kelarutan

*sodium sulfate* dalam larutan. Larutan kemudian diumpankan pada *Rotary Drum Vacuum Filter* F-01 untuk proses filtrasi. *Cake* berupa *sodium sulfate* diumpankan ke silo  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (SL-02) sebagai produk samping, sedangkan filtrat berupa larutan *chromium trioxide* diumpankan ke *evaporator* EV-01 untuk proses pemekatan sampai dihasilkan larutan *chromium trioxide* jenuh (60%). Setelah penguapan *sodium sulfate* tidak ikut teruapkan sehingga perlu dipisahkan pada proses selanjutnya.

Larutan *chromium trioxide* jenuh dari *evaporator* EV-01 kemudian diumpankan ke *crystalizer* CR-01 untuk dikristalisasi yang menghasilkan campuran kristal  $\text{CrO}_3$  dan *mother liquor*. Kemudian keluaran *crystalizer* CR-01 diumpankan pada *centrifuge* CF-01 untuk proses pemisahan kristal *chromium trioxide* dengan *mother liquor*. Filtrat berupa *mother liquor* keluar *centrifuge* H-260 menuju tangki *mother liquor* T-02, sedangkan *cake* berupa kristal *chromium trioxide* kemudian diumpankan ke *rotary dryer* RD-01 dengan *belt conveyor*. Pada *rotary dryer* RD-01 terjadi proses pengeringan kristal *chromium trioxide* pada suhu  $110^\circ\text{C}$  dengan bantuan udara kering secara *counter current* (berlawanan arah). Udara kering dipanaskan pada *heater* udara HE-02 dan dihembuskan oleh *kompresor* K-01 kedalam *rotary dryer*. Udara kering dan kristal terikut diolah di unit pengolahan limbah, sedangkan kristal *chromium trioxide* kering diumpankan sekaligus didinginkan menggunakan *cooling screw conveyor* CSC-01 menuju ke *ball mill* C-290 untuk dihaluskan sampai 100 *mesh*. Kristal kemudian ditampung di silo produk *chromium trioxide* SL-03 sebagai produk akhir.

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 3.3.1 Spesifikasi Reaktor

Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor

---

| <b>Spesifikasi Umum</b>        |   |
|--------------------------------|---|
| Kode                           | : R-01  |
| Fungsi                         | : Mereaksikan sodium dikromat dihidrat dengan asam sulfat |
| Tipe/jenis                     | : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)                  |
| Mode Operasi                   | : Kontinyu  |
| Jumlah                         | : 1 buah  |
| Harga                          | : Rp. 547.040.646   |
| <b>Kondisi Operasi</b>         |   |
| Suhu, °C                       | : 75 °C   |
| Tekanan, atm                   | : 1 atm   |
| Kondisi Proses                 | : <i>Isothermal</i>                                       |
| <b>Konstruksi dan Material</b> |   |
| Bahan Konstruksi               | : <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>          |
| Diameter (ID) <i>shell</i> , m | : 1,2097 m  |
| Tebal <i>shell</i> , in        | : 0,1875 in   |
| Tinggi Total, m                | : 2,2742 m  |
| Jenis <i>Head</i>              | : <i>Flanged &amp; Standart Dished Head</i>               |
| <b>Spesifikasi Khusus</b>      |   |
| Tipe Pengaduk                  | : <i>Flat Six Blade Turbine With Disk</i>                 |
| Diameter Pengaduk              | : 0,3892 m  |
| Kecepatan Pengaduk, rpm        | : 225 rpm   |
| Power/tenaga pengadukan, hp    | : 7,5 hP  |
| Jumlah <i>baffle</i>           | : 4   |
| Lebar <i>baffle</i>            | : 0,0662 m  |
| Jenis Jaket                    | : Pendingin   |
| Mode Transfer Panas            |   |

---

Tabel 3.1 .....(lanjutan)

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| - $U_D$ , W/m <sup>2</sup> K | : 567.8263 W/m <sup>2</sup> K |
| - Luas Transfer Area         | : 0,2018 m <sup>2</sup>       |
| - Tebal Jacket, m            | : 0,0039 m                    |

### 3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah

#### 1. Mixer – 01

Tabel 3.2 Spesifikasi Mixer 01

| <b>Spesifikasi umum</b>        |  |
|--------------------------------|--|
| Nama Alat                      | : <i>Mixer</i>   |
| Kode                           | : M – 01   |
| Fungsi                         | : Melarutkan <i>Sodium Dichromate</i>                  |
| Jumlah                         | : 1  |
| Jenis                          | : <i>Torispherical dished head with conical bottom</i> |
| <b>Kondisi Operasi</b>         |  |
| Tekanan                        | : 1 atm  |
| Suhu, °C                       | : 30 °C  |
| <b>Konstruksi dan Material</b> |  |
| Bahan Konstruksi               | : <i>Stainless Stell SA 167 Grade 3 Type 304</i>       |
| Diameter <i>Shell</i> (ID)     | : 0,5493 m   |
| Tinggi <i>Shell</i>            | : 1,0986 m   |
| Volume <i>Shell</i>            | : 0,2004 m <sup>3</sup>                                |
| Volume <i>Head</i>             | : 0,0108 m <sup>3</sup>                                |
| Volume <i>Mixer</i>            | : 0,2315 m <sup>3</sup>                                |
| Tinggi <i>Mixer</i>            | : 1,4351 m   |
| Tinggi <i>Head</i> (OA)        | : 0,1519 m   |
| Tebal <i>Shell</i>             | : 0,1875 in  |
| Tebal <i>Head</i>              | : 0,1875 in  |

Tabel 3.2 .....(lanjutan)

| <b>Dimensi Pengaduk</b> |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| Pengaduk                | : Turbin 6 <i>curved blade</i> |
| Jarak Pengaduk          | : 0,1373 m                     |
| Diameter Pengaduk       | : 0,1831 m                     |
| Panjang <i>Blade</i>    | : 0,0458 m                     |
| Lebar <i>Blade</i>      | : 0,0366 m                     |
| Tinggi <i>Blade</i>     | : 0,7141 m                     |
| Daya motor              | : 25 hP                        |
| Kecepatan putar, rpm    | : 640 rpm                      |

## 2. Mixer – 02

Tabel 3.3 Spesifikasi *Mixer* 02

| <b>Spesifikasi umum</b>        |  |
|--------------------------------|--|
| Nama Alat                      | : <i>Mixer</i>                                   |
| Kode                           | : M – 02   |
| Fungsi                         | : Mengencerkan asam sulfat                       |
| Jumlah                         | : 1  |
| Jenis                          | : <i>Head and Bottom Torispherical Dished</i>    |
| <b>Kondisi Operasi</b>         |  |
| Tekanan                        | : 1 atm  |
| Suhu, °C                       | : 30 °C  |
| <b>Konstruksi dan Material</b> |  |
| Bahan Konstruksi               | : <i>Stainless Stell SA 167 Grade 3 Type 304</i> |
| Diameter <i>Shell</i> (ID)     | : 0,3969 m                                       |
| Tinggi <i>Shell</i>            | : 0,7938 m                                       |
| Volume <i>Shell</i>            | : 0,0756 m <sup>3</sup>                          |
| Volume <i>Head</i>             | : 0,0119 m <sup>3</sup>                          |
| Volume <i>Mixer</i>            | : 0,1023 m <sup>3</sup>                          |

Tabel 3.3 .....(lanjutan)

|                         |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Tinggi <i>Mixer</i>     | : 1,0114 m                            |
| Tinggi <i>Head</i> (OA) | : 0,1196 m                            |
| Tebal <i>Shell</i>      | : 0,1875 in                           |
| Tebal <i>Head</i>       | : 0,1875 in                           |
| <b>Dimensi Pengaduk</b> |                                       |
| Pengaduk                | : Turbin 6 <i>flat blade standart</i> |
| Jarak Pengaduk          | : 0,1323 m                            |
| Diameter Pengaduk       | : 0,0992 m                            |
| Panjang <i>Blade</i>    | : 0,0331 m                            |
| Lebar <i>Blade</i>      | : 0,0265 m                            |
| Tinggi <i>Blade</i>     | : 0,5159 m                            |
| Daya motor              | : 0,75 hP                             |
| Kecepatan putar, rpm    | : 580 rpm                             |

### 3. *Filter*

Tabel 3.4 Spesifikasi *Filter*

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Spesifikasi umum</b>      |  |
| Nama Alat                    | : <i>Rotary Drum Vacuum filter</i>               |
| Kode                         | : F – 01   |
| Fungsi                       | : Memisahkan padatan dan filtrat                 |
| Jumlah                       | : 1  |
| Bahan Konstruksi             | : <i>Stainless Stell SA 299 Grade 3 Type 304</i> |
| <b>Kondisi Operasi</b>       |  |
| - Suhu                       | : 75 °C  |
| - Tekanan                    | : 1 atm  |
| <b>Dimensi <i>Filter</i></b> |  |
| - Diameter                   | : 0,3858 m                                       |
| - Panjang                    | : 0,7717 m                                       |

Tabel 3.4 .....(lanjutan)

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| - Luas Permukaan  | : 0,0902 m <sup>2</sup> |
| - Kecepatan Putar | : 20 rpm                |
| - <i>Power</i>    | : 9 hP                  |

#### 4. *Evaporator*

Tabel 3.5 Spesifikasi *Evaporator*

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Spesifikasi umum</b> |   |
| Nama Alat               | : <i>Evaporator</i>                         |
| Kode                    | : EV – 01                                   |
| Fungsi                  | : Memekatkan Chromium Trioxide menjadi 60 % |
| Jumlah                  | : 1   |
| Jenis                   | : <i>Short Tube Vertical Evaporator</i>     |
| <b>Kondisi Operasi</b>  |   |
| - Suhu                  | : 100 °C                                    |
| - Tekanan               | : 1 atm                                     |
| <b>Dimensi</b>          |   |
| Diameter <i>Shell</i>   | : 29 in                                     |
| <i>Baffle Spacing</i>   | : 1   |
| <i>Passes</i>           | : 6   |
| Diameter <i>Tube</i>    | : 1,4 in                                    |
| Jumlah <i>Tube</i>      | : 85 buah                                   |
| Tinggi                  | : 1,311 m                                   |



## 5. Crystallizer

Tabel 3.6 Spesifikasi *Crystallizer*

---

| <b>Spesifikasi umum</b> |   |
|-------------------------|---|
| Nama Alat               | : <i>Crystallizer</i>                     |
| Kode                    | : CR – 01                                 |
| Fungsi                  | : Mengkristalkan larutan CrO <sub>3</sub> |
| Jumlah                  | : 1                                       |
| Jenis                   | : <i>Swanson Walker Crystallizer</i>      |
| <b>Kondisi Operasi</b>  |   |
| - Suhu                  | : 80 °C                                   |
| - Tekanan               | : 1 atm                                   |
| <b>Dimensi</b>          |   |
| Diameter                | : 0,6096 m                                |
| Panjang                 | : 3,048 m                                 |
| Tebal <i>Shell</i>      | : 0,1875 in                               |
| Kecepatan Pengaduk      | : 7 rpm                                   |
| Tenaga Pengaduk         | : 0,125 hP                                |

---

## 6. Centrifuge

Tabel 3.7 Spesifikasi *Centrifuge*

---

| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
|-------------------------|--|
| Nama Alat               | : <i>Centrifuge</i>  |
| Kode                    | : CF – 01  |
| Fungsi                  | : Memisahkan kristal CrO <sub>3</sub> dari <i>mother liquornya</i> |
| Jumlah                  | : 1  |
| Jenis                   | : <i>Disk Bowl Centrifuge</i>                                      |

---

Tabel 3.7 .....(lanjutan)

|                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| <b>Kondisi Operasi</b>          |                       |
| - Suhu                          | : 40 °C               |
| - Tekanan                       | : 1 atm               |
| <b>Dimensi</b>                  |                       |
| Diameter <i>Bowl</i>            | : 6 in                |
| Panjang <i>Bowl</i>             | : 18 in               |
| Jari – jari <i>Bowl</i>         | : 3 in                |
| Kecepatan Putar <i>Bowl</i>     | : 8000 rpm            |
| <i>Power</i>                    | : 5 hP                |
| Maksimum gaya <i>centrifuge</i> | : 5500 kali gravitasi |

## 7. Rotary Dryer

Tabel 3.8 Spesifikasi *Rotary Dryer*

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Spesifikasi umum</b>        |   |
| Nama Alat                      | : <i>Rotary Dryer</i>   |
| Kode                           | : RD – 01   |
| Fungsi                         | : Meringkan kristal <i>chromium trioxide</i> dengan bantuan udara panas |
| Jumlah                         | : 1   |
| Jenis                          | : <i>Direct Rotary Dryer</i>  |
| Bahan Konstruksi               | : <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>                                    |
| <b>Kondisi Operasi</b>         |   |
| - Suhu                         | : 110 °C  |
| - Tekanan                      | : 1 atm   |
| <b>Konstruksi dan Material</b> |   |
| Media pengering                | : Udara panas   |
| Diameter                       | : 1,7442 m  |
| Panjang                        | : 5,0735 m  |

Tabel 3.8 .....(lanjutan)

|                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Kemiringan                     | : 0,02 m                            |
| Kecepatan putaran              | : 4,9299 rpm                        |
| Waktu tinggal                  | : 5,8624 menit                      |
| Jenis <i>flight</i>            | : <i>Radial Flight With 90° Lip</i> |
| Tinggi <i>flight</i>           | : 0,2180 m                          |
| Jumlah <i>flight</i>           | : 5                                 |
| Tebal <i>shell rotary</i> , in | : 0,1848 in                         |
| <i>Power</i>                   | : 3 hP                              |

## 8. Ball Mill

Tabel 3.9 Spesifikasi *Ball Mill*

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Spesifikasi umum</b>  |   |
| Nama Alat                | : <i>Ball Mill</i>  |
| Kode                     | : BM – 01   |
| Fungsi                   | : Mengecilkan ukuran <i>chromium trioxide</i> hingga ukuran 100 <i>mesh</i> |
| Jumlah                   | : 1   |
| Jenis                    | : <i>Marcy Ball Mill</i>  |
| Bahan Konstruksi         | : <i>Stainless Stell SA 299 Grade 3 Type 304</i>                            |
| <b>Kondisi Operasi</b>   |   |
| - Suhu                   | : 30 °C   |
| - Tekanan                | : 1 atm   |
| <b>Dimensi Ball Mill</b> |   |
| Panjang                  | : 0,7413 m  |
| Diameter, ft             | : 0,4942 m  |
| <i>Power</i>             | : 0,75 hP   |
| Kecepatan <i>Mill</i>    | : 35 rpm  |
| Berat <i>Ball</i>        | : 0,85 tons   |

## 9. Vibrating Screen - 01

Tabel 3 10. Spesifikasi *Vibrating Screen* - 01

---

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
| Nama Alat               | : <i>Vibrating Screen</i>                        |
| Kode                    | : VS - 01  |
| Fungsi                  | : Untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam |
| Jumlah                  | : 1  |
| Jenis                   | : <i>High Speed Vibrating Screen</i>             |
| Bahan Konstruksi        | : <i>Carbon Steel</i>                            |
| <b>Dimensi</b>          |  |
| - Kapasitas             | : 0,1452 Kg/jam                                  |
| - Luas                  | : 4,7412 ft <sup>2</sup>                         |

---

### 3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpan Bahan

#### 1. Hopper - 01

Tabel 3.11 Spesifikasi *Hopper-01*

---

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
| Nama                    | : <i>Hopper</i>  |
| Kode Alat               | : HP – 01  |
| Fungsi                  | : Tempat Penampungan sementara <i>sodium dichromate</i> sebelum masuk <i>mixer</i> |
| Jenis                   | : Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut                                  |
| Bahan Konstruksi        | : <i>Stainless steel SA 167 grade 3 type 304</i>                                   |
| <b>Jumlah</b>           |  |
| - Suhu                  | : 30 °C  |
| - Tekanan               | : 1 atm  |
| <b>Dimensi</b>          |  |
| - Diameter              | : 0,4185 m   |
| - Tinggi                | : 0,8370 m   |
| - Tebal <i>Shell</i>    | : 0,1875 in  |

---

## 2. Hopper - 02

Tabel 3.12 Spesifikasi Hopper-02

| Spesifikasi umum     |  |
|----------------------|--|
| Nama                 | : <i>Hopper</i>  |
| Kode Alat            | : HP – 02  |
| Fungsi               | : Tempat Penampungan sementara <i>sodium dichromate</i> sebelum masuk <i>mixer</i> |
| Jenis                | : Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut                                  |
| Bahan Konstruksi     | : <i>Stainless steel SA 167 grade 3 type 304</i>                                   |
| <b>Jumlah</b>        | : 1 buah   |
| - Suhu               | : 30 °C  |
| - Tekanan            | : 1 atm  |
| <b>Dimensi</b>       |  |
| - Diameter           | : 0,4851 m   |
| - Tinggi             | : 0,2425 m   |
| - Tebal <i>Shell</i> | : 0,1875 in  |

## 3. Tangki

Tabel 3.13 Spesifikasi Tangki (Jumlah alat = 2)

| Tangki                         | T – 01  | T – 02  |
|--------------------------------|---|---|
| <b>Fungsi Peruntukan Alat</b>  | Meyimpan kebutuhan $H_2SO_4$                                | Meyimpan kebutuhan $H_2SO_4$                                |
| <b>Lama Penyimpananan Fasa</b> | 7 Hari<br>Cair  | 7 Hari<br>Cair  |
| <b>Jumlah Tangki</b>           | 1 Buah  | 1 Buah  |
| <b>Jenis Tangki</b>            | Silinder tegak dengan <i>Flat Bottom &amp; Conical Head</i> | Silinder tegak dengan <i>Flat Bottom &amp; Conical Head</i> |
| <b>Kondisi Operasi</b>         | Suhu : 30 °C<br>Tekanan : 1 atm                             | Suhu : 30 °C<br>Tekanan : 1 atm                             |

Tabel 3.13 .....(lanjutan)

|                       |  |  |
|-----------------------|--|--|
| <b>Spesifikasi</b>    | Bahan Konstruksi :<br><i>Stainless Stell SA-240 type 316</i> | Bahan Konstruksi :<br><i>Stainless Stell SA-240 type 316</i> |
|                       | Volume Tangki :<br>26,6759 m <sup>3</sup>                    | Volume Tangki :<br>11,8420 m <sup>3</sup>                    |
|                       | Diameter :<br>4,5720 m                                       | Diameter :<br>3,4264 m                                       |
|                       | Tinggi :<br>2,262 m  | Tinggi :<br>1,526 m  |
|                       | Jumlah <i>Course</i> :<br>1                                  | Jumlah <i>Course</i> :<br>1                                  |
|                       | Tebal <i>Shell</i> :<br>0,1486 in                            | Tebal <i>Shell</i> :<br>0,1392 in                            |
| <b>Harga (Rupiah)</b> | Rp. 1.615.025.314  | Rp. 279.416.144  |

#### 4. Silo

Tabel 3.14 Spesifikasi Silo (Jumlah alat = 3)

| Silo                      | SL - 01                          | SL - 02                         | SL - 03                          |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <b>Fungsi</b>             | Menyimpan                        | Menyimpan                       | Menyimpan                        |
| <b>Peruntukan Alat</b>    | padatan <i>sodium dichromate</i> | padatan Natrium sulfat          | padatan <i>chromium trioxide</i> |
| <b>Lama Penyimpananan</b> | 7 Hari                           | 7 Hari                          | 7 Hari                           |
| <b>Fasa</b>               | Padat                            | Padat                           | Padat                            |
| <b>Jumlah</b>             | 1 Buah                           | 1 Buah                          | 1 Buah                           |
| <b>Kondisi Operasi</b>    | Suhu : 30 °C<br>Tekanan : 1 atm  | Suhu : 30 °C<br>Tekanan : 1 atm | Suhu : 30 °C<br>Tekanan : 1 atm  |

Tabel 3.14.....(lanjutan)

| <b>Spesifikasi</b>    | Bahan Konstruksi<br>:                          | Bahan Konstruksi<br>:                          | Bahan Konstruksi<br>:                          |
|-----------------------|--|--|--|
|                       | <i>Stainless stell SA<br/>167 grade 3 type</i> | <i>Stainless stell SA<br/>167 grade 3 type</i> | <i>Stainless stell SA<br/>167 grade 3 type</i> |
|                       | Volume Tangki :                                | Volume Tangki :                                | Volume Tangki :                                |
|                       | 20,9768 m <sup>3</sup>                         | 11,1989 m <sup>3</sup>                         | 11,0512 m <sup>3</sup>                         |
|                       | Diameter :                                     | Diameter :                                     | Diameter :                                     |
|                       | 2,3097 m                                       | 1,9812 m                                       | 1,8654 m                                       |
|                       | Tinggi :                                       | Tinggi :                                       | Tinggi :                                       |
|                       | 4,6194 m                                       | 3,9624 m                                       | 3,7308 m                                       |
|                       | Tebal <i>Shell</i> :                           | Tebal <i>Shell</i> :                           | Tebal <i>Shell</i> :                           |
|                       | 0,1875 in                                      | 0,1875 in                                      | 0,1875 in                                      |
| <b>Harga (Rupiah)</b> | Rp.  | Rp.  | Rp.  |
|                       | 1.095.311.286                                  | 729.276.137                                    | 723.687.814                                    |

### 3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

Tabel 3.15 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat (Jumlah Alat = 6)

| <b>Parameter</b>       | <b>BC - 01</b>  | <b>BC - 02</b>   | <b>BC - 03</b>  |
|------------------------|---|--|---|
| <b>Spesifikasi</b>     | <i>Belt Conveyor</i>  | <i>Belt Conveyor</i>   | <i>Belt Conveyor</i>  |
| <b>Fungsi</b>          | Mengangkut<br><i>Sodium<br/>Dichromate</i> dari<br>silo ke <i>mixer</i> | Mengangkut <i>cake</i><br>dari <i>Centrifuge</i> ke<br><i>Rotary Dryer</i> | Mengangkut<br>produk <i>CrO<sub>3</sub></i> dari<br><i>Ball Mill</i> ke silo<br>penyimpanan |
| <b>Kondisi Operasi</b> |   |  |   |
| - Tekanan              | 1 atm   | 1 atm  | 1 atm   |
| - Suhu                 | 30°C  | 30°C   | 30°C  |
| <b>Jenis Conveyor</b>  | <i>Belt Closed<br/>Troughed<br/>Antifrictriction<br/>Idlers</i>         | <i>Belt Closed<br/>Troughed<br/>Antifrictriction<br/>Idlers</i>            | <i>Belt Closed<br/>Troughed<br/>Antifrictriction<br/>Idlers</i>                             |
| <b>Kapasitas</b>       | 287,543 Kg/jam  | 287,543 Kg/jam   | 177,367 Kg/jam  |
| <b>Speed</b>           | 2,7 m/menit   | 7,6 m/menit  | 3,04 m/menit  |
| <b>Motor Power</b>     | 0,33 hP   | 0, 50 hP   | 0,33 hP   |

Tabel 3.15.....(lanjutan)

|                       |                             |                             |                             |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Dimensi</b>        |                             |                             |                             |
| - Panjang             | 2,6691 m                    | 3,1622 m                    | 3,048 m                     |
| - Diameter            | 0,3556 m                    | 0,3556 m                    | 0,3556 m                    |
| <b>Material</b>       | <i>Stainless stell SA</i>   | <i>Stainless stell SA</i>   | <i>Stainless stell SA</i>   |
| <b>Konstruksi</b>     | <i>167 grade 3 type 304</i> | <i>167 grade 3 type 304</i> | <i>167 grade 3 type 304</i> |
| <b>Harga (Rupiah)</b> | Rp. 100.589.812             | Rp. 92.207.328              | Rp. 307.357.759             |

Tabel 3.16 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Padat

| <b>Parameter</b>       | <b>SC - 01</b>   | <b>CSC-01</b>   | <b>HSC-01</b>   |
|------------------------|--|---|---|
| <b>Spesifikasi</b>     | <i>Screw Conveyor</i>  | <i>Cooling Screw Conveyor</i>   | <i>Heater Screw Conveyor</i>  |
| <b>Fungsi</b>          | Mengangkut <i>cake filter</i> ke silo $\text{Na}_2\text{SO}_4$ | Mengangkut dan mendinginkan $\text{CrO}_3$ dari <i>rotary dryer</i> menuju <i>ball mill</i> | Mengangkut dan memanaskan <i>sodium dichromate</i> dari <i>mixer</i> menuju reaktor |
| <b>Kondisi Operasi</b> |  |   |   |
| - Tekanan              | 1 atm  | 1 atm   | 1 atm   |
| - Suhu                 | 30°C   | 110°C   | 30-120°C  |
| <b>Jenis Conveyor</b>  | <i>Horizontal Screw</i>  | <i>Horizontal Screw Conveyor – Rotary Cutoff valve</i>                                      | <i>Inclined Screw Conveyor – Rotary Cutoff valve</i>                                |
| <b>Kapasitas</b>       | 118,364 Kg/jam   | 174 Kg/jam  | 381 Kg/jam  |
| <b>Speed</b>           | 40 rpm   | 40 rpm  | 40 rpm  |
| <b>Motor Power</b>     | 0,13 hP  | 0,05 hP   | 0,05 hP   |
| <b>Dimensi</b>         |  |   |   |
| - Panjang              | 6,8151 m   | 4,575 m   | 4,575 m   |
| - Diameter             | 6 in   | 6 in  | 6 in  |
| - Panjang Jaket        | -  | 1,5 ft  | 0,5 ft  |
| - Tebal Jaket          | -  | 0,25 in   | 0,25 in   |



Tabel 3.16.....(lanjutan)

|                            |                                    |  |  |
|----------------------------|------------------------------------|--|--|
| <b>Material Konstruksi</b> | <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i> | <i>Stainless stell SA 167 grade 3 type 304</i> | <i>Stainless stell SA 167 grade 3 type 304</i> |
| <b>Harga (Rupiah)</b>      | Rp. 92.207.328                     | Rp. 72.648.198                                 | Rp. 72.648.198                                 |

Tabel 3.17 Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 6)

| <b>Parameter</b>         | <b>P-01</b>  | <b>P-02</b>   | <b>P-03</b>  |
|--------------------------|--|---|--|
| <b>Spesifikasi</b>       | Pompa  | Pompa   | Pompa  |
| <b>Fungsi</b>            | Mengalirkan asam sulfat dari tangki menuju <i>mixer-01</i> | Mengalirkan asam sulfat dari <i>mixer</i> menuju reaktor-01 | Mengalirkan keluaran reaktor menuju <i>filter-01</i> |
| <b>Kondisi Operasi :</b> |  |   |  |
| <b>Viskositas</b>        | 0,8150 cP  | 0,8150 cP   | 0,3755 cP  |
| <b>Kapasitas</b>         | 0,0794 m <sup>3</sup> /jam                                 | 0,0840 m <sup>3</sup> /jam                                  | 0,2618 m <sup>3</sup> /jam                           |
| <b>Pump Head</b>         | 11,28 m  | 18,3510 m   | 9,9529 m   |
| <b>Suhu Fluida</b>       | 30 °C  | 30 °C   | 75 °C  |
| <b>Submersibility</b>    | <i>immersed</i>  | <i>immersed</i>   | <i>Immersed</i>                                      |
| <b>Jenis Pompa</b>       | <i>Single Stage Centrifugal pump</i>                       | <i>Single Stage Centrifugal pump</i>                        | <i>Rotary external gear pump</i>                     |
| <b>Dimensi Pipa</b>      |  |   |  |
| - <b>Flow Area</b>       | 0,19 in <sup>2</sup>                                       | 0,19 in <sup>2</sup>  | 0,30 in <sup>2</sup>                                 |
| - <b>OD</b>              | 0,68 in  | 0,68 in   | 0,84 in  |
| - <b>ID</b>              | 0,38 in  | 0,49 in   | 0,62 in  |
| - <b>IPS</b>             | 0,38 in  | 0,38 in   | 0,50 in  |
| - <b>No. Sch</b>         | 40   | 40  | 40   |
| <b>Power Motor</b>       | 0,0833 hP  | 0,1250 hP   | 0,5000 hP  |
| <b>Efisiensi Motor</b>   | 80 %   | 80 %  | 73%  |
| <b>Spesific Speed</b>    | 137,8759 rpm   | 98,5289 rpm   | 21,8747 rpm  |

Tabel 3.17.....(lanjutan)

|                            |   |   |   |
|----------------------------|---|---|---|
| <b>Material Konstruksi</b> | <i>Stainless Steel SA<br/>167 Grade 11<br/>Type 316</i> | <i>Stainless Steel SA<br/>167 Grade 11<br/>Type 316</i> | <i>Stainless Steel SA<br/>167 Grade 11 Type<br/>316</i> |
| <b>Harga</b>               | Rp.92.207.328   | Rp.92.207.328   | Rp.92.207.328   |

Tabel 3.18 Alat Transportasi Bahan Cair

| <b>Parameter</b>           | <b>P-04</b>   | <b>P-05</b>  | <b>P-06</b>  |
|----------------------------|---|--|--|
| <b>Fungsi</b>              | Mengalirkan keluaran <i>filter</i> menuju <i>evaporator</i> | Mengalirkan keluaran <i>evaporator</i> menuju <i>crystalizer</i> | Mengalirkan <i>mother liquor</i> dari <i>centrifuge</i> menuju tangki ML |
| <b>Kondisi Operasi :</b>   |   |  |  |
| <b>Viskositas</b>          | 0,7808 cP   | 0,2787 cP  | 0,6635 cP  |
| <b>Kapasitas</b>           | 0,2690 m <sup>3</sup> /jam                                  | 0,1316 m <sup>3</sup> /jam                                       | 0,0709 m <sup>3</sup> /jam   |
| <b>Pump Head</b>           | 11,9105 m   | 19,8252 m  | 17,7841 m  |
| <b>Suhu Fluida</b>         | 32 °C   | 100 °C   | 40 °C  |
| <b>Jenis Pompa</b>         | <i>Single Stage<br/>Centrifugal pump</i>                    | <i>Single Stage<br/>Centrifugal pump</i>                         | <i>Single Stage<br/>Centrifugal pump</i>                                 |
| <b>Dimensi Pipa</b>        |   |  |  |
| - <b>Flow Area</b>         | 0,30 in <sup>2</sup>  | 0,19 in <sup>2</sup>   | 0,19 in <sup>2</sup>   |
| - <b>OD</b>                | 0,84 in   | 0,68 in  | 0,68 in  |
| - <b>ID</b>                | 0,62 in   | 0,49 in  | 0,49 in  |
| - <b>IPS</b>               | 0,50 in   | 0,375 in   | 0,375 in   |
| - <b>No. Sch</b>           | 40  | 40   | 40   |
| <b>Power Motor</b>         | 0,2500 hP   | 0,2500 hP  | 0,1250 hP  |
| <b>Efisiensi Motor</b>     | 80 %  | 80 %   | 75%  |
| <b>Spesific Speed</b>      | 243,7261 rpm  | 116,3636 rpm   | 92,6453 rpm  |
| <b>Material Konstruksi</b> | <i>Stainless Steel SA<br/>167 Grade 11<br/>Type 316</i>     | <i>Stainless Steel SA<br/>167 Grade 11<br/>Type 316</i>          | <i>Stainless Steel SA<br/>167 Grade 11<br/>Type 316</i>                  |
| <b>Harga</b>               | Rp.92.207.328   | Rp.92.207.328  | Rp.92.207.328  |

### 3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

#### 1. Heater (HE – 01)

Tabel 3.19 Spesifikasi Heater-01

|                          |  |                       |
|--------------------------|--|-----------------------|
| Fungsi                   | : Menaikan temperatur umpan Asam sulfat dari 30 °C menjadi 75 °C dari <i>mixer-02</i> menuju reaktor |                       |
| Jenis                    | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>  |                       |
| Tipe                     | : <i>Steam</i>   |                       |
| <b>Kondisi Operasi</b>   |  |                       |
|                          | <i>Annulus</i>   | <i>Tube</i>           |
| Suhu Masuk               | : 30 °C  | 150 °C                |
| Suhu Keluar              | : 75 °C  | 150 °C                |
| Tekanan                  | : 3,2 atm  | 3,2 atm               |
| Beban Panas              | : 8920,099 Btu/jam   |                       |
| <b>Mechanical Design</b> |  |                       |
|                          | <i>Annulus</i>   | <i>Tube</i>           |
| Panjang                  | : 12 ft  |                       |
| Hairpin                  | : 1 buah   |                       |
| ID                       | : 0,493 in   | 0,269 in              |
| OD                       | : 0,675 in   | 0,41 in               |
| A                        | : 0,177 ft <sup>2</sup>  | 0,106 ft <sup>2</sup> |
| <i>Pressure Drop</i>     | : 0,013 psi  | 1,663 psi             |
| Rd                       | : 0,036 Btu/jam.ft <sup>2</sup> . °F   |                       |

## 2. Heater (HE – 02)

Tabel 3.20 Spesifikasi *Heater* - 02

|                          |  |                       |
|--------------------------|--|-----------------------|
| Fungsi                   | : Menaikan temperatur udara dari 30°C menjadi 110 °C sebelum dimasukkan ke <i>rotary dryer</i> |                       |
| Jenis                    | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>  |                       |
| Tipe                     | : <i>Steam</i>   |                       |
| <b>Kondisi Operasi</b>   |  |                       |
|                          | <i>Annulus</i>   | <i>Tube</i>           |
| Suhu Masuk               | : 30 °C  | 150 °C                |
| Suhu Keluar              | : 110 °C   | 150 °C                |
| Tekanan                  | : 3,2 atm  | 3,2 atm               |
| Beban Panas              | : 334006,940 Btu/jam   |                       |
| <b>Mechanical Design</b> |  |                       |
|                          | <i>Annulus</i>   | <i>Tube</i>           |
| Panjang                  | : 12 ft  |                       |
| Hairpin                  | : 1 buah   |                       |
| ID                       | : 3,068 in   | 2,067 in              |
| OD                       | : 3,5 in   | 2,38 in               |
| A                        | : 0,916 ft <sup>2</sup>  | 0,622 ft <sup>2</sup> |
| <i>Pressure Drop</i>     | : 0,0318 psi   | 1,663 psi             |
| Rd                       | : 0,0036 Btu/jam.ft <sup>2</sup> . °F  |                       |

## 3. Cooler (CL – 01)

Tabel 3.21 Spesifikasi *Cooler*-01

|        |   |  |
|--------|---|--|
| Fungsi | : Menurunkan temperatur produk CrO <sub>3</sub> dari 75 °C menjadi 32°C dari reaktor menuju <i>filter</i> |  |
| Jenis  | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>   |  |
| Tipe   | : Air Pendingin   |  |

Tabel 3.20 .....(lanjutan)

| <b>Kondisi Operasi</b>   |                                      |                       |
|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                          | <i>Annulus</i>                       | <i>Tube</i>           |
| Suhu Masuk               | : 75 °C                              | 25 °C                 |
| Suhu Keluar              | : 32 °C                              | 40 °C                 |
| Tekanan                  | : 1 atm                              | 1 atm                 |
| Beban Pendingin          | : 49099,949 Btu/jam                  |                       |
| <b>Mechanical Design</b> |                                      |                       |
|                          | <i>Annulus</i>                       | <i>Tube</i>           |
| Panjang                  | : 12 ft                              |                       |
| Hairpin                  | : 1 buah                             |                       |
| ID                       | : 2,5 in                             | 1,38 in               |
| OD                       | : 2,88 in                            | 1,66 in               |
| A                        | : 0,753 ft <sup>2</sup>              | 0,435 ft <sup>2</sup> |
| Pressure Drop            | : 0,006 psi                          | 2,795 psi             |
| Rd                       | : 0,001 Btu/jam.ft <sup>2</sup> . °F |                       |

#### 4. Cooler (CL – 02)

Tabel 3.22 Spesifikasi Cooler-02

| Fungsi                 | : Menurunkan Produk CrO <sub>3</sub> dari 100 °C mejadi 80 °C dari <i>evaporator</i> menuju <i>crystalizer</i> |             |
|------------------------|--|-------------|
| Jenis                  | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>  |             |
| Tipe                   | : Air Pendingin  |             |
| <b>Kondisi Operasi</b> |  |             |
|                        | <i>Annulus</i>   | <i>Tube</i> |
| Suhu Masuk             | : 80 °C  | 25 °C       |
| Suhu Keluar            | : 80 °C  | 40 °C       |
| Tekanan                | : 1 atm  | 1 atm       |
| Beban Pendingin        | : 12847,480 Btu/jam  |             |

Tabel 3.21 .....(lanjutan)

| <i>Mechanical Design</i> |                                      |                       |
|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                          | <i>Annulus</i>                       | <i>Tube</i>           |
| Panjang                  | : 12 ft                              |                       |
| Hairpin                  | : 1 buah                             |                       |
| ID                       | : 2,469 in                           | 1,38 in               |
| OD                       | : 2,88 in                            | 1,66 in               |
| A                        | : 0,753 ft <sup>2</sup>              | 0,435 ft <sup>2</sup> |
| Pressure Drop            | : 0,001 psi                          | 0,510 psi             |
| Rd                       | : 0,069 Btu/jam.ft <sup>2</sup> . °F |                       |

### 3.4 Neraca Massa

#### 3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3.23 Neraca Massa Total

| Komponen                                       | Masuk<br>(Kg/jam) | Keluar (Kg/jam) |                 |                 |               |                 |
|--|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
|  |                   | Arus 5          | Arus 8          | Arus 11         | Arus 13       | Arus 16         |
| CrO <sub>3(s)</sub>                            |                   | 5,8029          |                 |                 | 1,5336        | 141,1449        |
| CrO <sub>3(l)</sub>                            |                   |                 |                 | 1,2404          |               |                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 0,9584            | 86,2661         |                 | 18,9818         | 0,0004        | 1,0541          |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 234,8269          | 9,3794          |                 | 1,7885          | 0,0002        | 0,0939          |
| NaCl   | 0,4792            | 0,0196          |                 | 0,4365          | 0,0003        | 0,0226          |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 117,4134          | 4,8153          |                 | 37,2727         | 0,0455        | 1,9162          |
| H <sub>2</sub> O                               | 164,4845          | 12,0802         | 154,3875        | 37,8853         | 1,0239        | 0,9700          |
| <b>Sub Total</b>                               | <b>518,1626</b>   | <b>118,3637</b> | <b>154,3875</b> | <b>97,6055</b>  | <b>2,6038</b> | <b>145,2020</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>518,1626</b>   |                 |                 | <b>518,1626</b> |               |                 |

### 3.4.2 Neraca Massa Alat

#### 1. Mixer (M-01)

Tabel 3.24 Neraca Massa Mixer

| Komponen                                       | Masuk (Kg/jam)  |                 | Keluar (Kg/jam) |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
|  | Arus 1          | Arus 2          | Arus 3          |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 234,8369        |                 | 234,8269        |
| NaCl   | 0,4792          |                 | 0,0479          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 0,9584          |                 | 0,9584          |
| H <sub>2</sub> O                               | 3,3546          | 2,3961934       | 90,4678         |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 |                 | 117,4134        | 117,4134        |
| <b>Sub Total</b>                               | <b>239,6194</b> | <b>119,8096</b> | <b>444,1460</b> |
| Air Proses                                     |                 |                 |                 |
| H <sub>2</sub> O                               | 78,2756         | 6,4113          |                 |
| <b>Total</b>                                   | <b>444,1460</b> |                 | <b>444,1460</b> |

#### 2. Reaktor (R-01)

Tabel 3.25 Neraca Massa Reaktor

| Komponen                                       | Masuk (Kg/jam)  | Keluar (Kg/jam) |
|--|-----------------|-----------------|
|  | Arus 3          | Arus 4          |
| CrO <sub>3</sub>                               |                 | 149,7218        |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 234,8269        | 11,2621         |
| NaCl   | 0,4792          | 0,4792          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 0,9584          | 106,3025        |
| H <sub>2</sub> O                               | 90,4678         | 132,3305        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 117,4134        | 44,0497         |
| <b>Total</b>                                   | <b>444,1460</b> | <b>444,1460</b> |

### 3. Filter (F-01)

Tabel 3.26 Neraca Massa *Filter*

| Komponen                                       | Masuk (Kg/jam)  |                 | Keluar (Kg/jam) |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
|  | Arus 4          | Arus 5          | Arus 6          |
| CrO <sub>3</sub>                               | 149,7218        | 143,9189        | 5,8029          |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 11,2621         | 1,8826          | 9,3794          |
| NaCl   | 0,4792          | 0,4595          | 0,0196          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 106,3025        | 20,0364         | 86,2661         |
| H <sub>2</sub> O                               | 132,3305        | 194,2669        | 12,0802         |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 44,0497         | 39,2344         | 4,8153          |
| <b>Sub Total</b>                               | <b>444,1460</b> | <b>399,7989</b> | <b>118,3637</b> |
| Air Proses<br>H <sub>2</sub> O                 | 74,0166         |                 |                 |
| <b>Total</b>                                   | <b>518,1626</b> | <b>518,1626</b> |                 |

### 4. Evaporator (EV-01)

Tabel 3.27 Neraca Massa *Evaporator*

| Komponen                                       | Masuk (Kg/jam)  |                 | Keluar (Kg/jam) |                 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|  | Arus 5          | Arus 7          | Arus 7          | Arus 8          |
| CrO <sub>3</sub>                               | 143,9189        | 143,9189        |                 |                 |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 1,8826          | 1,8826          |                 |                 |
| NaCl   | 0,4595          | 0,4595          |                 |                 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 20,0364         | 20,0364         |                 |                 |
| H <sub>2</sub> O                               | 194,2669        | 39,2344         |                 | 154,3875        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 39,2344         | 39,2344         |                 |                 |
| <b>Sub Total</b>                               | <b>399,7989</b> | <b>245,4113</b> |                 | <b>154,3875</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>399,7989</b> |                 | <b>399,7989</b> |                 |



### 5. Crystallizer (CR-01)

Tabel 3.28 Neraca Massa *Crystallizer*

| Komponen                                       | Masuk (Kg/jam)  | Keluar (Kg/jam) |
|--|-----------------|-----------------|
|  | Arus 7          | Arus 9          |
| CrO <sub>3</sub>                               | 143,9189        | 143,3120        |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 1,8826          | 1,8826          |
| NaCl   | 0,4595          | 0,4595          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 20,0364         | 20,0364         |
| H <sub>2</sub> O                               | 39,8793         | 39,8793         |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 39,2344         | 39,2344         |
| <b>Total</b>                                   | <b>245,4113</b> | <b>245,4113</b> |

### 6. Centrifuge (CF-01)

Tabel 3.29 Neraca Massa *Centrifuge*

| Komponen                                       | Masuk (Kg/jam)  | Keluar (Kg/jam) |                |
|--|-----------------|-----------------|----------------|
|  | Arus 9          | Arus 10         | Arus 11        |
| CrO <sub>3</sub>                               | 143,3120        | 142,6785        | 1,2404         |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 1,8826          | 0,0941          | 1,7885         |
| NaCl   | 0,4595          | 0,0229          | 0,4365         |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 20,0364         | 1,0545          | 18,9818        |
| H <sub>2</sub> O                               | 39,8793         | 1,9939          | 37,8853        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 39,2344         | 1,9617          | 37,2727        |
| <b>Sub Total</b>                               | <b>245,4113</b> | <b>147,8058</b> | <b>97,6055</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>245,4113</b> | <b>245,4113</b> |                |

### 7. Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3.30 Neraca Massa *Rotary Dryer*

| Komponen                                       | Masuk (Kg/jam)  | Keluar (Kg/jam) |                 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
|  | Arus 10         | Arus 13         | Arus 14         |
| CrO <sub>3</sub>                               | 142,6785        | 1,5336          | 141,145         |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 0,0941          | 0,0002          | 0,0939          |
| NaCl   | 0,0229          | 0,0003          | 0,0226          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 1,0545          | 0,0004          | 1,0541          |
| H <sub>2</sub> O                               | 1,9939          | 1,0239          | 0,9700          |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 1,9617          | 0,0455          | 1,9162          |
| <b>Sub Total</b>                               | <b>147,8058</b> | <b>2,6038</b>   | <b>145,2020</b> |
| <b>Total</b>                                   | <b>147,8058</b> | <b>147,8058</b> |                 |

### 8. Ball Mill (BM-01)

Tabel 3.31 Neraca Massa *Ball Mill*

| Komponen                                       | Masuk (Kg/jam)  | Keluar (Kg/jam) |
|--|-----------------|-----------------|
|  | Arus 14         | Arus 15         |
| CrO <sub>3</sub>                               | 141,145         | 141,145         |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 0,0939          | 0,0939          |
| NaCl   | 0,0226          | 0,0226          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 1,0541          | 1,0541          |
| H <sub>2</sub> O                               | 0,9700          | 0,9700          |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 1,9162          | 1,9162          |
| <b>Total</b>                                   | <b>145,2020</b> | <b>145,2020</b> |

## 9. Vibrating Screen (VS-01)

Tabel 3 32 Neraca Massa *Vibrating Screen*

| Komponen                                       | Masuk (Kg/jam)  | Keluar (Kg/jam) |
|--|-----------------|-----------------|
|  | Arus 14         | Arus 15         |
| CrO <sub>3</sub>                               | 141,145         | 141,145         |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 0,0939          | 0,0939          |
| NaCl   | 0,0226          | 0,0226          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 1,0541          | 1,0541          |
| H <sub>2</sub> O                               | 0,9700          | 0,9700          |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 1,9162          | 1,9162          |
| <b>Total</b>                                   | <b>145,2020</b> | <b>145,2020</b> |

### 3.4.3 Neraca Panas

#### 1. Heater Screw Conveyor (HSC-01)

Tabel 3.33 Neraca Panas *Heater*

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 2923,0904            |                       |
| Output       |                      | 30530,9376            |
| Steam        | 27607,8472           |                       |
| <b>Total</b> | <b>30530,9376</b>    | <b>30530,9376</b>     |

#### 2. Heater (HE-01)

Tabel 3.34 Neraca Panas *Heater*

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 1025,8635            |                       |
| Output       |                      | 10437,0675            |
| Steam        | 9411,2040            |                       |
| <b>Total</b> | <b>10437,0675</b>    | <b>10437,0675</b>     |

### 3. Reaktor (R-01)

Tabel 3.35 Neraca Panas Reaktor

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 42567,1676           |                       |
| Output       |                      | 60100,1838            |
| Pendingin    | 35092,0698           |                       |
| Reaksi       |                      | 17559,0536            |
| <b>Total</b> | <b>77659,2373</b>    | <b>77659,2373</b>     |

### 4. Cooler (CL-01)

Tabel 3.36 Neraca Panas Cooler

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 60085,1892           |                       |
| Output       |                      | 8282,1583             |
| Pendingin    |                      | 51803,0309            |
| <b>Total</b> | <b>60085,1892</b>    | <b>60085,1892</b>     |

### 5. Evaporator (EV-01)

Tabel 3.37 Neraca Panas Evaporator

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 10846,3067           |                       |
| Output       |                      | 47816,0471            |
| Pemanas      | 497686,5672          | 460716,8267           |
| <b>Total</b> | <b>508532,8739</b>   | <b>508532,8739</b>    |

## 6. Cooler (CL-02)

Tabel 3.38 Neraca Panas Cooler

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 33923,7181           |                       |
| Output       |                      | 20368,9499            |
| Pendingin    |                      | 13554,7681            |
| <b>Total</b> | <b>33923,7181</b>    | <b>33923,7181</b>     |

## 7. Crystallizer (CR-01)

Tabel 3.39 Neraca Panas Crystallizer

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 23344,0184           |                       |
| Output       |                      | 5656,8180             |
| Pendingin    |                      | 17688,2004            |
| <b>Total</b> | <b>23344,0184</b>    | <b>23344,0184</b>     |

## 8. Heater (HE-02)

Tabel 3.40 Neraca Panas Heater

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 21938,1035           |                       |
| Output       |                      | 374334,1250           |
| Steam        | 352396,0215          |                       |
| <b>Total</b> | <b>374334,1250</b>   | <b>374334,1250</b>    |

### 9. Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3.41 Neraca Panas *Rotary Dryer*

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 3562,5425            |                       |
| Output       |                      | 21292,1926            |
| Pengeringan  | 17729,6501           |                       |
| <b>Total</b> | <b>21292,1926</b>    | <b>21292,1926</b>     |

### 10. Cooling Screw Conveyor (CSC-01)

Tabel 3.42 Neraca Panas *Cooling Screw Conveyor*

| Keterangan   | Panas Masuk (KJ/jam) | Panas Keluar (KJ/jam) |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| Input        | 8341,6651            |                       |
| Output       |                      | 725,6093              |
| Pendingin    |                      | 7616,0557             |
| <b>Total</b> | <b>8342,6651</b>     | <b>8342,6651</b>      |

## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Banyak pertimbangan yang menjadi dasar dalam penentuan lokasi pabrik sehingga dapat menguntungkan perusahaan baik dari segi teknik maupun ekonomi. Pabrik *Chromium Trioxide* dari *Sodium Dichromate* ini direncanakan akan didirikan di Tangerang, Banten. Penentuan lokasi tersebut berdasarkan dekatnya lokasi dengan bahan baku *Chromium Trioxide* serta dekat dengan sumber air yang berasal dari sungai Cisadane.



Gambar 4.1 Lokasi Pendirian Pabrik Kabupaten Tangerang banten

#### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Beberapa faktor-faktor primer yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik *Chromium Trioxide* antara lain :

1. Ketersediaan Bahan baku

Bahan baku yang digunakan berasal dari produk dalam negeri. Bahan baku bisa diperoleh di daerah Tangerang dan sekitarnya. Dalam hal ini bahan baku *Sodium Dichromate Dihydrate* diperoleh dan Asam sulfat dari PT. Insoclay Acidatama Indonesia. Penempatan pabrik berada di dekat daerah bahan baku, dengan pertimbangan apabila bahan baku yang dipakai mengalami penyusutan berat dan *volume*, bahan baku mudah rusak dan merubah kualitas, resiko kekurangan bahan baku tinggi.

2. Pemasaran

Pemasaran akan menentukan keuntungan suatu industri. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan antara lain :

- a. Kebutuhan produk baik di masa sekarang maupun di masa mendatang.
- b. Jarak yang ditempuh dari pabrik ke daerah pemasaran.
- c. Pengaruh persaingan yang ada.

3. Utilitas dan Energi

Pendiri pabrik utilitas membutuhkan air, tenaga listrik, dan bahan bakar. Pemenuhan dalam kebutuhan air pabrik ini relatif banyak antara lain digunakan untuk sanitasi, air proses, dan air umpan untuk *boiler*. Karena lokasi pabrik ini dekat dengan sumber air yang berasal dari sungai Cisadane,



maka kebutuhan air dapat dipenuhi. Kebutuhan listrik bisa didapat dari PLN dan generator sebagai cadangan. Bahan bakar untuk pabrik ini mudah diperoleh, karena bahan bakar diperoleh dari unit pemasaran PERTAMINA.

#### 4. Tenaga kerja

Umumnya tenaga kerja dapat dengan mudah dipenuhi dari daerah sekitar lokasi pabrik ataupun di luar pabrik, keterampilannya sesuai dengan kinerja perusahaan. Upah yang berada di Kawasan Tangerang memiliki UMR (Upah Minimum Regional) yang cukup tidak membebani perusahaan. Sehingga ini merupakan langkah positif dalam mendukung pemerintah membuka lapangan pekerjaan berbasis Padat Karya.

#### 5. Transportasi

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pabrik adalah faktor transportasi, baik untuk bahan baku maupun untuk produk-produk yang dihasilkan. Masalah transportasi tidak mengalami kesulitan karena tersedianya sarana perhubungan yang baik. Fasilitas pengangkutan darat dapat dipenuhi dengan adanya jalan raya yang dilalui oleh kendaraan yang bermuatan berat dan fasilitas pengangkutan laut dapat dipenuhi dengan tersedianya pelabuhan-pelabuhan baik di sekitar Tangerang atau daerah sekitarnya seperti pelabuhan Tanjung Priok. Untuk transportasi udara dapat dipenuhi melalui bandara udara di Jakarta.

#### 4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Pabrik

Beberapa faktor-faktor sekunder yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik *Chromium Trioxide* antara lain :

1. Perizinan

Berdasarkan peraturan pemerintah dan peraturan daerah Tangerang, Banten. Beberapa tahun ini pemerintah menggalakkan investasi di daerah, apalagi sekarang ada otonomi untuk daerah tentang perizinan pendirian pabrik.

2. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Keadaan masyarakat disekitar lokasi pabrik akan mempengaruhi pendirian suatu pabrik. Berdasarkan pengamatan di sekitar lokasi pabrik sudah terdapat fasilitas-fasilitas yang memungkinkan karyawan hidup dengan layak, antara lain yaitu : sarana pendidikan, sarana ibadah maupun sarana lainnya. Sehingga kehidupan karyawannya akan lebih tenang dalam menjamin masa depan keluarganya. Sedangkan adat istiadat masyarakat sekitar lokasi pabrik cukup baik, sehingga diharapkan operasi pabrik tidak mengalami gangguan keamanan.

3. Karakteristik lokasi

Struktur dan karakteristik tanah di daerah Tangerang ini bukan masalah lagi. Hal ini mengingat sudah banyak industri yang telah berdiri dimana lokasi ini khusus untuk pabrik-pabrik industri berat. Adanya industri berat yang berdiri dan beroperasi di lokasi tersebut, maka dapat dipastikan bahwa struktur dan karakteristik tanahnya memenuhi syarat.

## 4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Penempatan tata letak peralatan pabrik dan fasilitasnya menjadi bagian penting dalam perancangan pabrik agar mesin berdiri sesuai urutan proses. Tata letak pabrik merupakan pengaturan optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keberlangsungan proses.

Tata letak pabrik atau *plant layout* merupakan tempat kedudukan dari keseluruhan bagian yang ada di dalam pabrik. Tata letak pabrik meliputi tempat perkantoran atau administrasi, tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung proses, Fasilitas karyawan serta tempat lainnya yang mendukung keberlangsungan proses produksi pabrik. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa agar secara ekonomi kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien dan optimal, misalnya lalu lintas barang dan akses karyawan. Selain itu, faktor keamanan juga menjadi hal yang sangat penting. Penempatan alat-alat produksi harus ditata sedemikian rupa agar keamanan dan kenyamanan selama bekerja dapat terjamin. Perancangan tata letak pabrik yang baik memiliki keuntungan yaitu (peters dan Timmerhaus, 2004) :

1. Mengurangi biaya produksi.
2. Meningkatkan pengawasan operasional dan proses.
3. Meningkatkan keselamatan kerja.
4. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi sehingga dapat mengurangi material *handling*.

5. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan.

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian seperti :

- a. Perkantoran

Daerah perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dalam pabrik itu sendiri. Daerah ini biasanya berada di bagian depan area pabrik.

- b. Proses

Daerah proses merupakan tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi. Daerah ini meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, penempatan alat-alat proses dan ruang pengendalian (*control room*). Daerah ini tempat yang terpisah dengan daerah lainnya untuk tujuan keamanan.

- c. Instalasi dan Utilitas

Daerah instalasi dan utilitas merupakan tempat yang menyediakan kebutuhan-kebutuhan penunjang proses, seperti kebutuhan air, steam pemanas, air pendingin, listrik dan bahan bakar.

- d. Fasilitas Umum

Daerah ini merupakan pusat fasilitas umum yang dapat digunakan oleh karyawan meliputi perumahan/mess, poliklinik, tempat ibadah, kantin, taman dan lainnya.

- e. Keamanan

Daerah keamanan dalam rangka mengantisipasi dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan apabila terjadi ledakan, asap, kebakaran, kebocoran gas

beracun dan hal lainnya. Oleh karena itu, perlu disediakan alat pemadam kebakaran di beberapa titik yang berbahaya dan dapat memicu kebakaran.

f. Pengolahan Limbah

Pendirian suatu pabrik juga harus memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Untuk itu perlu adanya daerah khusus yang digunakan sebagai tempat pengolahan limbah agar tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah produksi akan mengalami pengolahan dan pengujian lebih lanjut untuk memastikan batas komponen berbahaya yang terkandung sehingga aman jika dibuang ke lingkungan.

Posisi dari setiap bangunan pabrik harus benar-benar disesuaikan dengan proses yang berjalan, dan juga mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Penambahan perluasan lokasi atau pengembangan dari lokasi baru yang akan dikembangkan dimasa yang akan datang.
- b. Urutan proses produksi dari setiap perbaikan alat dan pemeliharaan agar kondisi alat tetap terjaga.
- c. Distribusi yang ekonomis pada pengadaan air, tenaga listrik, steam proses, dan bahan baku.
- d. Kondisi bangunan yang meliputi luas bangunan dan konstruksi yang memadai atau memenuhi syarat yang ditentukan.
- e. Keselamatan dalam bekerja dengan memperhatikan keamanan untuk menghindari terjadinya kebakaran atau kecelakaan kerja.
- f. Pembuangan limbah cair, gas, maupun padat.

- g. Mempertimbangkan kemungkinan ketika terjadi perubahan tata letak mesin sehingga biaya tidak terlalu tinggi.
- h. Fasilitas seperti tempat parkir, kantin, mushola diatur dengan baik sehingga tidak jauh dari tempat bekerja dan lebih tertata.

Perincian luas tanah yang digunakan sebagai tempat berdirinya pabrik diuraikan dalam tabel dibawah ini :

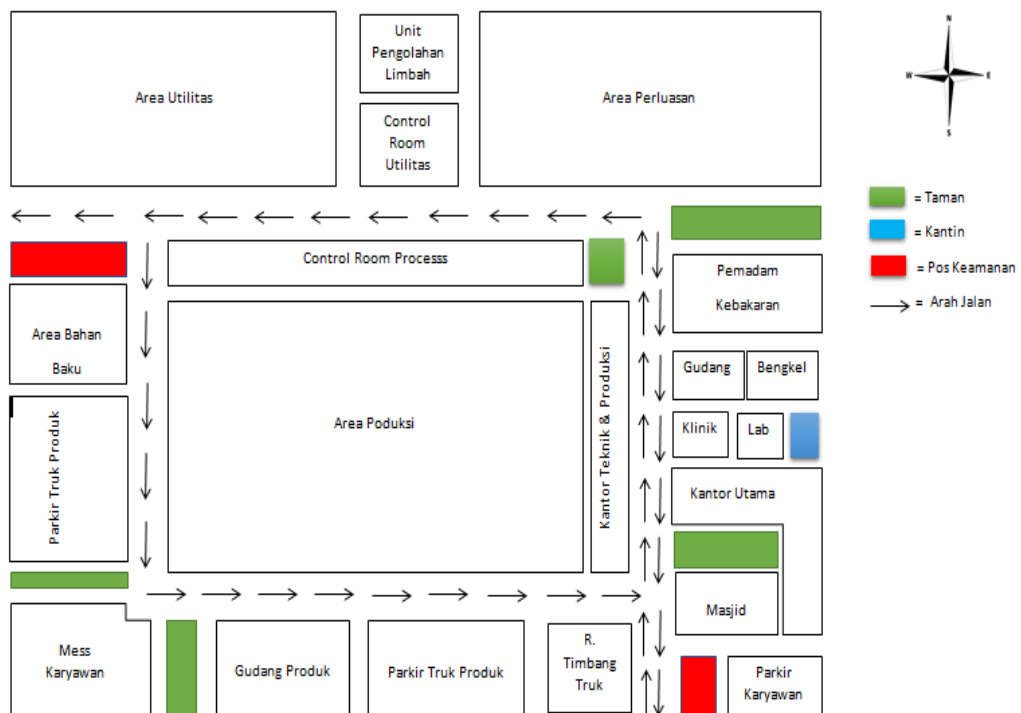
Tabel 4.1 Luas Tanah Bangunan Pabrik

| No | Lokasi                     | Panjang, m | Lebar, m | Luas, m <sup>2</sup> |
|----|----------------------------|------------|----------|----------------------|
| 1  | Area Produksi              | 40         | 25       | 1000                 |
| 2  | Area Utilitas              | 30         | 20       | 600                  |
| 3  | Bengkel                    | 15         | 10       | 150                  |
| 4  | Gudang Peralatan           | 15         | 10       | 150                  |
| 5  | Gudang Produk              | 15         | 10       | 150                  |
| 6  | Kantin                     | 5          | 5        | 25                   |
| 7  | Kantor Teknik dan Produksi | 25         | 10       | 250                  |
| 8  | Kantor Utama               | 20         | 10       | 200                  |
| 9  | Laboratorium               | 5          | 5        | 25                   |
| 10 | Parkit Karyawan            | 20         | 10       | 250                  |
| 11 | Parkir Truk                | 20         | 10       | 200                  |
| 12 | Poliklinik                 | 5          | 5        | 25                   |
| 13 | Pos Keamanan               | 5          | 5        | 25                   |
| 14 | <i>Control Room</i>        | 20         | 10       | 200                  |
| 15 | <i>Control Utilitas</i>    | 7          | 10       | 70                   |
| 16 | Ruang Timbang Truk         | 10         | 5        | 50                   |
| 17 | Area Mess                  | 20         | 15       | 300                  |
| 18 | Masjid                     | 15         | 10       | 150                  |
| 19 | Unit Pemadam Kebakaran     | 25         | 10       | 250                  |

Tabel 4.2.....(lanjutan)

|              |                        |     |     |              |
|--------------|------------------------|-----|-----|--------------|
| 20           | Unit Pengolahan Limbah | 7   | 10  | 70           |
| 21           | Taman 1                | 10  | 5   | 50           |
| 22           | Taman 2                | 10  | 5   | 50           |
| 23           | Jalan                  | 50  | 40  | 2000         |
| 24           | Daerah Perluasan       | 48  | 20  | 960          |
|              | Luas Tanah             | 442 | 280 | 7250         |
|              | Luas Bangunan          |     |     | 4290         |
| <b>Total</b> |                        |     |     | <b>11440</b> |

Tata letak pabrik secara keseluruhan tersaji dalam gambar :



Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik

### 4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

Tata letak dalam perancangan peralatan mesin atau proses pada suatu pabrik ada beberapa faktor yang harus diperhatikan agar perencanaan proses yang akan disusun sesuai dengan alur yang benar, yaitu :

a. Aliran *raw material* dan produk

Penempatan tata letak peralatan proses yang akan dirancang agar sesuai dengan alur proses sesuai ketentuan yang benar, agar juga bisa mendapatkan keuntungan pada pabrik, seperti aspek-aspek analisis ekonomi, serta bisa membantu kelancaran dan keamanan dalam produksi.

b. Aliran udara

Aliran udara seperti gas buangan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini untuk menghindari terjadinya penumpukan pada area kerja yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja, selain itu perlunya memperhatikan arah hembusan angin agar gas buangan dari alat proses tidak mengarah ke pemukiman warga sekitar.

c. Pencahayaan

Pabrik ini akan berjalan atau berproduksi dalam waktu 24 jam per hari, penerangan pada area proses dalam pabrik juga harus memadai terkhusus area yang berbahaya agar tidak terjadi kejadian yang tidak diinginkan seperti kecelakaan dalam pabrik.

d. Lalu lintas kendaraan dan manusia

Lalu lintas sangat penting dalam proses berjalannya produksi, perlu diperhatikan agar semua pekerja bisa mencapai alat proses dengan cepat dan



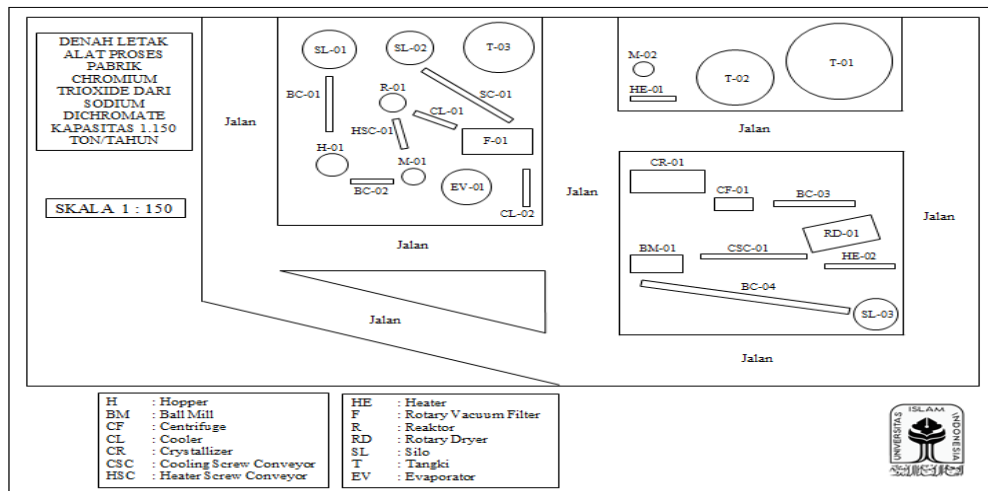
efisien sehingga mudah apabila terjadi gangguan agar bisa segera diatasi, serta jalur evakuasi apabila terjadi kebakaran atau bencana alam bisa ke tempat titik aman kumpul jalur evakuasi agar bisa menjaga keselamatan bersama.

e. Pertimbangan ekonomi

Pertimbangan ekonomi untuk menempatkan alat-alat proses pada pabrik. Hal ini bertujuan untuk menekan *cost* biaya operasi dan perencanaan agar bisa menjamin keamanan serta kelancaran produksi sehingga bisa menggantungkan dari sisi ekonomi.

f. Jarak antar alat proses

Penentuan jarak dari setiap alat di dalam pabrik mempunyai pertimbangan tersendiri, ada yang ditempatkan berjauhan ada juga yang sulit berdekatan. Alat proses yang memiliki tekanan suhu dan operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses yang lainnya agar tidak membahayakan alat proses lainnya apabila terjadi kebakaran atau ledakan pada alat proses tersebut.



Gambar 4.3 Tata Letak Pabrik

## 4.4 Organisasi Perusahaan

### 4.4.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan untuk pabrik *Chromium Trioxide* dari *Sodium Dichromate* ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang modal awalnya diperoleh dari penjualan saham, dimana tiap pemegang saham turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan yang berarti juga ikut memiliki perusahaan. Direncanakan mempunyai klasifikasi berikut :

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

Kapasitas Produksi : 1.150 ton/tahun

Lapangan Usaha : Memproduksi *Chromium Trioxide*

Letak : Tangerang, Banten

Bentuk perusahaan dari pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT).

Dasar pertimbangan dari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut :

1. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari hasil penjualan saham.
2. Perusahaan dilindungi oleh undang-undang
3. Memiliki kebebasan untuk melakukan berbagai aktivitas bisnis, baik jenis atau bidang usaha maupun wilayah operasinya yang lebih luas dan beragam.
4. Tanggung jawab pemegang saham hanya sebatas pada porsi saham yang memiliki dan tidak dapat mencangkup kekayaan pribadi dari pemegang saham.
5. Mudah mengalihkan kepemilikan.
6. Proses pendirian lebih mudah.
7. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari penjualan saham.
8. Demi kelancaran produksi, maka tanggung jawab setiap pemegang saham dipegang oleh pimpinan perusahaan.
9. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, direksi, maupun karyawan.

#### **4.4.2 Struktur Organisasi**

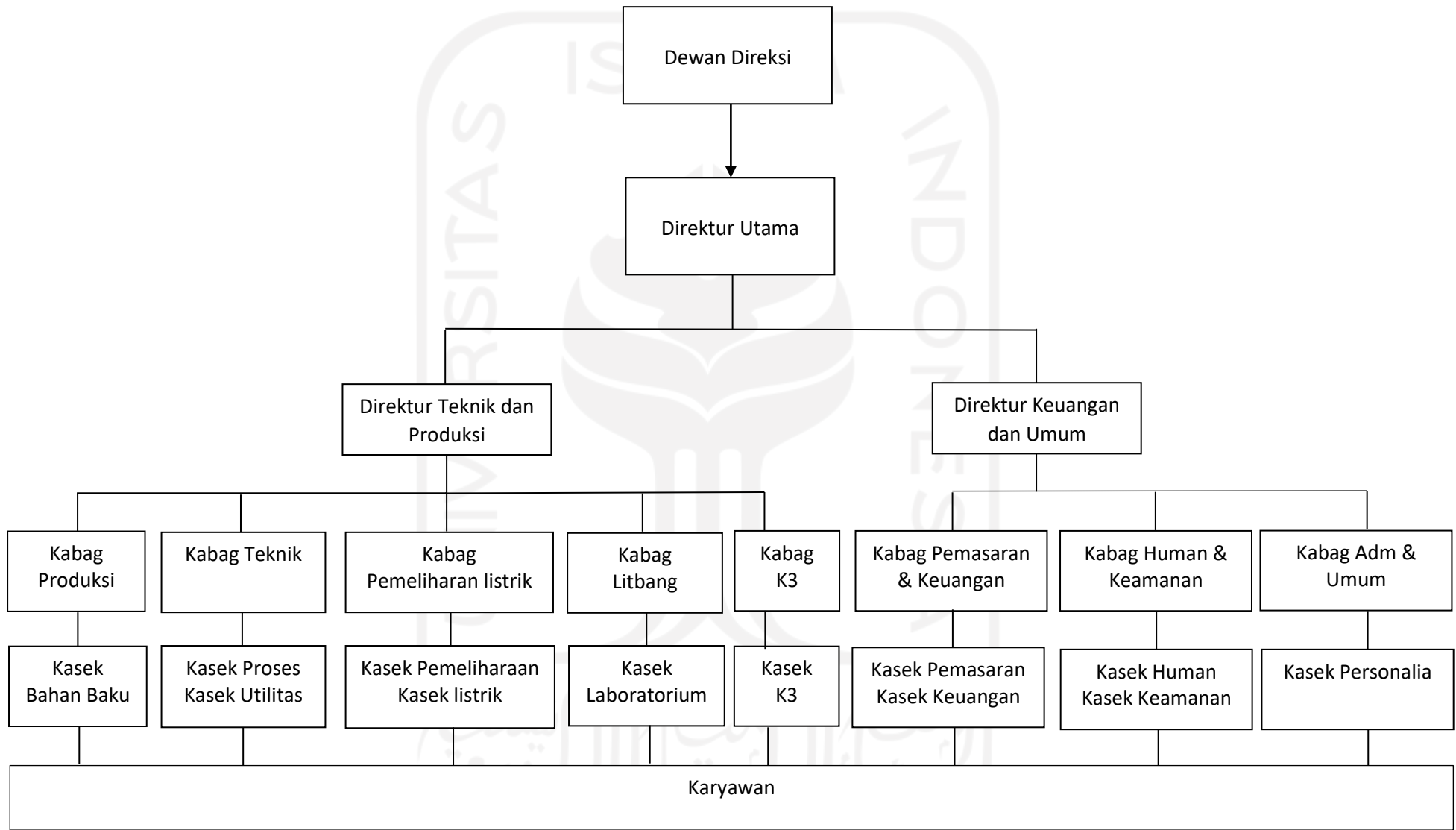
Struktur organisasi yang jelas dan sistematis di dalam suatu perusahaan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kelangsungan dan kemajuan perusahaan karena berhubungan langsung dengan komunikasi dan

kerjasama yang baik antar karyawan sehingga operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik. Setiap perusahaan bisa saja memiliki struktur organisasi yang berbeda beda tergantung pada kebutuhannya masing-masing.

Pada pabrik *Chromium Trioxide* ini struktur organisasi yang dipilih adalah dengan sistem *line and staff*. Kelebihan sistem ini adalah garis 78 kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam hal pembagian tugas kerja, seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada atasan saja. Dalam menjalankan organisasi terdapat dua kelompok yang berpengaruh pada sistem ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line* merupakan orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi untuk mencapai tujuan.
2. Sebagai *staff* merupakan orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, berfungsi memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Dalam menjalankan tugas dan wewenangnya, para pemegang saham yang merupakan pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris, sementara dalam hal tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur di bawahnya. Baik Dewan Komisaris maupun Direktur Utama dipilih oleh para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang merupakan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan.



### **4.4.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.4.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga, para pemilik saham juga merupakan pemilik perusahaan. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut :

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Direksi dan Direktur.
- b. Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.
- c. Mengadakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam setahun.

#### **4.4.3.2 Dewan Direksi**

Dewan direksi merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan bertanggung jawab penuh kepada pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Direksi adalah sebagai berikut :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direksi.
- c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

#### 4.4.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut :

- a. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan.
- b. Bertanggungjawab kepada dewan komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.
- c. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.
- d. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
- e. Mengkoordinir kerjasama antara direktorat bagian dan seksi di bawahnya.

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, antara lain :

##### 1. Direktorat Teknik dan Produksi

Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam merumuskan kebijakan teknik operasi serta mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Direktorat Teknik dan Produksi membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Proses dan Utilitas, Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi, serta Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu.

##### 2. Direktorat Keuangan dan Pemasaran

Direktorat Keuangan dan Pemasaran memiliki tugas dan wewenang dalam menyusun dan mengalokasikan anggaran dan pendapatan perusahaan serta

melaksanakan kebijakan pemasaran. Direktorat Keuangan dan Pemasaran membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Keuangan dan Bagian Pemasaran.

### 3. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum

Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum memiliki tugas dan wewenang dalam hal yang berhubungan dengan administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum membawahi beberapa bagian, antara lain Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan, Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia, serta Bagian Umum dan Keamanan.

#### **4.4.3.4 Kepala Bagian**

Setiap dari kepala bagian memiliki tugas dan wewenang dalam mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktorat yang menaunginya. Bagian-bagian tersebut terdiri dari :

##### a. Bagian Proses dan Utilitas

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.

##### b. Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi.



- c. Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu  
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.
- d. Bagian Keuangan  
Bertanggung jawab terhadap kegiatan pengelolaan keuangan, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
- e. Bagian Pemasaran  
Bertanggung jawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.
- f. Bagian Kesehatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan  
Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta pelestarian lingkungan.
- g. Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia  
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, kesekretariatan dan pengembangan sumber daya manusia.
- h. Bagian Umum dan Keamanan  
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan masyarakat umum serta keamanan perusahaan.

#### **4.4.3.5 Kepala Seksi**

Setiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya. Seksi-seksi tersebut terdiri dari :

a. Seksi Proses

Bertanggung jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.

b. Seksi Utilitas

Bertanggung jawab dalam penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

c. Seksi Pemeliharaan

Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukung proses produksi.

d. Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.

e. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.

f. Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.

g. Seksi K3

Bertanggung jawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

h. Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.

i. Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis dibidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta asset perusahaan.

j. Seksi Personalia

Bertanggung jawab dalam melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian dan pengembangan sumber daya manusia.

k. Seksi Hubungan Masyarakat

Bertanggung jawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri-industri lain.

l. Seksi Keamanan

Bertanggung jawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

#### **4.4.4 Pembagian Jam Karyawan**

Pabrik *Chromium Trioxide* ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari digunakan untuk perbaikan, perawatan dan shutdown. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan dibagi dalam 2 golongan, yaitu karyawan *shift* dan *non shift*.

#### 4.4.4.1 Karyawan *Non Shift*

Karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam 1 minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

a. Hari Senin - Kamis

Jam kerja : pkl 08.00 - 16.00

Jam Istirahat : pkl 12.00 - 13.00

b. Hari Jumat

Jam kerja : pkl 08.00 - 17.00

Jam Istirahat : pkl 11.30 - 13.00

#### 4.4.4.2 Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* antara lain : operator produksi, sebagian dari bagian teknik dan bagian-bagian keamanan.

Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam dengan pengaturan sebagai berikut :

a. *Shift* pagi : Jam 07.00 - 15.00

b. *Shift* sore : Jam 15.00 - 23.00

c. *Shift* malam : Jam 23.00 - 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi dalam 4 regu (A/B/C/D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat, dan dikarenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapatkan giliran 2 hari kerja pada setiap *shift* secara berturut-turut kemudian 2 hari libur dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan ( Zamani, 1998).

Tabel 4.3 Jadwal Pembagian Kelompok *Shift*

| Regu | Hari |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  |
| A    | I    | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |
| B    | II   | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   |
| C    | III  | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  |
| D    |      |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III |

| Regu | Hari |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 16   | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  |
| A    |      | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |
| B    | I    | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     |
| C    | II   | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   |
| D    | III  |     |     | I   | I   | II  | II  | III | III |     |     | I   | I   | II  | II  |

Keterangan : 1,2,3 dst : Hari ke-

A,B,C, D : Regu kerja *Shift*

 : Libur

#### 4.4.5 Status Karyawan

Pada pabrik *Chromium Trioxide* ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

2. Karyawan Harian

Karyawan harian yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapatkan upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan Karyawan borongan merupakan karyawan yang bekerja di pabrik atau perusahaan jika diperlukan saja. Karyawan ini menerima gaji borongan untuk suatu pekerjaan yang telah disetujui.

#### 4.4.6 Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan *chromium trioxide* ini terbagi menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut :

### 1. Gaji Bulanan

Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan dan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya.

### 2. Gaji Harian

Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau butuh dan karyawan borongan.

### 3. Gaji Lembur

Gaji lembur merupakan gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

#### 4.4.7 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

Penggolongan jabatan, jumlah karyawan, gaji dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

| No | Jabatan                         | Jumlah | Pendidikan | Gaji/Bulan     |
|----|---------------------------------|--------|------------|----------------|
| 1  | Direktur Utama                  | 1      | S1         | Rp. 35.000.000 |
| 2  | Direktur Teknik dan Produksi    | 1      | S1         | Rp. 33.250.000 |
| 3  | Direktur Keuangan dan Umum      | 1      | S1         | Rp. 33.250.000 |
| 4  | Staff Ahli                      | 1      | S1         | Rp. 15.000.000 |
| 5  | Ka. Bag. Produksi               | 1      | S1         | Rp. 10.000.000 |
| 6  | Ka. Bag. Teknik                 | 1      | S1         | Rp. 10.000.000 |
| 7  | Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan | 1      | S1         | Rp. 10.000.000 |
| 8  | Ka. Bag. Administrasi dan Umum  | 1      | S1         | Rp. 10.000.000 |

Tabel 4.4 .....(lanjutan)

|    |                                   |   |       |                |
|----|-----------------------------------|---|-------|----------------|
| 9  | Ka. Bag. Litbang                  | 1 | S1    | Rp.10.000.000  |
| 10 | Ka. Bag. Humas dan Keamanan       | 1 | S1    | Rp. 10.000.000 |
| 11 | Ka. Bag. K3                       | 1 | S1    | Rp. 10.000.000 |
| 12 | Ka. Bag. Pem. Listrik & Instrumen | 1 | S1    | Rp. 10.000.000 |
| 13 | Ka. Sek Utilitas                  | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 14 | Ka Sek. Proses                    | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 15 | Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk    | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 16 | Ka. Sek. Pemeliharaan             | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 17 | Ka. Sek. Listrik dan Instrumen    | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 18 | Ka. Sek. Laboratorium             | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 19 | Ka. Sek. Keuangan                 | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 20 | Ka. Sek. Pemasaran                | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 21 | Ka. Sek Personalia                | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 22 | Ka. Sek. Humas                    | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 23 | Ka. Sek. Keamanan                 | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 24 | Ka. Sek. K3                       | 1 | S1    | Rp. 7.500.000  |
| 25 | Karyawan personalia               | 4 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |
| 26 | Karyawan Humas                    | 4 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |
| 27 | Karyawan Litbang                  | 4 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |
| 28 | Karyawan Pembelian                | 4 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |
| 29 | Karyawan pemasaran                | 4 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |
| 30 | Karyawan Administrasi             | 4 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |
| 31 | Karyawan Kas/Anggaran             | 4 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |
| 32 | Karyawan Proses                   | 9 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |
| 33 | Karyawan Pengendalian             | 4 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |
| 34 | Karyawan Laboratorium             | 4 | S1/D3 | Rp. 6.000.000  |



Tabel 4.4 .....(lanjutan)

|       |                       |     |       |                 |
|-------|-----------------------|-----|-------|-----------------|
| 35    | Karyawan Pemeliharaan | 4   | S1/D3 | Rp. 6.000.000   |
| 36    | Karyawan Utilitas     | 9   | S1/D3 | Rp. 6.000.000   |
| 37    | Karyawan K3           | 4   | S1/D3 | Rp. 6.000.000   |
| 38    | Dokter                | 1   | S1    | Rp. 6.000.000   |
| 39    | Perawat               | 2   | D3    | Rp. 4.800.000   |
| 40    | Satpam                | 6   | SMA/K | Rp. 4.300.000   |
| 41    | Supir                 | 4   | SMA/K | Rp. 4.300.000   |
| 42    | Cleaning Service      | 2   | SMA/K | Rp. 4.300.000   |
| Total |                       | 101 |       | Rp. 725.700.000 |

#### 4.4.8 Ketenagakerjaan

Setiap karyawan mempunyai hak dalam hal ketenagakerjaan seperti yang tertuang dalam peraturan perundang-undangan. Hak-hak tersebut antara lain:

##### 1. Tunjangan

Tunjangan karyawan terdiri dari :

- a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
- d. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.

## 2. Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional dihitung sebagai libur kerja. Sedangkan bagi karyawan *shift*, hari libur nasional dihitung sebagai kerja lembur (*overtime*).

## 3. Hak Cuti

Hak cuti karyawan terdiri dari :

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun. Apabila hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang di tahun tersebut.
- b. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter, termasuk kepada karyawan wanita yang melahirkan.

## 4. Fasilitas Karyawan

Dalam rangka meningkatkan produktivitas karyawan, perusahaan menyediakan berbagai fasilitas yang dapat digunakan oleh karyawan untuk menjaga kondisi jasmani dan rohani 101 karyawan, sehingga mereka tidak merasa jenuh dalam menjalankan pekerjaan sehari-hari dan kegiatan dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Fasilitas yang disediakan perusahaan meliputi:

### a. Poliklinik

Poliklinik disediakan bertujuan untuk menjaga kesehatan karyawan yang merupakan salah satu hal yang berpengaruh dalam efisiensi

produksi pabrik. Poliklinik yang disediakan ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya kepada semua karyawan untuk menghindari kesenjangan antar karyawan. Selain itu, perusahaan menyediakan masker dan berbagai alat pelindung diri (APD) lain sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan Minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang. Makanan dan minuman direncanakan akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk perusahaan.

d. Tempat Ibadah

Tempat ibadah yang disediakan perusahaan berupa masjid, agar karyawan tetap dapat melaksanakan kewajiban rohani dan aktivitas keagamaan lainnya.

e. Transportasi

Untuk meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan menyediakan alat transportasi bagi karyawan yang tidak menggunakan transportasi pribadi berupa *shuttle bus*. Bus akan beroperasi di beberapa titik tempat tinggal karyawan untuk mengantar dan menjemput karyawan saat akan berangkat dan pulang bekerja.

## 5. Jaminan Ketenagakerjaan

Perusahaan menyediakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan yang dikelola oleh Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK). Ruang lingkup jaminan sosial tenaga kerja meliputi :

### a. Jaminan Kecelakaan Kerja

- Biaya pengangkutan
- Biaya pemeriksaan, pengobatan dan perawatan.
- Biaya rehabilitasi.
- Santunan berupa uang yang meliputi : santunan sementara tidak mampu bekerja, santunan cacat sebagian atau selamanya, santunan cacat total untuk selamanya baik fisik maupun mental dan santunan kematian .

### b. Jaminan Kematian

- Biaya pemakaman.
- Santunan berupa uang.

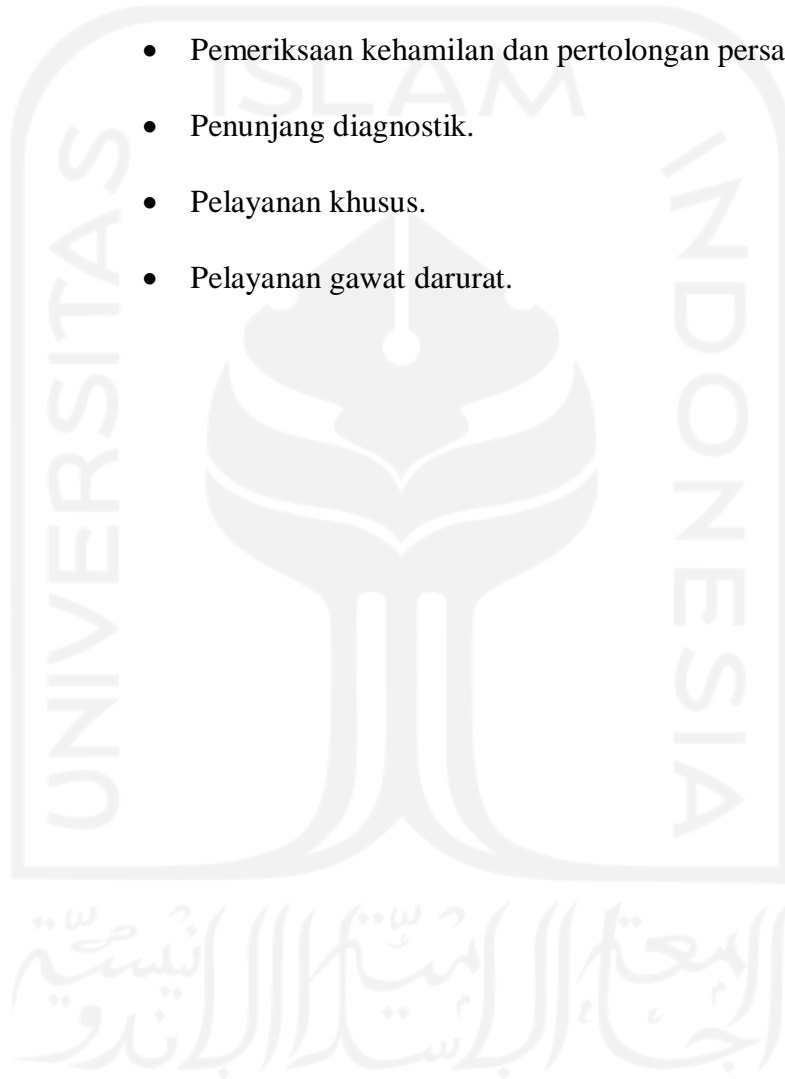
### c. Jaminan Hari Tua

Jaminan hari tua dibayarkan secara sekaligus atau berkala, atau sebagian dan berkala kepada tenaga kerja karena :

- Telah mencapai usia 55 (lima puluh lima tahun), atau
- Cacat total tetap setelah ditetapkan dokter. Dalam hal tenaga kerja meninggal dunia, Jaminan Hari Tua dibayarkan kepada janda atau duda atau anak yatim piatu.

d. Jaminan Pemeliharaan Kesehatan

- Rawat jalan tingkat pertama.
- Rawat jalan tingkat lanjutan.
- Rawat inap.
- Pemeriksaan kehamilan dan pertolongan persalinan.
- Penunjang diagnostik.
- Pelayanan khusus.
- Pelayanan gawat darurat.

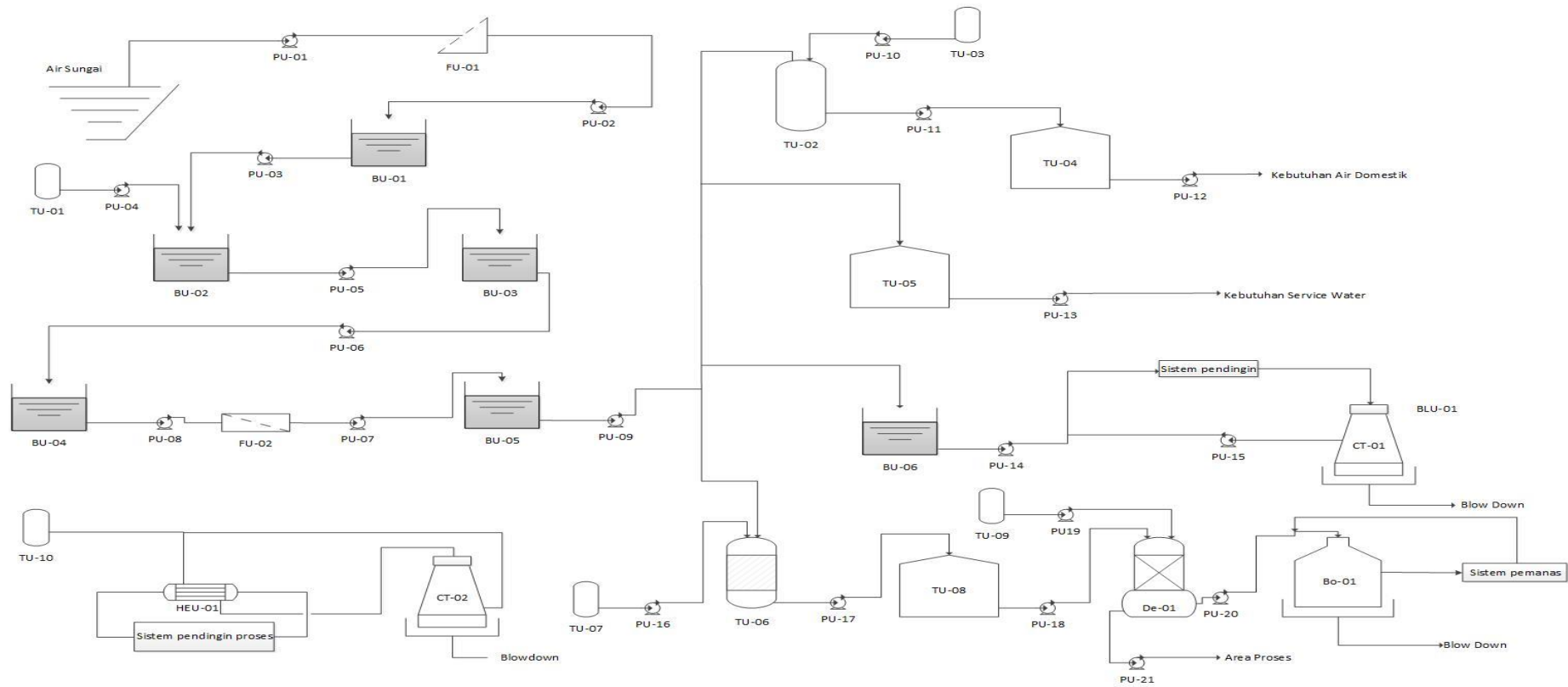


## **BAB V**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang adalah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik pabrik *chromium trioxide* ini, meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit *Steam*
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah



Gambar 5.1 Unit Utilitas

Keterangan :

1. PU-01-21 : Pompa Utilitas
2. FU-01 : *Screening*
3. BO-01 : *Boiler*
4. BU-01 : Bak Sedimentasi
5. TU-01 : Tangki Alum
6. BU-02 : Bak Koagulasi dan Flokulasi
7. SF-01 : *Sand Filter*
8. BU-03 : Bak Pengendapan 1
9. TU-02 : Tangki Klorinasi
10. TU-03 : Tangki Kaporit
11. TU-04 : Tangki Air Bersih
12. TU-05 : Tangki *Service Water*
13. TU-06 : Tangki NaCl
14. BU-04 : Bak Pengendapan II
15. BU-05 : Bak Penampungan Sementara
16. CT-01 : *Cooling Tower*
17. MB-01 : *Mixed Bed*
18. TU-07 : Tangki Air Demin
19. TU-08 : Tangki  $N_2H_4$
20. BU-06 : Bak Air Pendingin
21. DE-01 : Deaerator
22. BLU-1 : *Blower Cooling Tower*



## 5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik. Dalam perancangan pabrik *chromium trioxide* ini, sumber air yang digunakan adalah sumber air Sungai Cisadane. Berikut beberapa pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber air.

- a. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan relatif murah, sedangkan pengolahan air laut lebih rumit dan biaya pengolahan biasanya lebih tinggi karena lebih banyak kandungan garam mineral di dalamnya yang perlu dipisahkan. Tetapi dengan faktor letak pabrik yang dekat dengan sumber air sungai.
- b. Air Sungai merupakan sumber kontinyu yang tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari.

Berikut ini merupakan kebutuhan air yang diperlukan untuk aktivitas pabrik *chromium trioxide* yang akan berdiri di Tangerang, Banten :

### 5.1.1 Air Kebutuhan Umum

#### 5.1.1.1 Air Domestik (*Domestic water*)

*Domestic water* air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, toilet, perumahan dan sebagainya. Air domestik yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti :

- Air jernih
- Tidak berbau

- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

Tabel 5.1 Kebutuhan Air Domestik

| Penggunaan    | Jumlah kg/jam          |
|---------------|------------------------|
| Kantor        | 389,0576 kg/jam        |
| Mess          | 181,25 kg/jam          |
| <b>Jumlah</b> | <b>570,3076 kg/jam</b> |

#### 5.1.1.2 Air Layanan Umum (*Service Water*)

*Service water* merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, masjid dan lain-lain. Kriteria *service water* yang digunakan sama seperti *domestic water*. Dan kebutuhan air *hydrant* pada kebutuhan air yang digunakan untuk pemadam kebakaran apabila terjadi timbulnya api atau kebakaran suatu tempat di dalam pabrik, kebutuhan air *hydrant* bersifat kondisional yang sewaktu-waktu dibutuhkan ketika kebutuhan mendesak yang harus dipadamkan apabila terjadi kebakaran. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu :

- Syarat fisika, meliputi :
  - Suhu : dibawah suhu udara
  - Warna : jernih
  - Rasa : tidak berasa

- Bau : tidak berbau
- b. Syarat Kimia, meliputi :
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
  - Tidak mengandung bahan beracun.
  - Tidak mengandung bakteri terutama patogen yang dapat merubah fisik air.

Total perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum (*service water*) seperti bengkel, laboratorium 3049 kg/jam.

### 5.1.1.3 Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada proses produksi. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakannya air pendingin sebagai media pendingin, antara lain :

- a. Air pendingin diperoleh dengan mudah dan dalam jumlah besar.
- b. Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan.
- c. Memiliki daya serap terhadap panas per satuan *volume* cukup tinggi.
- d. Tidak terdekomposisi.

Namun, terdapat beberapa syarat kandungan zat yang tidak diperbolehkan ada dalam air pendingin, seperti :

- a. Besi, karena dapat menyebabkan korosi.
- b. Silika, karena dapat menyebabkan kerak.
- c. Oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.

- d. Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada film *corrosion inhibitor*, penurunan *heat exchanger coefficient* dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

Kebutuhan air pendingin pada pabrik *chromium trioxide* ini perancangan dibuat *over design* sebesar 20% maka kebutuhan air pendingin menjadi sebesar 1807,6065 kg/jam.

Tabel 5.2 Kebutuhan Air Pendingin

| No.           | Nama Alat                        | Kode     | Kebutuhan Air (Kg/Jam) |
|---------------|----------------------------------|----------|------------------------|
| 1             | <i>Cooler -01</i>                | CL - 01  | 541,4980               |
| 2             | <i>Cooler -02</i>                | CL - 02  | 141,6882               |
| 3             | <i>Reaktor-01</i>                | R - 01   | 419,5759               |
| 4             | <i>Crystalizer-01</i>            | CR - 01  | 282,1085               |
| 5             | <i>Cooling Screw Conveyor-01</i> | CSC - 01 | 121,4682               |
| <b>Jumlah</b> |                                  |          | <b>1506,3387</b>       |

#### 5.1.1.4 Air Proses

Air proses merupakan air yang digunakan air yang digunakan untuk bisa memenuhi kebutuhan air pada area proses produksi. Air proses yang digunakan harus memenuhi persyaratan seperti :

- Air jernih
- Tidak berbau dan berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik

Kebutuhan air proses pada pabrik *chromium trioxide* ini digunakan alat *Mixer* 01 (M-01) sebesar 78,2757 kg/jam , *Mixer* 02 (M-02) sebesar 6,4414 kg/jam, dan *Rotary Vacuum Filter* (F-01) sebesar 74,0166 kg/jam.

Tabel 5.3 Kebutuhan Air Demin

| No            | Nama Alat                   | Kode   | Jumlah (Kg/Jam) |
|---------------|-----------------------------|--------|-----------------|
| 1             | <i>Mixer-01</i>             | M - 01 | 78,2757         |
| 2             | <i>Mixer-02</i>             | M - 02 | 6,4414          |
| 3             | <i>Rotary Vacuum Filter</i> | F - 01 | 74,0166         |
| <b>Jumlah</b> |                             |        | <b>158,7337</b> |

#### 5.1.1.5 Total Kebutuhan Air

Tabel 5.4 Total Kebutuhan Air

| No.          | Keperluan             | Jumlah (Kg/Jam)  |
|--------------|-----------------------|------------------|
| 1            | <i>Domestic Water</i> | 570,3076         |
| 2            | <i>Service Water</i>  | 150              |
| 3            | <i>Cooling Water</i>  | 1560,8810        |
| 4            | <i>Process Water</i>  | 158,7337         |
| 5            | <i>Steam Water</i>    | 609,0266         |
| <b>Total</b> |                       | <b>3048,9489</b> |

## 5.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Unit Pembangkit *Steam* bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi. Direncanakan *boiler* menghasilkan *steam* jenuh (*saturated steam*) pada tekanan 4,7 atm dan suhu 150 °C.

Tabel 5.5 Kebutuhan *Steam*

| No           | Nama Alat                    | Kode     | Jumlah (kg/jam) |
|--------------|------------------------------|----------|-----------------|
| 1            | <i>Heater Screw Conveyor</i> | HSC - 01 | 121,4682        |
| 2            | <i>Heater</i>                | HE - 01  | 4,4463          |
| 3            | <i>Heater</i>                | HE - 02  | 166,4868        |
| 4            | <i>Evaporator</i>            | EV - 01  | 180,4454        |
| <b>Total</b> |                              |          | <b>472,8467</b> |

## 5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik di pabrik ini diperoleh dari PLN, selain dari PLN listrik cadangan didapatkan dari generator pabrik apabila listrik dari PLN mengalami kendala. Hal ini bertujuan agar pasokan listrik dapat berlangsung kontinyu dan tidak ada gangguan listrik yang padam.

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain :

- Listrik untuk AC
- Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- Listrik untuk penerangan
- Listrik untuk instrumentasi

Kelebihan menggunakan listrik PLN adalah biayanya murah, sedangkan kekurangan menggunakan listrik PLN adalah kontinyu dari penyediaan listrik tenaganya tidak tetap dan kurang terjamin.

Tabel 5.6 Daya Alat Proses

| NO           | Alat                             | Kode Alat | Daya           |                   |
|--------------|----------------------------------|-----------|----------------|-------------------|
|              |                                  |           | Hp             | Watt              |
| 1            | <i>Mixer</i>                     | M – 01    | 15             | 11185,5           |
| 2            | <i>Mixer</i>                     | M – 02    | 0,75           | 559,275           |
| 3            | <i>Reaktor</i>                   | R – 01    | 0,125          | 93,2125           |
| 4            | <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> | F – 01    | 0,05           | 37,285            |
| 5            | <i>Crystalizer</i>               | CR – 01   | 0,125          | 93,2125           |
| 6            | <i>Centrifuge</i>                | CF – 01   | 0,05           | 37,285            |
| 7            | <i>Rotary Dryer</i>              | RD – 01   | 3              | 2237,1            |
| 8            | <i>Ball Mill</i>                 | BM – 01   | 0,75           | 559,275           |
| 9            | <i>Screw Conveyor</i>            | SC – 01   | 0,125          | 93,2125           |
| 10           | <i>Cooling Screw Conveyor</i>    | CSC – 01  | 0,05           | 37,285            |
| 11           | <i>Heater Screw Conveyor</i>     | HSC – 01  | 0,05           | 37,285            |
| 12           | <i>Belt Conveyor</i>             | BC – 01   | 0,333          | 248,567           |
| 13           | <i>Belt Conveyor</i>             | BC – 02   | 0,5            | 372,850           |
| 14           | <i>Belt Conveyor</i>             | BC – 03   | 0,33           | 248,567           |
| 15           | <i>Belt Conveyor</i>             | BC – 04   | 0,5            | 372,850           |
| 16           | <i>Pompa Proses</i>              | P – 01    | 0,0833         | 62,1417           |
| 17           | <i>Pompa Proses</i>              | P – 02    | 0,125          | 93,2125           |
| 18           | <i>Pompa Proses</i>              | P – 03    | 0,167          | 124,283           |
| 19           | <i>Pompa Proses</i>              | P – 04    | 0,25           | 186,425           |
| 20           | <i>Pompa Proses</i>              | P – 05    | 0,25           | 186,425           |
| 21           | <i>Pompa Proses</i>              | P – 06    | 0,125          | 93,2125           |
| <b>Total</b> |                                  |           | <b>22,7417</b> | <b>16958,4608</b> |

Tabel 5.7 Daya Alat Utilitas

| NO           | Alat                        | Kode Alat | Daya          |                  |
|--------------|-----------------------------|-----------|---------------|------------------|
|              |                             |           | Hp            | Watt             |
| 1            | Kompresor Udara Tekan       | KU – 01   | 0,33          | 248,5667         |
| 2            | <i>Blower Cooling Tower</i> | BL – 01   | 0,25          | 186,4250         |
| 3            | Pompa                       | PU - 01   | 0,5           | 372,8500         |
| 4            | Pompa                       | PU – 02   | 0,5           | 372,8500         |
| 5            | Pompa                       | PU – 03   | 0,5           | 372,8500         |
| 6            | Pompa                       | PU – 04   | 0,05          | 37,2850          |
| 7            | Pompa                       | PU – 05   | 0,5           | 372,8500         |
| 9            | Pompa                       | PU – 06   | 0,5           | 372,8500         |
| 10           | Pompa                       | PU – 07   | 0,33          | 248,5667         |
| 11           | Pompa                       | PU – 08   | 0,5           | 372,8500         |
| 12           | Pompa                       | PU – 09   | 0,75          | 559,2750         |
| 13           | Pompa                       | PU – 10   | 0,05          | 37,2850          |
| 14           | Pompa                       | PU – 11   | 0,167         | 124,2833         |
| 15           | Pompa                       | PU – 12   | 0,75          | 559,2750         |
| 16           | Pompa                       | PU – 13   | 0,167         | 124,2833         |
| 17           | Pompa                       | PU – 14   | 0,33          | 248,5667         |
| 18           | Pompa                       | PU – 15   | 0,33          | 248,5667         |
| 19           | Pompa                       | PU – 16   | 0,05          | 37,2850          |
| 20           | Pompa                       | PU – 17   | 0,25          | 186,4250         |
| 21           | Pompa                       | PU – 18   | 0,125         | 93,2125          |
| 22           | Pompa                       | PU – 19   | 0,05          | 37,2850          |
| 23           | Pompa                       | PU – 20   | 0,125         | 93,2125          |
| 24           | Pompa                       | PU – 21   | 0,167         | 124,2833         |
| <b>Total</b> |                             |           | <b>7,2833</b> | <b>5431,1817</b> |

Tabel 5.8 Kebutuhan Listrik Pabrik

| No           | Keperluan             | Kebutuhan (Kw) |
|--------------|-----------------------|----------------|
| 1            | <i>Power Plant</i>    | 16,9585        |
| 2            | Utilitas              | 5,4312         |
| 3            | Alat Kontrol          | 5,60           |
| 4            | Penerangan            | 3,36           |
| 5            | Peralatan Kantor      | 3,36           |
| 6            | Bengkel, Laboratorium | 3,36           |
| 7            | Perumahan             | 10             |
| <b>Total</b> |                       | <b>48,0624</b> |



#### **5.4 Unit Penyedia Udara Tekan**

Pada unit penyedia udara tekan mempunyai fungsi untuk menyediakan kebutuhan udara yang dibutuhkan semua dari alat *controller* memenuhi kebutuhan udara tekan untuk alat-alat yang bekerja dengan prinsip pneumatic terutama alat-alat kontrol. Pada dasarnya, proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 3,73824 m<sup>3</sup>/jam dengan tekanan 5,4 atm.

#### **5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar**

Pada unit penyedia bahan bakar bertujuan menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada *boiler*. Bahan bakar yang digunakan adalah solar sebesar 42,9801 kg/jam.

#### **5.6 Unit Pengolahan Limbah**

Limbah merupakan bahan sisa buangan dari suatu proses produksi industri pabrik yang sudah tidak terpakai lagi. Pengolahan limbah pabrik *chromium trioxide* ini terbagi menjadi tiga jenis yaitu cair, limbah gas, dan limbah padat. Limbah dari proses produksi pabrik harus dikondisikan agar tidak terjadi pencemaran lingkungan seperti kematian ikan, merusak tanaman, keracunan pada hewan maupun gangguan kesehatan manusia. Limbah ini diolah di Unit Pengolahan Limbah yang menghasilkan sebagai berikut :

### 5.6.1 Limbah Cair

Limbah cair adalah suatu limbah yang sudah terbuang oleh proses produksi dan tidak digunakan lagi yang berupa cairan terutama suatu senyawa organik yang tidak bisa diuraikan mikroorganisme di alam dan dihasilkan dari arus keluaran unit evaporator berupa uap air dan langsung dibuang kembali ke sungai, limbah lainnya berasal dari :

- Limbah sanitasi

Limbah sanitasi mengandung bakteri-bakteri dari berbagai sumber kotoran. Limbah sanitasi berasal dari air hasil buangan limbah domestik yang dipakai sebagai keperluan pabrik maupun perkantoran. Air buangan ini tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya. Yang perlu diperhatikan disini adalah volume buangan yang diijinkan dan kemana pembuangan air limbah ini.

## 5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

### 5.7.1 Perancangan Alat Pengolahan Air

#### 1. *Screening* (FU – 01)

Tabel 5.9 Spesifikasi *Screening*

| <b>Spesifikasi umum</b>  |  |
|--------------------------|--|
| Nama Alat                | <i>Screening</i> / Saringan                    |
| Kode                     | (FU – 01)                                      |
| Fungsi                   | Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar |
| <b>Dimensi</b>           |  |
| Diameter lubang saringan | 1 cm   |
| Panjang saringan         | 3 ft   |
| Lebar saringan           | 2 ft   |
| Jumlah air yang diolah   | 3048,9489 kg/jam                               |

## 2. Bak Pengendapan Awal (B – 01) / Sedimentasi

Tabel 5.10 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi

| <b>Spesifikasi umum</b>   |  |
|---------------------------|--|
| Nama alat                 | Bak Pengendapan Awal / Sedimentasi               |
| Kode                      | (B – 01)   |
| Fungsi                    | Mengendapan kotoran yang terbawa dari air sungai |
| Bentuk                    | Seperti balok                                    |
| Bahan                     | Beton bertulang                                  |
| Volume                    | 21,9711 m <sup>3</sup>                           |
| Waktu tinggal             | 6 jam  |
| Over design               | 20 %   |
| <b>Dimensi</b>            |  |
| Tinggi                    | 1,7644 m   |
| Panjang                   | 3,5288 m   |
| Lebar                     | 3,5288 m   |
| Kapasitas bak pengendapan | 3,6618 m <sup>3</sup> /jam                       |

## 3. Bak Flokulator / Bak Penggumpal (B – 02)

Tabel 5.11 Spesifikasi Bak Flokulator/Bak Penggumpal

| <b>Spesifikasi umum</b>   |  |
|---------------------------|--|
| Nama alat                 | Bak Flokulator / Bak Penggumpal  |
| Kode                      | (B – 02)   |
| Fungsi                    | Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran |
| Volume bak                | 3,0489 m <sup>3</sup>  |
| Over Design               | 20 %   |
| Waktu pengendapan         | 1 jam  |
| <b>Dimensi</b>            |  |
| Diameter                  | 1,6704 m   |
| Tinggi                    | 1,6704 m   |
| Bentuk                    | Silinder tegak   |
| <b>Jenis pengaduk</b>     |  |
| Jenis pengaduk            | <i>Marine propeller 3 blade</i>  |
| Diameter <i>impeller</i>  | 0,5568 m   |
| Jarak <i>impeller</i>     | 0,4176 m   |
| Jarak cairan dalam tangki | 1,5034 m   |
| Jumlah <i>baffle</i>      | 4 buah   |
| Lebar <i>baffle</i>       | 0,0557 m   |
| Jumlah <i>impeller</i>    | 1  |
| Power motor               | 2 Hp   |

#### 4. Tangki Larutan Alum (TU – 01)

Tabel 5.12 Spesifikasi Tangki Larutan Alum

| <b>Spesifikasi umum</b>    |   |
|----------------------------|---|
| Nama alat                  | Tangki Larutan Alum ( tawas)              |
| Kode                       | (TU – 01)                                 |
| Fungsi                     | Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % |
| Keb 5 % larutan alum       | 0,0005 Kg/jam                             |
| Waktu penyimpanan          | 2 minggu                                  |
| Konsentrasi alum dalam air | 425 ppm                                   |
| Bentuk                     | Silinder tegak                            |
| <i>Over design</i>         | 20 %                                      |
| <i>Volume alum</i>         | 0,1569 m <sup>3</sup>                     |
| Diameter                   | 0,4640 m                                  |
| Tinggi                     | 0,9281 m                                  |

#### 5. Bak Pengendapan I (BU – 01)

Tabel 5.13 Spesifikasi Bak Pengendapan I

| <b>Spesifikasi umum</b>   |  |
|---------------------------|--|
| Nama alat                 | Bak Pengendapan I  |
| Kode                      | (BU – 01)  |
| Fungsi                    | Mengendapan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi) |
| Waktu tinggal             | 6 jam  |
| Bentuk                    | Bak persegi  |
| Bahan                     | Beton bertulang  |
| <i>Volume</i>             | 21,9711 m <sup>3</sup>   |
| <i>Over design</i>        | 20 %   |
| <b>Dimensi</b>            |  |
| Tinggi                    | 1,7644 m   |
| Panjang                   | 3,5288 m   |
| Lebar                     | 3,5288 m   |
| Kapasitas bak pengendapan | 3,6618 m <sup>3</sup> /jam   |

## 6. Bak Pengendapan II ( BU – 02)

Tabel 5.14 Spesifikasi Bak Pengendapan II

| <b>Spesifikasi umum</b>   |   |
|---------------------------|---|
| Nama alat                 | Bak Pengendapan II  |
| Kode                      | (BU – 02)   |
| Fungsi                    | Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi O <sup>2</sup> ) |
| Waktu tinggal             | 6 jam   |
| Bentuk                    | Bak persegi   |
| Bahan                     | Beton bertulang   |
| Volume                    | 21,9711 m <sup>3</sup>  |
| Over design               | 20 %  |
| <b>Dimensi</b>            |   |
| Tinggi                    | 1,7644 m  |
| Panjang                   | 3,5288 m  |
| Lebar                     | 3,5288 m  |
| Kapasitas bak pengendapan | 3,6618 m <sup>3</sup> /jam  |

## 7. Bak Saringan Pasir / Sand Filter (FU – 02)

Tabel 5.15 Bak Saringan Pasir / Sand Filter

| <b>Spesifikasi umum</b> |   |
|-------------------------|---|
| Nama alat               | Bak Saringan Pasir  |
| Kode                    | (FU – 02)   |
| Fungsi                  | Menyaring partikel – partikel halus yang ada dalam air sungai |
| Kecepatan penyaringan   | 3 gpm/ft <sup>2</sup>   |
| Diameter partikel       | 0,0394 in   |
| Material                | Spheres   |
| Tinggi lapisan pasiran  | 1,7025 m  |
| <b>Dimensi</b>          |   |
| Volume                  | 0,8493 m <sup>3</sup>   |
| Tinggi                  | 0,5966 m  |
| Panjang                 | 1,1932 m  |
| Lebar                   | 1,1932 m  |

## 8. Bak Penampungan Sementara (BU – 03)

Tabel 5.16 Bak Penampungan Sementara

| <b>Spesifikasi umum</b>   |   |
|---------------------------|---|
| Nama alat                 | Bak Penampungan Sementara   |
| Kode                      | (BU – 03)   |
| Fungsi                    | Menampung sementara <i>raw water</i> setelah disaring di <i>sand filter</i> |
| Waktu tinggal             | 1 jam   |
| Bentuk                    | Bak persegi   |
| Bahan                     | Beton Bertulang   |
| Volume                    | 3,0489 m <sup>3</sup>   |
| Over design               | 20 %  |
| <b>Dimensi</b>            |   |
| Tinggi                    | 0,9707 m  |
| Panjang                   | 1,9419 m  |
| Lebar                     | 1,9419 m  |
| Kapasitas bak penampungan | 3,0489 m <sup>3</sup>   |

### 5.7.2 Pengolahan Air Sanitasi (*Domestic Water*)

#### 1. Tangki Klorinasi / Karbon aktif (TU – 02)

Tabel 5.17 Spesifikasi Tangki Klorinasi

| <b>Spesifikasi umum</b> |   |
|-------------------------|---|
| Nama alat               | Tangki Klorinasi  |
| Kode                    | (TU – 02)   |
| Fungsi                  | Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga |
| Waktu tinggal           | 1 jam   |
| Bentuk                  | Tangki silinder berpengaduk   |
| Over design             | 20 %  |
| <b>Dimensi</b>          |   |
| Volume                  | 0,6844 m <sup>3</sup>   |
| Diameter                | 0,9553 m  |
| Tinggi                  | 0,9553 m  |
| Kapasitas               | 0,5703 m <sup>3</sup> /jam  |

## 2. Tangki Kaporit (TU – 03)

Tabel 5.18 Spesifikasi Tangki Kaporit

| <b>Spesifikasi umum</b>     |  |
|-----------------------------|--|
| Nama alat                   | Tangki Kaporit   |
| Kode                        | (TU – 03)  |
| Fungsi                      | Menampung kebutuhan kaporit selama 2 bulan yang akan dimasukkan kedalam tangki klorinasi (TU-03) |
| Waktu tinggal               | 8 minggu   |
| Bentuk                      | Silinder tegak   |
| Kebutuhan kaporit           | 0,0041 Kg  |
| Kebutuhan kaporit (60 hari) | 5,9044 Kg  |
| <i>Over design</i>          | 20 %   |
| <b>Dimensi</b>              |  |
| Volume                      | 0,0030 m <sup>3</sup>  |
| Diameter                    | 0,1566 m   |
| Tinggi                      | 0,1566 m   |

## 3. Tangki Air Bersih (T – 01)

Tabel 5.19 Spesifikasi Tangki Air Bersih

| <b>Spesifikasi umum</b> |   |
|-------------------------|---|
| Nama alat               | Tangki air bersih                                     |
| Kode                    | (T – 01)  |
| Fungsi                  | Menampung air untuk keperluan kantir dan rumah tangga |
| Waktu tinggal           | 24 Jam  |
| Bentuk                  | Tangki silinder tegak                                 |
| <i>Over design</i>      | 20 %  |
| <b>Dimensi</b>          |   |
| Volume                  | 16,4249 m <sup>3</sup>                                |
| Diameter                | 2,7556 m  |
| Tinggi                  | 2,7556 m  |
| Kapasitas               | 0,5703 m <sup>3</sup> /jam                            |

#### 4. Tangki Air Bertekanan (TU – 04)

Tabel 5.20 Spesifikasi Tangki Air Bertekanan

| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
|-------------------------|--|
| Nama alat               | Tangki air bertekanan                      |
| Kode                    | (TU – 04)                                  |
| Fungsi                  | Menampung air untuk keperluan layanan umum |
| Waktu tinggal           | 24 Jam                                     |
| Bentuk                  | Tangki silinder tegak                      |
| <i>Over design</i>      | 20 %                                       |
| <b>Dimensi</b>          |  |
| Volume                  | 4,3200 m <sup>3</sup>                      |
| Diameter                | 1,7655 m                                   |
| Tinggi                  | 1,7655 m                                   |
| Kapasitas               | 0,1500 m <sup>3</sup> /jam                 |

#### 5.7.3 Pengolahan Air Pendingin

##### 1. Bak Air Pendingin (BU – 04)

Tabel 5.21 Spesifikasi Bak Air Pendingin

| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
|-------------------------|--|
| Nama alat               | Bak air pendingin                            |
| Kode                    | (BU – 04)                                    |
| Fungsi                  | Menampung kebutuhan air pendingin dan proses |
| Waktu tinggal           | 24 Jam                                       |
| Bentuk                  | Bak persegi panjang                          |
| <i>Over design</i>      | 20 %   |
| <b>Dimensi</b>          |  |
| Volume                  | 49,5249 m <sup>3</sup>                       |
| Tinggi                  | 2,3134 m                                     |
| Panjang                 | 4,6268 m                                     |
| Lebar                   | 4,6268 m                                     |
| Kapasitas               | 1,7196 m <sup>3</sup> /jam                   |



## 2. Cooling Tower (CT – 01)

Tabel 5.22 Spesifikasi *Cooling Tower*

| <b>Spesifikasi umum</b>     |  |
|-----------------------------|--|
| Nama alat                   | <i>Cooling tower</i>                         |
| Kode                        | (CT – 01)                                    |
| Fungsi                      | Mendinginkan air pendingin setelah digunakan |
| Luas tower                  | 0,2943 m <sup>2</sup>                        |
| <i>Mass velocity liquid</i> | 1086,3278 lb/jam.ft <sup>2</sup>             |
| Kebutuhan udara             | 788,3513 ft <sup>3</sup> /min                |
| <b>Dimensi</b>              |  |
| Tinggi                      | 2,3828 m                                     |
| Panjang                     | 0,5425 m                                     |
| Lebar                       | 0,5425 m                                     |
| <b>Difusi Unit</b>          |  |
| H1                          | 44,1 Btu/lb                                  |
| H2                          | 75,0 Btu/lb                                  |
| <b>Tinggi difusi</b>        |  |
| Tinggi unit difusi          | 1,1037 m                                     |
| Jumlah <i>spray</i>         | 10 buah                                      |
| Kecepatan volumetrik udara  | 1086,3278 lb/jam.ft <sup>2</sup>             |

## 3. Blower Cooling Tower (BL – 01)

Tabel 5.23 Spesifikasi *Blower Cooling Tower*

| <b>Spesifikasi umum</b> |   |
|-------------------------|---|
| Nama alat               | <i>Blower Cooling Tower</i>   |
| Kode                    | (BL – 01)   |
| Fungsi                  | Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan |
| Kebutuhan udara         | 47301,0797 ft <sup>3</sup> /jam   |
| Suhu                    | 30 °C   |
| Tekanan                 | 14,70 psi   |

## 5.7.4 Pengolahan Air Proses

### 1. *Mixed Bed* (TU – 05)

Tabel 5.24 Spesifikasi *Mixed Bed*

| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
|-------------------------|--|
| Nama alat               | <i>Mixed Bed</i>   |
| Kode                    | (TU – 02)  |
| Fungsi                  | Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion Cl, SO <sub>4</sub> , dan NO <sub>3</sub> |
| Waktu tinggal           | 17 Jam   |
| Bentuk                  | Silinder tegak   |
| <i>Over design</i>      | 20 %   |
| <b>Dimensi</b>          |  |
| <i>Volume bed</i>       | 0,0791 m <sup>3</sup>  |
| Diameter tangki         | 0,2817 m   |
| Tinggi <i>bed</i>       | 1,2700 m   |
| Kapasitas               | 2,6815 gpm   |

### 2. Tangki NaCl (T – 02)

Tabel 5.25 Spesifikasi Tangki NaCl

| <b>Spesifikasi umum</b> |   |
|-------------------------|---|
| Nama alat               | Tangki NaCl   |
| Kode                    | (T – 02)  |
| Fungsi                  | Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation <i>exchanger</i> |
| Bentuk                  | Tangki silinder   |
| <i>Over design</i>      | 20 %  |
| <b>Dimensi</b>          |   |
| <i>Volume</i>           | 0,2921 m <sup>3</sup>   |
| Diameter                | 0,719 m   |
| Tinggi                  | 0,719 m   |

### 3. Tangki NaOH (T – 03)

Tabel 5.26 Spesifikasi Tangki NaOH

| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
|-------------------------|--|
| Nama alat               | Tangki NaOH  |
| Kode                    | (T – 03)   |
| Fungsi                  | Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion <i>exchanger</i> |
| Bentuk                  | Tangki silinder  |
| <i>Over design</i>      | 20 %   |
| <b>Dimensi</b>          |  |
| <i>Volume</i>           | 0,1478 m <sup>3</sup>  |
| Diameter                | 0,573 m  |
| Tinggi                  | 0,573 m  |

### 4. Tangki Dearator (De)

Tabel 5.27 Spesifikasi Tangki Dearator

| <b>Spesifikasi umum</b> |   |
|-------------------------|---|
| Nama alat               | Tangki <i>Deaderator</i>  |
| Kode                    | (De)  |
| Fungsi                  | Menghilangkan gas CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> yang terikat dalam <i>feed water</i> yang menyebabkan kerak pada <i>reboiler</i> |
| Waktu tinggal           | 1 Jam   |
| Bentuk                  | Tangki silinder tegak   |
| <i>Over design</i>      | 20 %  |
| <b>Dimensi</b>          |   |
| <i>Volume</i>           | 0,7308 m <sup>3</sup>   |
| Diameter                | 0,9764 m  |
| Tinggi                  | 0,9764 m  |
| Kapasitas               | 0,6090 m <sup>3</sup> /jam  |

## 5. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (T – 09)

Tabel 5.28 Spesifikasi Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
|-------------------------|--|
| Nama alat               | Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>           |
| Kode                    | (T – 09)                                       |
| Fungsi                  | Menyimpan tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> |
| Waktu tinggal           | 2 bulan  |
| Bentuk                  | Silinder tegak                                 |
| <i>Over design</i>      | 20 %   |
| <b>Dimensi</b>          |  |
| <i>Volume</i>           | 0,3714 m <sup>3</sup>                          |
| Diameter                | 0,7792 m                                       |
| Tinggi                  | 0,7792 m                                       |

## 6. Bak Air Pendingin (B – 05)

Tabel 5.29 Bak Air Pendingin

| <b>Spesifikasi umum</b> |   |
|-------------------------|---|
| Nama alat               | Bak Air Pendingin   |
| Kode                    | (B – 05)  |
| Fungsi                  | Menampung air <i>makeup</i> dan air pendingin proses yang sudah didinginkan |
| Bentuk                  | Bak persegi panjang   |
| <i>Over design</i>      | 20 %  |
| <b>Dimensi</b>          |   |
| <i>Volume</i>           | 1,8731 m <sup>3</sup>   |
| Panjang                 | 1,5531 m  |
| Lebar                   | 1,5531 m  |

## 7. Tangki Umpan Boiler (T – 06)

Tabel 5.30 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler

| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
|-------------------------|--|
| Nama alat               | Tangki Umpan Boiler  |
| Kode                    | (T – 06)   |
| Fungsi                  | Mencampur kondensat sirkulasi dan <i>makeup</i> air umpan boiler |
| Waktu tinggal           | 1 Jam  |
| Bentuk                  | Tangki silinder tegak  |

Tabel 5.31.....(lanjutan)

|                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| <i>Over design</i> | 20 %                       |
| <b>Dimensi</b>     |                            |
| <i>Volume</i>      | 0,7308 m <sup>3</sup>      |
| Diameter           | 0,9764 m                   |
| Tinggi             | 0,9764 m                   |
| Kapasitas          | 0,6090 m <sup>3</sup> /jam |

## 8. Tangki Air Demin (TU – 06)

Tabel 5.32 Spesifikasi Tangki Air Demin

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Spesifikasi umum</b> |  |
| Nama alat               | Tangki Air Demin   |
| Kode                    | (TU – 06)  |
| Fungsi                  | Menampung air bebas mineral sebagai air proses dan air umpan <i>boiler</i> |
| Waktu tinggal           | 24 Jam   |
| Bentuk                  | Tangki silinder tegak  |
| <i>Over design</i>      | 20 %   |
| <b>Dimensi</b>          |  |
| <i>Volume</i>           | 20,9131 m <sup>3</sup>   |
| Diameter                | 2,9866 m   |
| Tinggi                  | 2,9866 m   |
| Kapasitas               | 0,7261 m <sup>3</sup> /jam   |

Tabel 5.33 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21)

| <b>Parameter</b>      | <b>PU - 01</b>                                 | <b>PU - 02</b>  | <b>PU - 03</b>  |
|-----------------------|--|---|---|
| Fungsi                | Mengalirkan air sungai menuju <i>screening</i> | Mengalirkan air sungai dari <i>screener</i> (FU – 01) ke <i>reservoir</i> (Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi) (B – 01) | Mengalirkan air dan bak pengendapan (B – 01) menuju bak penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi) (B – 02) |
| Jenis                 | <i>Centrifugal Pump</i>                        | <i>Centrifugal Pump</i>   | <i>Centrifugal Pump</i>   |
| Bahan                 | <i>Commercial Steel</i>                        | <i>Commercial Steel</i>   | <i>Commercial Steel</i>   |
| <i>Impeller</i>       | <i>Mixed Flow Impeller</i>                     | <i>Mixed Flow Impeller</i>  | <i>Mixed Flow Impeller</i>  |
| Kapasitas             | 15,7563 gpm                                    | 15,7563 gpm   | 15,7563 gpm   |
| Rate volumetrik       | 0,0351 ft <sup>3</sup> /jam                    | 0,0351 ft <sup>3</sup> /jam   | 0,0351 ft <sup>3</sup> /jam   |
| Kecepatan aliran      | 2,4844 ft/s                                    | 2,4844 ft/s   | 2,4844 ft/s   |
| <b>Dimensi Pipa :</b> |  |   |   |
| IPS                   | 1,50 in  | 1,50 in   | 1,50 in   |
| Flow Area             | 2,04 in <sup>2</sup>                           | 2,04 in <sup>2</sup>  | 2,04 in <sup>2</sup>  |
| OD                    | 1,90 in  | 1,90 in   | 1,90 in   |
| ID                    | 1,610 in                                       | 1,610 in  | 1,610 in  |
| <b>Head pompa</b>     |  |   |   |
| Efisiensi motor       | 20 %   | 20 %  | 20 %  |
| <i>Power Pompa</i>    | 0,3664 hP                                      | 0,3664 hP   | 0,3305 hP   |
| <i>Power Motor</i>    | 0,5 hP   | 0,5 hP  | 0,5 hP  |

Tabel 5.34 Spesifikasi Pompa Utilitas

| <b>Parameter</b>       | <b>PU - 04</b>   | <b>PU - 05</b>   | <b>PU - 06</b>  |
|------------------------|--|--|---|
| Fungsi                 | Mengalirkan larutan alum 5 % dari tangki larutan alum (TU – 01) ke bak penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi) (B – 02) | Mengalirkan air dari bak penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi) (B – 02) ke bak pengendap I ( BU – 01) | Mengalirkan air dan bak pengendap I (BU – 01) ke bak pengendap II (BU – 02) |
| Jenis                  | <i>Centrifugal Pump</i>  | <i>Centrifugal Pump</i>  | <i>Centrifugal Pump</i>   |
| Bahan                  | <i>Commercial Steel</i>  | <i>Commercial Steel</i>  | <i>Commercial Steel</i>   |
| <i>Impeller</i>        | <i>Mixed Flow Impeller</i>   | <i>Mixed Flow Impeller</i>   | <i>Mixed Flow Impeller</i>  |
| Kapasitas              | 0,00000241 gpm   | 15,7563 gpm  | 15,7563 gpm   |
| <i>Rate volumetrik</i> | 0,00000005 ft <sup>3</sup> /jam  | 0,0351 ft <sup>3</sup> /jam  | 0,0351 ft <sup>3</sup> /jam   |
| Kecepatan aliran       | 0,000013628 ft/s   | 2,4844 ft/s  | 2,4844 ft/s   |
| <b>Dimensi Pipa :</b>  |  |  |   |
| IPS                    | 1,50 in  | 1,50 in  | 1,50 in   |
| Flow Area              | 2,04 in <sup>2</sup>   | 2,04 in <sup>2</sup>   | 2,04in <sup>2</sup>   |
| OD                     | 1,90 in  | 1,90 in  | 1,90 in   |
| ID                     | 1,610 in   | 1,610 in   | 1,610 in  |
| <b>Head pompa</b>      |  |  |   |
| Efisiensi motor        | 10 %   | 20 %   | 20 %  |
| <i>Power Pompa</i>     | 0,0000002 hP   | 0,3377 hP  | 0,3377 hP   |
| <i>Power Motor</i>     | 0,05 hP  | 0,5 hP   | 0,5 hP  |

Tabel 5.35 Spesifikasi Pompa Utilitas

| <b>Parameter</b>       | <b>PU - 07</b>  | <b>P - 08</b>  | <b>P - 09</b>  |
|------------------------|---|--|--|
| Fungsi                 | Mengalirkan air dari bak pengendapan II (BU – 02) ke <i>sand filter</i> (FU – 02) | Mengalirkan air dari <i>sand filter</i> (FU – 02) ke bak penampungan sementara (BU – 03) | Mengalirkan air dari bak penampungan sementara (BU – 03) ke area kebutuhan air |
| Jenis                  | <i>Centrifugal Pump</i>   | <i>Centrifugal Pump</i>  | <i>Centrifugal Pump</i>  |
| Bahan                  | <i>Commercial Steel</i>   | <i>Commercial Steel</i>  | <i>Commercial Steel</i>  |
| <i>Impeller</i>        | <i>Mixed Flow Impeller</i>  | <i>Mixed Flow Impeller</i>   | <i>Mixed Flow Impeller</i>   |
| Kapasitas              | 15,7563 gpm   | 15,7563 gpm  | 15,7563 gpm  |
| <i>Rate volumetrik</i> | 0,0351 ft <sup>3</sup> /jam   | 0,0351 ft <sup>3</sup> /jam  | 0,0351 ft <sup>3</sup> /jam  |
| Kecepatan aliran       | 2,4844 ft/s   | 2,4844 ft/s  | 2,4844 ft/s  |
| <b>Dimensi Pipa :</b>  |   |  |  |
| IPS                    | 1,50 in   | 1,50 in  | 1,50 in  |
| Flow Area              | 2,04 in <sup>2</sup>  | 2,04 in <sup>2</sup>   | 2,04 in <sup>2</sup>   |
| OD                     | 1,90 in   | 1,90 in  | 1,90 in  |
| ID                     | 1,610 in  | 1,610 in   | 1,610 in   |
| <b>Head pompa</b>      |   |  |  |
| Efisiensi motor        | 20 %  | 20 %   | 20 %   |
| <i>Power Pompa</i>     | 0,2587 hP   | 0,2946 hP  | 0,5101 hP  |
| <i>Power Motor</i>     | 0,33 hP   | 0,5 hP   | 0,75 hP  |



Tabel 5.36 Spesifikasi Pompa Utilitas

| <b>Parameter</b>       | <b>PU - 10</b>  | <b>PU - 11</b>  | <b>PU - 12</b>   |
|------------------------|---|---|--|
| Fungsi                 | Mengalirkan kaporit dari tangki kaporit (TU – 03) ke tangki klorinasi (TU – 02) | Mengalirkan air dari tangki klornasi (TU – 02) ke tangki air bersih (TU – 04) | Mengalirkan air dari tangki air bersih (T – 01) ke area domestik |
| Jenis                  | <i>Centrifugal Pump</i>   | <i>Centrifugal Pump</i>   | <i>Centrifugal Pump</i>  |
| Bahan                  | <i>Commercial Steel</i>   | <i>Commercial Steel</i>   | <i>Commercial Steel</i>  |
| <i>Impeller</i>        | <i>Radial Flow Impeller</i>   | <i>Radial Flow Impeller</i>   | <i>Radial Flow Impeller</i>                                      |
| Kapasitas              | 0,00002119 gpm  | 2,9472 gpm  | 2,9472 gpm   |
| <i>Rate volumetrik</i> | 0,00000047 ft <sup>3</sup> /jam   | 0,0066 ft <sup>3</sup> /jam   | 0,0066 ft <sup>3</sup> /jam                                      |
| Kecepatan aliran       | 0,000119680 ft/s  | 1,7741 ft/s   | 1,7741 ft/s  |
| <b>Dimensi Pipa :</b>  |   |   |  |
| IPS                    | 0,13 in   | 0,75 in   | 0,75 in  |
| Flow Area              | 0,06 in <sup>2</sup>  | 0,53 in <sup>2</sup>  | 0,53 in <sup>2</sup>   |
| OD                     | 0,41 in   | 1,05 in   | 1,05 in  |
| ID                     | 0,269 in  | 0,824 in  | 0,824 in   |
| <b>Head pompa</b>      |   |   |  |
| Efisiensi motor        | 5 %   | 13 %  | 13 %   |
| <i>Power Pompa</i>     | 0,00000228 hP   | 0,1171 hP   | 0,5473 hP  |
| <i>Power Motor</i>     | 0,05 hP   | 0,167 hP  | 0,75 hP  |

Tabel 5.37 Spesifikasi Pompa Utilitas

| <b>Parameter</b>       | <b>PU - 13</b>  | <b>PU - 14</b>  | <b>PU - 15</b>   |
|------------------------|---|---|--|
| Fungsi                 | Mengalirkan air dari tangki air <i>service</i> (TU – 04) ke area kebutuhan air <i>service</i> | Mengalirkan air dari bak air dingin (BU – 04) ke <i>cooling tower</i> (CT – 01) | Mengalirkan air dingin dari <i>cooling tower</i> (CT – 01) ke <i>recycle</i> dari bak air dingin (BU – 04) |
| Jenis                  | <i>Centrifugal Pump</i>   | <i>Centrifugal Pump</i>   | <i>Centrifugal Pump</i>  |
| Bahan                  | <i>Commercial Steel</i>   | <i>Commercial Steel</i>   | <i>Commercial Steel</i>  |
| <i>Impeller</i>        | <i>Radial Flow Impeller</i>   | <i>Mixed Flow Impeller</i>  | <i>Mixed Flow Impeller</i>   |
| Kapasitas              | 0,7752 gpm  | 8,0663 gpm  | 8,0663 gpm   |
| <i>Rate</i> volumetrik | 0,0017 ft <sup>3</sup> /jam   | 0,0180 ft <sup>3</sup> /jam   | 0,0180 ft <sup>3</sup> /jam  |
| Kecepatan aliran       | 0,8189 ft/s   | 1,7311 ft/s   | 1,7311 ft/s  |
| <b>Dimensi Pipa :</b>  |   |   |  |
| IPS                    | 0,50 in   | 1,25 in   | 1,25 in  |
| Flow Area              | 0,30 in <sup>2</sup>  | 1,50 in <sup>2</sup>  | 1,50 in <sup>2</sup>   |
| OD                     | 0,84 in   | 1,66 in   | 1,66 in  |
| ID                     | 0,622 in  | 1,380 in  | 1,380 in   |
| <b>Head pompa</b>      |   |   |  |
| Efisiensi motor        | 11 %  | 18 %  | 18 %   |
| <i>Power</i> Pompa     | 0,1266 hP   | 0,2250 hP   | 0,2250 hP  |
| <i>Power</i> Motor     | 0,167 hP  | 0,33 hP   | 0,33 hP  |

Tabel 5.38 Spesifikasi Pompa Utilitas

| <b>Parameter</b>      | <b>PU - 16</b>   | <b>PU - 17</b>   | <b>PU - 18</b>   |
|-----------------------|--|--|--|
| Fungsi                | Mengalirkan NaCl dari tangki larutan NaCl (T – 02) ke <i>mixed bed</i> (TU – 05) | Mengalirkan air dari mixed bed (TU – 05) ke tangki air demin (TU – 08) | Mengalirkan air dari tangki air demin (TU – 06) ke Deaerator (De – 01) |
| Jenis                 | <i>Centrifugal Pump</i>  | <i>Centrifugal Pump</i>  | <i>Centrifugal Pump</i>  |
| Bahan                 | <i>Commercial Steel</i>  | <i>Commercial Steel</i>  | <i>Commercial Steel</i>  |
| <i>Impeller</i>       | <i>Radial Flow Impeller</i>  | <i>Radial Flow Impeller</i>  | <i>Radial Flow Impeller</i>  |
| Kapasitas             | 0,0327 gpm   | 3,1473gpm  | 3,1473gpm  |
| Rate volumetrik       | 0,0001 ft <sup>3</sup> /jam  | 0,0070 ft <sup>3</sup> /jam  | 0,0070 ft <sup>3</sup> /jam  |
| Kecepatan aliran      | 0,1849 ft/s  | 1,8945 ft/s  | 1,8945 ft/s  |
| <b>Dimensi Pipa :</b> |  |  |  |
| IPS                   | 0,13 in  | 0,75 in  | 0,75 in  |
| Flow Area             | 0,06 in <sup>2</sup>   | 0,53 in <sup>2</sup>   | 0,53 in <sup>2</sup>   |
| OD                    | 0,41 in  | 1,05 in  | 1,05 in  |
| ID                    | 0,269 in   | 0,824 in   | 0,824 in   |
| <b>Head pompa</b>     |  |  |  |
| Efisiensi motor       | 5 %  | 15 %   | 15 %   |
| <i>Power Pompa</i>    | 0,0035 hP  | 0,1401 hP  | 0,0814 hP  |
| <i>Power Motor</i>    | 0,05 hP  | 0,25 hP  | 0,125 hP   |

Tabel 5.39 Spesifikasi Pompa Utilitas

| <b>Parameter</b>       | <b>PU - 19</b>  | <b>PU - 20</b>   | <b>PU - 21</b>   |
|------------------------|---|--|--|
| Fungsi                 | Mengalirkan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> dari tangki larutan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (T – 09) ke Deaerator (De – 01) | Mengalirkan air dari Deaerator (De – 01) ke boiler (Bo – 01) | Mengalirkan air dari tangki air demin menuju area proses |
| Jenis                  | <i>Centrifugal Pump</i>   | <i>Centrifugal Pump</i>                                      | <i>Centrifugal Pump</i>                                  |
| Bahan                  | <i>Commercial Steel</i>   | <i>Commercial Steel</i>                                      | <i>Commercial Steel</i>                                  |
| <i>Impeller</i>        | <i>Radial Flow Impeller</i>   | <i>Radial Flow Impeller</i>                                  | <i>Radial Flow Impeller</i>                              |
| Kapasitas              | 0,0000944 gpm   | 3,1473 gpm   | 0,8203 gpm   |
| <i>Rate volumetrik</i> | 0,0000002 ft <sup>3</sup> /jam  | 0,0070 ft <sup>3</sup> /jam                                  | 0,0018 ft <sup>3</sup> /jam                              |
| Kecepatan aliran       | 0,0005 ft/s   | 1,8945 ft/s  | 0,8666 ft/s  |
| <b>Dimensi Pipa :</b>  |   |  |  |
| IPS                    | 0,13 in   | 0,75 in  | 0,50 in  |
| Flow Area              | 0,06 in <sup>2</sup>  | 0,53 in <sup>2</sup>   | 0,30 in <sup>2</sup>                                     |
| OD                     | 0,41 in   | 1,05 in  | 0,84 in  |
| ID                     | 0,269 in  | 0,824 in   | 0,622 in   |
| <b>Head pompa</b>      |   |  |  |
| Efisiensi motor        | 5 %   | 15 %   | 11 %   |
| <i>Power Pompa</i>     | 0,00001 hP  | 0,0814 hP  | 0,1193 hP  |
| <i>Power Motor</i>     | 0,05 hP   | 0,125 hP   | 0,167 Hp   |

## **BAB VI**

### **EVALUASI EKONOMI**

Dalam perancangan suatu pabrik evaluasi ekonomi merupakan salah satu aspek yang sangat penting. Hal tersebut dilakukan untuk memperkirakan modal investasi dan mengetahui apakah pabrik yang dirancang layak atau tidak jika didirikan. Salah satu bagian penting dari perancangan pabrik ini adalah estimasi harga alat-alat yang akan digunakan. Karena, harga alat tersebut digunakan sebagai landasan untuk estimasi evaluasi analisa ekonomi tentang kelayakan investasi penanaman modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik.

Hal - Hal yang perlu ditinjau atau di analisa pada perancangan pabrik ini antara lain :

1. *Profitability*
2. *Percent Return of Investment (ROI)*
3. *Pay Out Time (POT)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*
6. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Untuk meninjau faktor-faktor di atas perlu dilakukan penafsiran terhadap beberapa faktor yaitu :

- a. Penafsiran modal industri (*Total Capital Investment*), yang terdiri dari :
  - *Fixed Capital Investment* (Modal tetap)
  - *Working Capital* (Modal Kerja)

- b. Penentuan biaya produksi total (*Production Costs*), yang terdiri dari :
- Biaya pengeluaran (*Manufacturing Costs*)
  - Biaya pengeluaran Umum (*General Expense*)
- c. Total pendapatan penjualan produk *chromium trioxide*

### 6.1 Harga Alat

Harga peralatan selalu mengalami perubahan setiap tahun seiring dengan perubahan ekonomi. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang dapat dilakukan perhitungan konversi harga alat sekarang dengan harga alat beberapa tahun yang lalu.

Indeks harga pada tahun 2028 dapat diperkirakan menggunakan garis linear data indeks pada tahun 1990 hingga tahun 2019 Yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6.1 Indeks harga pada tahun 1990 hingga 2019

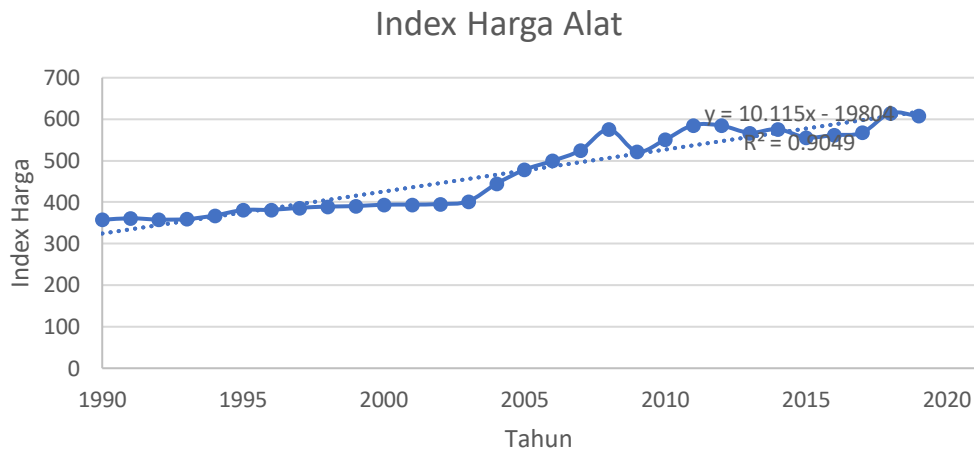
| No | Tahun (Xi) | Indeks (Yi) |
|----|------------|-------------|
| 1  | 1990       | 357.6       |
| 2  | 1991       | 361.3       |
| 3  | 1992       | 358.2       |
| 4  | 1993       | 359.2       |
| 5  | 1994       | 368.1       |
| 6  | 1995       | 381.1       |
| 7  | 1996       | 381.7       |
| 8  | 1997       | 386.5       |
| 9  | 1998       | 389.5       |

Tabel 6.1.....(lanjutan)

|    |      |       |
|----|------|-------|
| 10 | 1999 | 390.6 |
| 11 | 2000 | 394.1 |
| 12 | 2001 | 394.3 |
| 13 | 2002 | 395.6 |
| 14 | 2003 | 402   |
| 15 | 2004 | 444.2 |
| 16 | 2005 | 468.2 |
| 17 | 2006 | 499.6 |
| 18 | 2007 | 525.4 |
| 19 | 2008 | 575.4 |
| 20 | 2009 | 521.9 |
| 21 | 2010 | 550.8 |
| 22 | 2011 | 585.7 |
| 23 | 2012 | 584.6 |
| 24 | 2013 | 567.3 |
| 25 | 2014 | 576.1 |
| 26 | 2015 | 556.8 |
| 27 | 2016 | 561.7 |
| 28 | 2017 | 567.5 |
| 29 | 2018 | 614.6 |
| 30 | 2019 | 607.5 |

Dari data diatas, maka persamaan regresi linear yang diperoleh adalah  $y = 10,115x - 19804$  Pabrik *chromium trioxide* dari *sodium dichromate* kapasitas 1.150 ton/tahun akan didirikan pada tahun 2027 dan beroperasi pada tahun 2028. Dari persamaan

regresi linear tersebut diperoleh indeks sebesar 699,818. Grafik *plotting* data dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6.1 Grafik indeks harga alat

Harga alat pada pabrik *chromium trioxide* dari *sodium dichromate* diperoleh dari matches ([www.matche.com](http://www.matche.com)) dan beberapa referensi lainnya. Perhitungan alat pada tahun 2028 saat pabrik didirikan diperoleh dengan rumus berikut :

$$E_x = \left( \frac{N_x}{N_y} \right) E_y \quad (\text{Aries \& Newton})$$

Keterangan :

$E_x$  : Harga tahun pembelian

$E_y$  : Harga pembelian alat pada tahun referensi

$N_x$  : Indeks harga pada tahun pembelian

$N_y$  : Indeks harga pada tahun referensi



### 6.1.1 Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi pabrik *chromium trioxide* dari *sodium dichromate* adalah :

1. Kapasitas produksi : 1.150 ton/tahun
2. Satu satu operasi : 330 hari
3. Pabrik didirikan tahun : 2027
4. Pabrik beroperasi tahun : 2028
5. Nilai Kurs mata uang : \$1 = Rp. 14.585
6. Umur alat : 10 tahun

### 6.2 Perkiraan Harga Alat

Perkiraan harga alat dibagi menjadi 2 bagian yaitu perkiraan harga alat untuk proses dan perkiraan harga alat untuk utilitas. Berikut perkiraan harga alat yang akan digunakan dalam pra rancangan pabrik *chromium trioxide* :

Tabel 6.2 Perkiraan Harga Alat Proses

| No | Nama Alat                               | Jumlah | Dalam USD (\$) | Dalam Rupiah (Rp) |
|----|---|--------|----------------|-------------------|
| 1  | Tangki Penyimpanan $H_2SO_4$            | 1      | \$ 69.260      | Rp 1.006.972.909  |
| 2  | Tangki Penyimpanan <i>Mother Liquor</i> | 1      | \$ 11.983      | Rp 174.216.766    |
| 3  | <i>Silo Sodium Dichromate</i>           | 1      | \$ 46.972      | Rp 682.929.724    |
| 4  | <i>Silo Cake <math>N_2SO_4</math></i>   | 1      | \$ 31.275      | Rp 454.705.760    |
| 5  | <i>Silo <math>CrO_3</math></i>          | 1      | \$ 31.035      | Rp 451.221.425    |
| 6  | <i>Mixer</i>                            | 1      | \$ 35.709      | Rp 519.165.964    |
| 7  | <i>Mixer</i>                            | 1      | \$ 23.246      | Rp 337.980.527    |
| 8  | <i>Reaktor</i>                          | 1      | \$ 37.626      | Rp 547.040.646    |

|              |                                  |   |                   |                           |
|--------------|----------------------------------|---|-------------------|---------------------------|
| 9            | <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> | 1 | \$ 127.616        | Rp 1.855.408.561          |
| 10           | <i>Evaporator</i>                | 1 | \$ 37.626         | Rp 547.040.646            |
| 11           | <i>Crystallizer</i>              | 1 | \$ 23.027         | Rp 334.792.360            |
| 12           | <i>Centrifuge</i>                | 1 | \$ 29.597         | Rp 430.315.413            |
| 13           | <i>Rotary Dryer</i>              | 1 | \$ 133.607        | Rp 1.942.516.944          |
| 14           | <i>Ball Mill</i>                 | 1 | \$ 110.361        | Rp 1.604.536.417          |
| 15           | <i>Hopper</i>                    | 2 | \$ 2.876          | Rp 41.812.024             |
| 16           | <i>Heater</i>                    | 1 | \$ 599            | Rp 8.710.838              |
| 17           | <i>Heater</i>                    | 1 | \$ 1.917          | Rp 27.874.683             |
| 18           | <i>Cooler</i>                    | 1 | \$ 959            | Rp 13.937.341             |
| 19           | <i>Cooler</i>                    | 1 | \$ 719            | Rp 10.453.006             |
| 20           | <i>Belt Conveyor</i>             | 1 | \$ 4.314          | Rp 62.718.036             |
| 21           | <i>Belt Conveyor</i>             | 1 | \$ 3.954          | Rp 57.491.533             |
| 22           | <i>Belt Conveyor</i>             | 1 | \$ 13.181         | Rp 191.638.443            |
| 23           | <i>Screw Conveyor</i>            | 1 | \$ 3.954          | Rp 57.491.533             |
| 24           | <i>Cooling Screw Conveyor</i>    | 1 | \$ 3.116          | Rp 45.296.359             |
| 25           | <i>Heater Screw Conveyor</i>     | 1 | \$ 3.116          | Rp 45.296.359             |
| 26           | <i>Pump</i>                      | 1 | \$ 3.954          | Rp 57.491.533             |
| 27           | <i>Pump</i>                      | 1 | \$ 3.954          | Rp 57.491.533             |
| 28           | <i>Pump</i>                      | 1 | \$ 3.954          | Rp 57.491.533             |
| 29           | <i>Pump</i>                      | 1 | \$ 3.954          | Rp 57.491.533             |
| 30           | <i>Pump</i>                      | 1 | \$ 3.954          | Rp 57.491.533             |
| 31           | <i>Pump</i>                      | 1 | \$ 3.954          | Rp 57.491.533             |
| 32           | <i>Kompresor</i>                 | 1 | \$ 65.665         | Rp 954.707.879            |
| 33           | <i>Vibrating Screen</i>          | 1 | \$ 12.582         | Rp 182.927.605            |
| <b>Total</b> |                                  |   | <b>\$ 889.618</b> | <b>Rp. 12.934.148.897</b> |

Tabel 6.3 Perkiraan Harga Alat Utilitas

| No | Nama Alat                            | Jumlah | Dalam USD (\$) | Dalam Rupiah (Rp) |
|----|--------------------------------------|--------|----------------|-------------------|
| 1  | <i>Screening</i>                     | 1      | \$ 46.316      | Rp 673.392.908    |
| 2  | Bak Pengendapan Awal                 | 1      | \$ 11.339      | Rp 164.855.525    |
| 3  | Bak Flokulator                       | 1      | \$ 11.339      | Rp 164.855.525    |
| 4  | Tangki Larutan Alum                  | 1      | \$ 96          | Rp 1.397.081      |
| 5  | Bak Pengendapan I                    | 1      | \$ 11.339      | Rp 164.855.525    |
| 6  | Bak Pengendapan II                   | 1      | \$ 11.339      | Rp 164.855.525    |
| 7  | <i>Sand Filter</i>                   | 1      | \$ 8.915       | Rp 129.621.149    |
| 8  | Penampung Sementara                  | 1      | \$ 11.339      | Rp 164.855.525    |
| 9  | Tangki Klorinasi                     | 1      | \$ 22.101      | Rp 321.328.566    |
| 10 | Tangki Kaporit                       | 1      | \$ 22.101      | Rp 321.328.566    |
| 11 | Tangki Air Bersih                    | 1      | \$ 163.548     | Rp 2.377.831.389  |
| 12 | Tangki Air Bertekanan                | 1      | \$ 13.837      | Rp 201.179.624    |
| 13 | Bak Air Pendingin dan Proses         | 1      | \$ 11.339      | Rp 164.855.525    |
| 14 | <i>Cooling Tower</i>                 | 1      | \$ 549.646     | Rp 7.991.301.729  |
| 15 | <i>Blower Cooling Tower</i>          | 1      | \$ 3.651       | Rp 53.089.067     |
| 16 | <i>Mixed Bed</i>                     | 1      | \$ 170.467     | Rp 2.478.421.200  |
| 17 | Tangki NaCl                          | 1      | \$ 1.345       | Rp 19.559.130     |
| 18 | Tangki NaOH                          | 1      | \$ 1.345       | Rp 19.559.130     |
| 19 | Tangki Deaerator                     | 1      | \$ 37.860      | Rp 550.449.804    |
| 20 | Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | 1      | \$ 17.297      | Rp 251.474.530    |
| 21 | Bak Air Pendingin                    | 1      | \$ 11.339      | Rp 164.855.525    |
| 22 | Tangki Umpan <i>Boiler</i>           | 1      | \$ 5.502       | Rp 79.996.842     |
| 23 | Tangki Air Demin                     | 1      | \$ 665         | Rp 9.667.799      |

Tabel 6.4.....(lanjutan)

|              |          |   |                     |                          |
|--------------|----------|---|---------------------|--------------------------|
| 24           | Pompa 1  | 1 | \$ 13.453           | Rp 195.591.301           |
| 25           | Pompa 2  | 1 | \$ 13.453           | Rp 195.591.301           |
| 26           | Pompa 3  | 1 | \$ 13.453           | Rp 195.591.301           |
| 27           | Pompa 4  | 1 | \$ 3.075            | Rp 44.706.583            |
| 28           | Pompa 5  | 1 | \$ 13.453           | Rp 195.591.301           |
| 29           | Pompa 6  | 1 | \$ 13.453           | Rp 195.591.301           |
| 30           | Pompa 7  | 1 | \$ 13.453           | Rp 195.591.301           |
| 31           | Pompa 8  | 1 | \$ 13.453           | Rp 195.591.301           |
| 32           | Pompa 9  | 1 | \$ 13.453           | Rp 195.591.301           |
| 33           | Pompa 10 | 1 | \$ 3.075            | Rp 44.706.583            |
| 34           | Pompa 11 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| 35           | Pompa 12 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| 36           | Pompa 13 | 1 | \$ 3.075            | Rp 44.706.583            |
| 37           | Pompa 14 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| 38           | Pompa 15 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| 39           | Pompa 16 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| 40           | Pompa 17 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| 41           | Pompa 18 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| 42           | Pompa 19 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| 43           | Pompa 20 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| 44           | Pompa 21 | 1 | \$ 8.264            | Rp 120.148.942           |
| <b>Total</b> |          |   | <b>\$ 1.343.554</b> | <b>Rp 19.533.926.769</b> |

## 6.3 Perhitungan Biaya

### 6.3.1 Capital Investment

*Capital investment* adalah biaya yang pengadaan fasilitas-fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan biaya untuk mengoperasikan pabrik. *Capital investment* terdiri dari :

#### a. Fixed Capital Investment

Fixed capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

Tabel 6.5 *Physical Plant Cost* (PPC)

| No           | Jenis                           | Jumlah Biaya (Rp)      | Jumlah Biaya (\$) |
|--------------|---------------------------------|------------------------|-------------------|
| 1            | <i>Purchased Equipment Cost</i> | 32.141.630.077         | 2.207.226         |
| 2            | <i>Delivered Equipment Cost</i> | 8.035.407.519          | 551.807           |
| 3            | <i>Instalation Cost</i>         | 5.727.337.414          | 393.307           |
| 4            | Pemipaan                        | 18.283.619.048         | 1.255.571         |
| 5            | Instrumentasi                   | 8.124.945.863          | 557.955           |
| 6            | Insulasi                        | 1.306.711.106          | 89.734            |
| 7            | Listrik                         | 3.214.163.008          | 220.723           |
| 8            | Bangunan                        | 31.425.000.000         | 2.158.014         |
| 9            | Land & Yard Improvement         | 36.250.000.000         | 2.489.356         |
| <b>Total</b> |                                 | <b>144.508.814.036</b> | <b>9.923.693</b>  |

Tabel 6.6 *Direct Plant Cost* (DPC)

| No           | Jenis                               | Jumlah Biaya (Rp)      | Jumlah Biaya (\$) |
|--------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------|
| 1            | <i>Physical Plant Cost</i>          | 144.508.814.036        | 9.923.693         |
| 2            | <i>Engineering and Construction</i> | 28.901.762.807         | 1.984.739         |
| <b>Total</b> |                                     | <b>173.410.576.843</b> | <b>11.908.431</b> |

Tabel 6.7 *Fixed Capital Investment (FCI)*

| No           | Jenis                    | Jumlah Biaya<br>(Rp)   | Jumlah Biaya<br>(\$) |
|--------------|--------------------------|------------------------|----------------------|
| 1            | <i>Direct Plant Cost</i> | 173.410.576.843        | 11.908.431           |
| 2            | <i>Contractor's fee</i>  | 6.936.423.074          | 476.337              |
| 3            | <i>Contingency</i>       | 17.341.057.684         | 1.190.612            |
| <b>Total</b> |                          | <b>197.688.057.601</b> | <b>13.575.612</b>    |

**b. Working Capital Investment**

*Working Capital Investment* adalah biaya yang dipergunakan untuk menjalankan/mengoperasikan suatu pabrik selama waktu tertentu.

Tabel 6.8 *Working Capital Investment (WCI)*

| No           | Jenis                         | Jumlah Biaya<br>(Rp)  | Jumlah Biaya<br>(\$) |
|--------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1            | <i>Raw Material Inventory</i> | 3.274.685.503         | 224.879              |
| 2            | <i>Inproses Onventory</i>     | 14.635.456.966        | 1.005.044            |
| 3            | <i>Product Inventory</i>      | 10.634.968.703        | 730.941              |
| 4            | <i>Extended Credit</i>        | 15.472.727.273        | 1.062.541            |
| 5            | <i>Availabe Cash</i>          | 10.634.968.703        | 730.941              |
| <b>Total</b> |                               | <b>54.670.807.147</b> | <b>3.754.347</b>     |

**6.3.2 Manufacturing Cost**

*Manufacturing cost* adalah biaya yang harus disediakan atau dikeluarkan untuk melakukan produksi suatu produk dalam pabrik.

**a. Direct Manufacturing Cost**

*Direct Manufacturing Cost* atau biaya langsung adalah biaya pengeluaran yang masih berkaitan langsung dalam pembuatan produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik.

Tabel 6.9 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

| No | Jenis                      | Jumlah Biaya<br>(Rp)  | Jumlah Biaya<br>(\$) |
|----|----------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1  | <i>Raw Material</i>        | 36.021.540.533        | 2.473.667            |
| 2  | <i>Labor</i>               | 8.708.400.000         | 598.022              |
| 3  | <i>Supervision</i>         | 870.840.000           | 59.802               |
| 4  | <i>Maintenance</i>         | 13.838.164.032        | 950.293              |
| 5  | <i>Plant Supplies</i>      | 2.075.724.605         | 142.544              |
| 6  | <i>Royalty and Patents</i> | 8.510.000.000         | 2.337.591            |
| 7  | <i>Utilities</i>           | 2.036.880.798         | 139.876              |
|    | <b>Total</b>               | <b>72.061.549.969</b> | <b>6.701.796</b>     |

**b. *Indirect Manufacturing Cost***

*Indirect Manufacturing Cost* atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut berkaitan langsung oleh unit produksi dalam pabrik.

Tabel 6.10 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

| No | Jenis                         | Jumlah Biaya<br>(Rp)  | Jumlah Biaya<br>(\$) |
|----|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1  | <i>Payroll Overhead</i>       | 1.306.260.000         | 89.703               |
| 2  | <i>Laboratory</i>             | 870.840.000           | 59.802               |
| 3  | <i>Plant Overhead</i>         | 4.354.200.000         | 299.011              |
| 4  | <i>Packaging and Shipping</i> | 18.722.000.000        | 1.285.675            |
|    | <b>Total</b>                  | <b>25.253.300.000</b> | <b>1.734.192</b>     |

**c. *Fixed Manufacturing Cost***

*Fixed Manufacturing Cost* atau biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik pada saat kondisi operasi maupun tidak. Pengeluaran yang bersifat konstan atau tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 6.11 *Fixed Manufacturing Cost*

| No           | Jenis                 | Jumlah Biaya (Rp)     | Jumlah Biaya (\$) |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1            | <i>Depreciation</i>   | 15.815.044.608        | 1.086.049         |
| 2            | <i>Property taxes</i> | 1.976.880.576         | 135.756           |
| 3            | <i>Insurance</i>      | 1.976.880.576         | 135.756           |
| <b>Total</b> |                       | <b>19.768.805.760</b> | <b>1.357.561</b>  |

Tabel 6.12 *Total Manufacturing Cost*

| No           | Jenis                              | Jumlah Biaya (Rp)      | Jumlah Biaya (\$) |
|--------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|
| 1            | <i>Direct Manufacturing Cost</i>   | 72.061.549.969         | 6.701.796         |
| 2            | <i>Indirect Manufacturing Cost</i> | 25.253.300.000         | 1.734.192         |
| 3            | <i>Fixed Manufacturing Cost</i>    | 19.768.805.760         | 1.357.561         |
| <b>Total</b> |                                    | <b>117.083.655.729</b> | <b>9.793.549</b>  |

### 6.3.3 *General Expenses*

*General Expenses* atau disebut pengeluaran umum, meliputi pengeluaran – pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk oleh *Manufacturing cost*. *General expenses*, yaitu pengeluaran untuk :

- a. Administrasi Pabrik
- b. Distribusi dan Penjualan
- c. Riset dan Pengembangan
- d. *Financing*
- e. *Gross earing expenses*



Tabel 6.13 *General Expense*

| No           | Jenis                 | Jumlah Biaya (Rp)     | Jumlah Biaya (\$) |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1            | <i>Administration</i> | 3.404.000.000         | 233.759           |
| 2            | <i>Sales Expense</i>  | 5.106.000.000         | 350.639           |
| 3            | <i>Research</i>       | 5.106.000.000         | 350.639           |
| 4            | <i>Finance</i>        | 5.047.177.295         | 346.599           |
| <b>Total</b> |                       | <b>18.663.177.295</b> | <b>1.281.636</b>  |

Tabel 6.14 *Total Production Cost*

| No           | Jenis                     | Jumlah Biaya (Rp)      | Jumlah Biaya (\$) |
|--------------|---------------------------|------------------------|-------------------|
| 1            | <i>Manufacturing Cost</i> | 117.083.655.729        | 9.793.549         |
| 2            | <i>General Expenses</i>   | 18.663.177.295         | 1.281.636         |
| <b>Total</b> |                           | <b>135.746.833.024</b> | <b>11.075.184</b> |

### 6.3.4 Analisa kelayakan

Analisa kelayakan berfungsi untuk mengetahui laba yang didapatkan agar mendapatkan keuntungan maksimum dan bisa melihat hasil keuntungan kecil atau besar, agar bisa dikategorikan pabrik yang potensial atau tidak potensial dari sisi ekonomi, ada beberapa cara yang dilakukan untuk melihat suatu kelayakan pabrik, antara lain :

#### 6.3.4.1 *Percent Return On Investment*

*Percent Return On Investment* adalah rasio profit yang didapatkan dari investasi atau keuntungan yang didapatkan dari investasi yang sudah dikeluarkan.

Jumlah uang yang diterima atau hilang disebut laba/rugi atau bunga.

$$\% \text{ ROI} = \frac{\text{Profit}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

**a. ROI sebelum pajak (ROI b)**

Syarat ROI sebelum pajak minimum untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah 11 % (Aries & Newton,1995).

$$\text{ROI} = \frac{\text{keuntungan sebelum pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

$$\text{ROI} = \frac{34.453.166.976}{197.688.057.601} \times 100\%$$

$$\text{ROI b} = 17,43 \%$$

**b. ROI setelah pajak (ROI a)**

$$\text{ROI} = \frac{\text{keuntungan setelah pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

$$\text{ROI} = \frac{22.394.558.534}{197.688.057.601} \times 100 \%$$

$$\text{ROI a} = 11,33 \%$$

**5.3.4.2 Pay Out Time (POT)**

*Pay out time* adalah angka yang menunjukkan berapa lama waktu pengembalian modal dengan membandingkan besar total modal investasi dengan penghasilan bersih setiap tahun. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang didapat. Perhitungan ini dibutuhkan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang sudah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan sebelum pajak} + 0,1 \times \text{Fixed Capital})_i} \times 100\%$$

**a. POTb sebelum pajak (POT b)**

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum 5 tahun (Aries & Newton,1995).

$$POT = \frac{\text{fixed capital investment}}{(\text{Keuntungan sebelum} + 0,1 \times \text{Fixed Capital})} \times 100\%$$

$$POT = \frac{197.688.057.601}{(34.453.166.976 + 0.1 \times 197.688.057.601)} \times 100\%$$

$$POT b = 3.65 \text{ tahun}$$

**b. POTa sesudah pajak (POT a)**

$$POT = \frac{\text{fixed capital investment}}{(\text{Keuntungan sesudah} + 0,1 \times \text{Fixed Capital})} \times 100\%$$

$$POT = \frac{197.688.057.601}{(22.394.558.534 + 0.1 \times 197.688.057.601)} \times 100\%$$

$$POTa = 4.69 \text{ tahun}$$

**6.3.4.3 Break Even Point**

*Break Even Point* adalah suatu keadaan perusahaan dimana dengan keadaan tersebut perusahaan tidak mengalami kerugian juga perusahaan tidak mendapatkan keuntungan sehingga terjadi keseimbangan impas. Hal ini bisa terjadi bila

perusahaan dalam pengoperasiannya menggunakan biaya tetap dan volume penjualannya hanya cukup untuk menutup biaya tetap dan biaya variabel (Alwi, 1990).

Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa per unit yang dijual agar mendapat keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia umumnya berada pada *range* 40-60% (Aries and Newton, 1955).

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fa} + 0,3\text{Ra}}{\text{Sa} - \text{Va} - -0,7\text{Ra}} \times 100\%$$

Dimana :

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada produksi maksimum Annual

Tabel 6.15 *Annual Fixed Cost (Fa)*

| No           | Jenis                 | Jumlah Biaya<br>(Rp)  | Jumlah Biaya<br>(\$) |
|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1            | <i>Depreciation</i>   | 15.815.044.608        | 1.086.049            |
| 2            | <i>Property Taxes</i> | 1.976.880.576         | 135.756              |
| 3            | <i>Insurance</i>      | 1.976.880.576         | 135.756              |
| <b>Total</b> |                       | <b>19.768.805.760</b> | <b>1.357.561</b>     |

Tabel 6.16 *Annual Regulated Cost (Ra)*

| No | Jenis                   | Jumlah Biaya<br>(Rp)  | Jumlah Biaya<br>(\$) |
|----|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1  | Gaji Karyawan           | 8.708.400.000         | 598.022              |
| 2  | <i>Payroll Overhead</i> | 1.306.260.000         | 89.703               |
| 3  | <i>Supervision</i>      | 870.840.000           | 59.802               |
| 4  | <i>Plant Overhead</i>   | 4.354.200.000         | 299.011              |
| 5  | Laboratorium            | 870.840.000           | 59.802               |
| 6  | <i>General Expense</i>  | 18.663.177.295        | 1.281.636            |
| 7  | <i>Maintenance</i>      | 13.838.164.032        | 950.293              |
| 8  | <i>Plant Supplies</i>   | 2.075.724.605         | 142.544              |
|    | <b>Total</b>            | <b>50.687.605.932</b> | <b>3.480.813</b>     |

Tabel 6.17 *Annual Variable Value (Va)*

| No | Jenis                        | Jumlah Biaya<br>(Rp)  | Jumlah Biaya<br>(\$) |
|----|------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1  | <i>Raw Material</i>          | 36.021.540.534        | 2.473.667            |
| 2  | <i>Packaging</i>             | 17.020.000.000        | 1.168.795            |
| 3  | <i>Shipping</i>              | 1.702.000.000         | 116.880              |
| 4  | <i>Utilities</i>             | 2.036.880.798         | 139.876              |
| 5  | <i>Royalty &amp; Patents</i> | 8.510.000.000         | 584.398              |
|    | <b>Total</b>                 | <b>65.290.421.332</b> | <b>4.483.616</b>     |

Tabel 6.18 *Annual Sales Value (Sa)*

| No | Jenis                     | Jumlah Biaya<br>(Rp)   | Jumlah Biaya (\$) |
|----|---------------------------|------------------------|-------------------|
| 1. | <i>Annual Sales Value</i> | 170.200.000.000        | 11.687.955        |
|    | <b>Total</b>              | <b>170.200.000.000</b> | <b>11.687.955</b> |

Dengan menggunakan data yang sudah didapatkan pada tabel diatas, maka didapatkan nilai BEP sebesar :

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

Didapatkan nilai perhitungan BEP sebagai berikut :

$$\text{BEP} = \frac{19.768.805.760 + 0.3 \times 50.687.605.932}{(170.200.000.000 - 65.290.421.332 - 0,7 \times 50.687.605.932)} \times 100\%$$

$$\text{BEP} = 50 \%$$

#### 6.3.4.4 Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* adalah titik atau kondisi saat penentuan suatu aktivitas produksi diberhentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi atau juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit).

Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

$$\text{SDP} = \frac{0,3\text{Ra}}{\text{Sa} - \text{Va} - 0,7\text{Ra}} \times 100\%$$

Dimana :

Ra = *Annual REgulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual sales Value* pada produksi maksimum

Didapat nilai perhitungan SDP sebagai berikut :

$$\text{SDP} = \frac{0.3 \times 50.687.605.932}{(170.200.000.000 - 65.290.421.332 - 0,7 \times 50.687.605.932)} \times 100\%$$

$$\text{SDP} = 22 \%$$

#### 5.3.4.5 *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

*Discounted Cash Flow Rate of Return* adalah bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$\frac{(WC + FCI) \times (1 + i)^{10}}{CF} = ((1 + i)^9 + (1 + i)^8 + \dots + (1 + i) + 1) + \frac{WC + SV}{CF}$$

Dimana :

FCI = *Fixed capital investment*

WC = *Working capital investment*

SV = *Salvage value* = depresiasi

N = Umur pabrik 10 tahun

I = Nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut :

$$\text{FCI} = 197.020.432.140$$

$$\text{WC} = 54.633.833.594$$

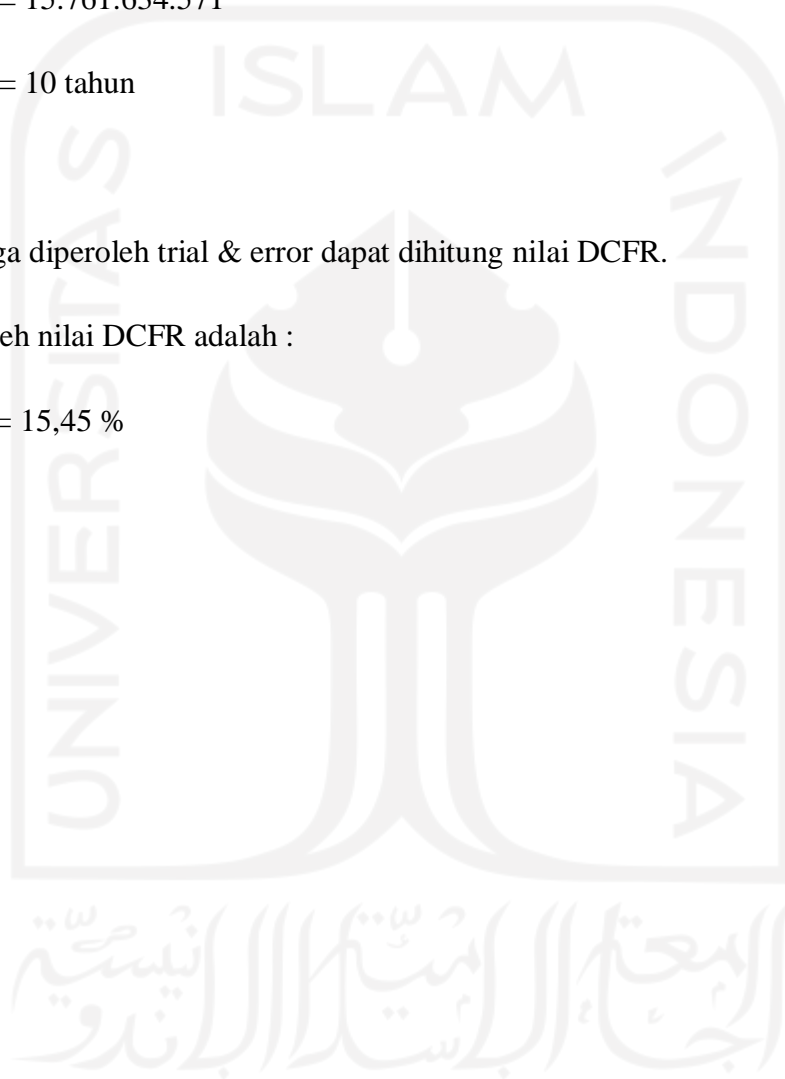
$$\text{SV} = 15.761.634.571$$

$$\text{N} = 10 \text{ tahun}$$

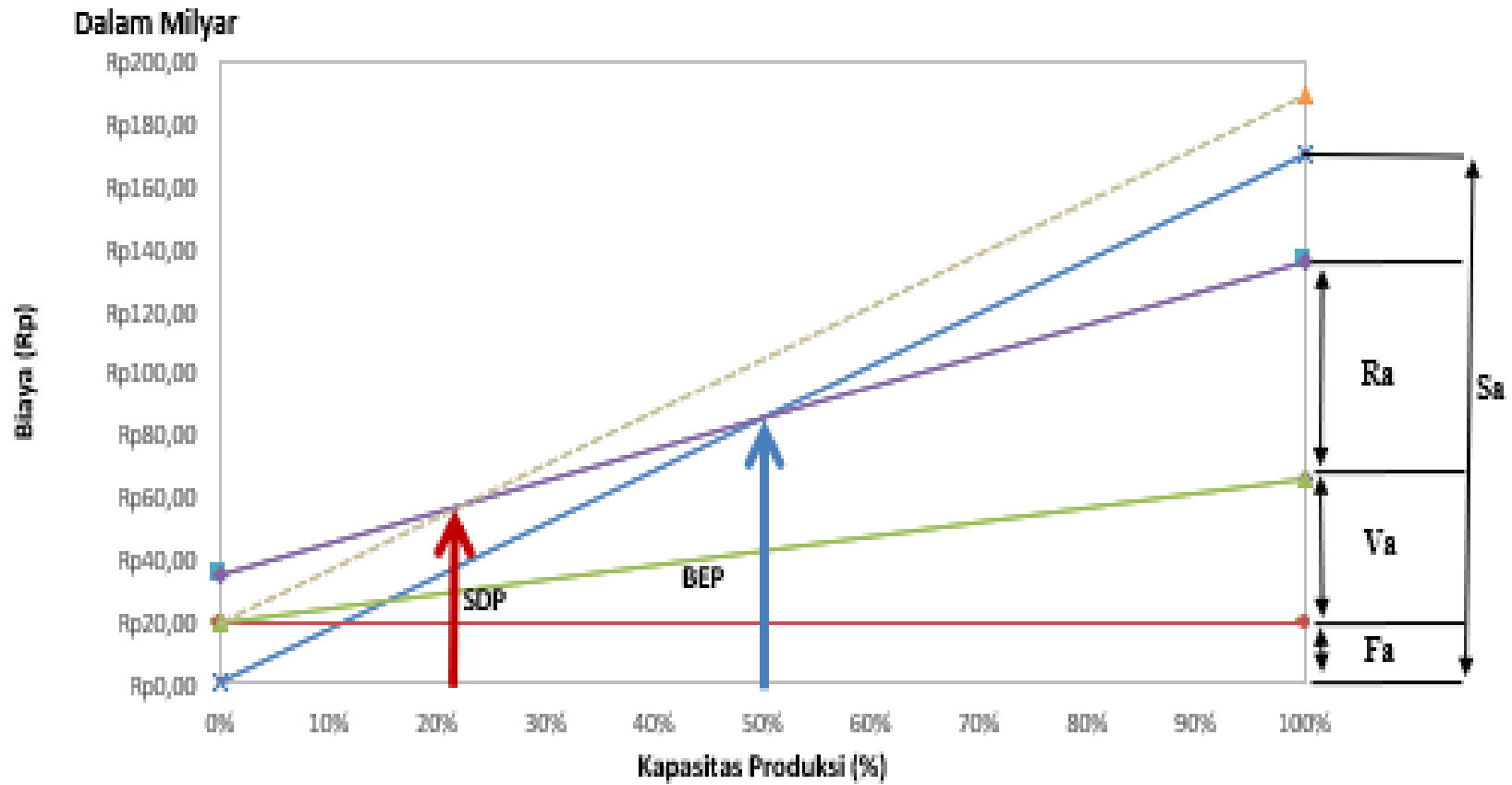
Sehingga diperoleh trial & error dapat dihitung nilai DCFR.

Diperoleh nilai DCFR adalah :

$$\text{DCFR} = 15,45 \%$$







Gambar 6.2 Grafik Analisa Ekonomi

## **BAB VII**

### **PENUTUP**

#### **7.1 Kesimpulan**

Kesimpulan prarancangan pabrik *chromium trioxide* dari *sodium dichromate* ini adalah sebagai berikut :

1. Pabrik *chromium trioxide* dari sodium dichromate dengan kapasitas 1.150 ton/tahun didasarkan atas keinginan mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri, memberi lapangan pekerjaan, dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik *chromium trioxide* berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di daerah Tangerang, Banten. Dengan luas tanah keseluruhan 7250 m<sup>2</sup> dan luas bangunan 11440 m<sup>2</sup>. Jumlah karyawan 101 orang dan beroperasi 330 hari/tahun.
3. Bahan baku *sodium dichromate* dan asam sulfat diperoleh dari PT. Insoclay Acidatama Indonesia.
4. Berdasarkan kondisi operasi, bahan baku dan produk yang dihasilkan tidak mudah terbakar pabrik *chromium trioxide* dari *sodium dichromate* termasuk resiko rendah.
5. Pabrik *chromium trioxide* dengan kapasitas 1.150 ton/tahun ini membutuhkan utilitas berupa :
  - a. Air Pendingin sebanyak 1807,6065 kg/jam
  - b. Steam sebanyak 472,8467 kg/jam

- c. Bahan Bakar sebanyak 42,9801 kg/jam
- d. Udara Tekan sebanyak 3,7382 m<sup>3</sup>/jam
- e. Listrik sebanyak 48,0624 kW

6. Berdasarkan analisis ekonomi, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

a. Keuntungan yang diperoleh :

Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 34.453.166.976

Keuntungan setelah pajak (35 %) sebesar Rp. 22.394.558.534

b. *Return of Investment* (ROI) :

Presentasi ROI sebelum pajak sebesar 17,43 % dan ROI setelah pajak sebesar 11,33 %. Syarat ROI setelah pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah diatas 11 %.

c. *Pay Out Time* (POT)

POT sebelum pajak selama 3,65 tahun dan POT setelah pajak selama 4,69 tahun. Syarat POT setelah pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimal 5 tahun.

d. *Break Event Point* (BEP)

*Break Event Point* (BEP) yang didapatkan sebesar 50% . BEP untuk pabrik kimia umumnya adalah 40-60%.

e. *Shut Down Point* (SDP)

*Shut Down Point* (SDP) yang didapatkan sebesar 22%. SDP untuk pabrik kimia umumnya diatas 20%.

f. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

*Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 15,45%. Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5x suku bunga pinjaman bank.

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *chromium trioxide* dari *sodium dichromate* dengan kapasitas 1.150 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

## 7.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep – konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimi diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk *Chromium trioxide* dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, S., (1990). *Alat - Alat Dalam Pembelianjaan*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Anger, G., Halstenberg, J., Hochgeschwender, K., Scherhag, C., Korallus, U., Knopf, H., Schmidt, P., & Ohlinger, M. (2005). Chromium compounds. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
- Aries, R.S. and Newton, R.D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Badger, & Banchero. (1955). *Introduction to Chemical Engineering*. Mc Graw Hill Book Company, Tokyo.
- Biro Pusat Statistik, "Export - Import Sektor Industri"
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R. (1978). *Unit Operation*. Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., (1959), *Process Equipment Design*, 2nd ed., John Wiley and Sons Inc., New York.
- Chenier, Philip J. (1987). *Survey of Industrial Chemistry*, 45-57. John Wiley & Sons, New York.
- Coulson, J.M., (1983). "Chemical Engineering", Auckland, Mc. Graw Hill, International Student Edition, Singapore
- Edward M. Jones. (1950). *Chamber Process Manufacture of Sulfuric Acid*," *Industrial and Engineering Chemistry*, 42(11), 2208-10.

- Faith, Keyes, & Clark. (1961). Industrial Chemical (4th ed.). John Wiley and Sons, Inc, New york.
- Freman F. (2004). Sodium Dichromate. Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis (Ed: L. Paquette). J. Wiley & Sons, New York
- Haga Bahan, [www.indonesian.alibaba.com](http://www.indonesian.alibaba.com) diakses pada tanggal 15 Juni 2022
- Harga Alat, [www.matche.com](http://www.matche.com), diakses pada 15 Juni 2022
- Indeks harga [www.chemengonline.com/pci](http://www.chemengonline.com/pci) diakses pada tanggal 10 Juni 2022
- Lide, D.R. (2007). CRC Handbook of Chemistry and Physics, 88, 8-41. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis.
- Mc Cabe, W. L. (1976). Unit Operation of Chemical Engineering, (3rd ed) . Singapore: Mc Graw Hill, Kogakusha , Ltd.
- Mulyono, P. (2021). Ekonomi TEKNIK: Lengkap dengan Evaluasi Ekonomi Pabrik Kimia Dan Soal - Penyelesaian. UGM PRESS.
- NiKetut Sari. (2011). Ekonomi Teknik. Yayasan Humaniora.
- Perry, R.H, & Green, D.W. (1984). Perry's Chemical Engineers Handbook (7th ed.). JoMcGraw-Hill Book Company, New York.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). Plant design and economics for chemical engineers (4th ed.). McGraw Hill Book Co., Inc., New York.
- Peters, M. S., Klaus D. Timmerhaus and Ronald E. West (2004). Plant design and economics for chemical engineers (5th ed.). McGraw Hill Book Co., Inc., New York.

- Reed, J. J. (2020). Digitizing “The NBS tables of chemical thermodynamic properties: Selected values for inorganic and C1 and C2 organic substances in SI units”. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, 125.
- Tojo, G., & Fernandez, M. I. (2006). *Oxidation of alcohols to aldehydes and ketones: A guide to current common practice*. Springer Science & Business Media.
- Ulrich. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*. John Wiley and Sons, USA.
- United States Patent Office. No.824,189 (1961). *Process For The Production Of Chromium Trioxide.*, Germany
- Wallas. S.M. (1988). *Chemical Process Equipment*. Butterworth Publishers, Stoneham USA.
- Yaws, C. L., (1999). *Chemical In Properties*. New York : McGraw-Hill Book Company
- Zamani. (1998). *Manajemen*. Badan Penerbit IPWI.Jakarta.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Perancangan Reaktor

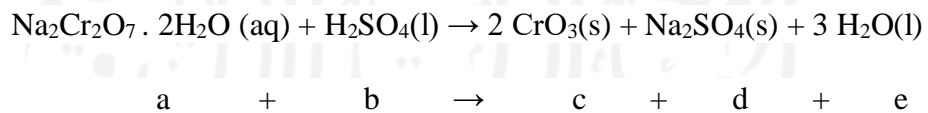
#### REAKTOR

|                 |   |
|-----------------|---|
| Fungsi          | : Mereaksikan sodium dikromat dihidrat dengan asam sulfat |
| Jenis Reaktor   | : RATB ( Reaktor Alir Tangki Berpengaduk)                 |
| Kondisi Operasi | : Tekanan (P) = 1 atm dan suhu (T) = 75 °C                |
| Sifat Reaksi    | : Eksotermis  |

#### A. Kinetika Reaksi

Menurut percobaan yang dilakukan oleh (Gerhard, 1959) pada suhu 75 °C dengan 1200 gram *sodium dichromate* tersuspensi dalam 220 cc air. 490 cc asam sulfat 96% di tambahkan sehingga bereaksi secara perlahan dengan suspensi *sodium dichromate*. Untuk menyempurnakan pencampuran, dilakukan pengadukan selama 10 menit dan menghasilkan 919 gram *chromium trioxide*.

Reaksi yang terjadi :



Diketahui:

Massa  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{aq}) = 1200 \text{ gram} = 1,2 \text{ kg}$

Volume  $\text{H}_2\text{O} = 220 \text{ cc}$

Volume  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 490 \text{ cc}$

Waktu tinggal = 10 menit = 0,1667 jam



Massa  $\text{CrO}_3$  yang dihasilkan = 919 g = 0,919 kg

Mencari massa  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  :

densitas  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1830 \text{ kg/m}^3$

densitas  $\text{H}_2\text{O} = 998 \text{ kg/m}^3$

$$m = \rho \times v$$

Dengan rumus diatas didapat :

Massa  $\text{H}_2\text{O} = 0,22 \text{ kg}$

Massa  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,8967 \text{ kg}$

Mencari Mol :

$$n = \frac{m}{BM}$$

Dengan rumus diatas didapat :

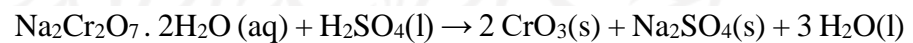
Mol  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 0,00403 \text{ Kmol}$

Mol  $\text{H}_2\text{O} = 0,00611 \text{ Kmol}$

Mol  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,00915 \text{ Kmol}$

Mol  $\text{CrO}_3 = 0,00919 \text{ Kmol}$

Stoikiometri :



|   |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| M | 0,0162 | 0,0091 |        |
| R | 0,0046 | 0,0046 | 0,0092 |
| S | 0,0011 | 0,0045 | 0,0092 |

$$X_a = \frac{R}{M} \times 100\%$$

Dengan stoikiometri dan rumus diatas didapat konversi ( $X_a$ ) sebesar 72,365%

Mencari  $C_{A0}$  :

$$\frac{\text{Mol reaktan}}{\text{Volume reaktan}} = C_{A0}$$

didapat nilai  $C_{A0}$  sebesar 23,34 Kmol/m<sup>3</sup>.

$$\frac{\text{Mol b}}{\text{Volume b}} = C_{B0}$$

didapat nilai  $C_{B0}$  sebesar 18,67 Kmol/m<sup>3</sup>.

Dilakukan pendekatan dengan mempertimbangkan reaksi bersifat ireversibel (searah) dan memiliki 2 buah reaktan untuk menghasilkan produk, diasumsikan reaksi diatas merupakan reaksi orde 2 dengan persamaan kecepatan reaksi :

$$-r_A = kC_A \cdot C_B$$

Untuk RATB kolerasi X

$$t = \frac{x}{k \cdot (C_{A0} \cdot (1 - x)) \cdot (C_{B0} - C_{A0} \cdot x)}$$

$$k = \frac{x}{t \cdot (C_{A0} \cdot (1 - x)) \cdot (C_{B0} - C_{A0} \cdot x)}$$

Dengan :

t = Waktu reaksi (jam)

k = Konstanta kecepatan reaksi (kmol/m<sup>3</sup>.jam)

$C_{A0}$  = Konsentrasi awal reaktan  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{kmol}/\text{m}^3$ )

$C_{B0}$  = Konsentrasi awal reaktan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\text{kmol}/\text{m}^3$ )

$X$  = Konversi larutan

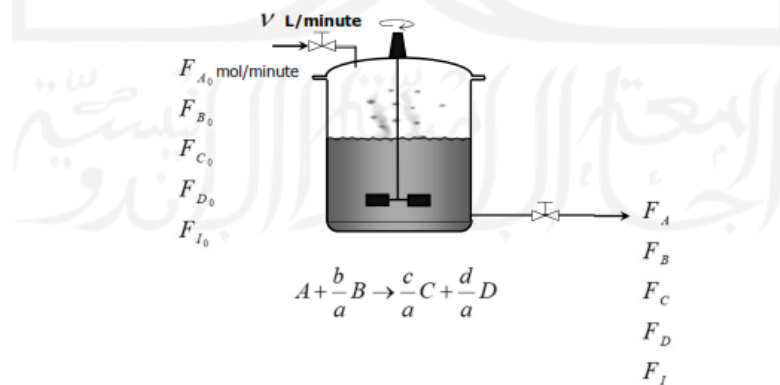
Dengan waktu tinggal selama 0,1667 jam didapat nilai  $k = 0,3774$   
 $\text{kmol}/\text{m}^3 \cdot \text{jam}$

## B. Perancangan Reaktor

Model matematis perancangan reaktor :

Asumsi :

1. *Ishothermal*
2. Pengadukan sempurna
3. Laju alir volumentrik tetap
4. *Steady state*



Gambar 1. Skema Reaktor Tangki Berpengaduk (RATB)

Pada keadaan *steady state* dapat dituliskan :

$$(Rate\ of\ Flow\ of\ Input) - (Rate\ of\ Flow\ of\ Output) - (Rate\ of\ Reaction) = Rate\ of\ Acc$$

(Pers 1)

Tabel 1. Stoikiometri Reaksi

| Komponen              | Mula-Mula                  | Reaksi    | Sisa                             |
|-----------------------|----------------------------|-----------|----------------------------------|
| Sodium dichomate (A)  | $F_{AO}$                   | $F_{AO}X$ | $F_A = F_{AO} - F_{AO}X$         |
| Asam sulfat(B)        | $F_{BO}$                   | $F_{AO}X$ | $F_B = F_{BO} - F_{AO}X$         |
| Chromium trioxide (C) | $F_{CO}$                   | $F_{AO}X$ | $F_C = F_{CO} + F_{AO}X$         |
| Natrium sulfat (D)    | $F_{DO}$                   | $F_{AO}X$ | $F_D = F_{DO} + F_{AO}X$         |
| Air (E)               | $F_{EO}$                   | $F_{AO}X$ | $F_E = F_{EO} + F_{AO}X$         |
| <b>Total</b>          | <b><math>F_{TO}</math></b> |           | <b><math>F_T = F_{TO}</math></b> |

Berdasarkan kondisi stokiometri :  $F_A = F_{AO} - F_{AO}X$  dapat diubah menjadi

$$F_{AO}X = F_{AO} - F_A \quad (\text{Pers 2})$$

$$F_{AO} - F_A - (-ra)V = 0$$

$$F_{AO}X = (-ra)V$$

$$V = \frac{F_{AO} \cdot X}{(-ra)}$$

$$V = \frac{F_{AO} \cdot X}{k \cdot C_A \cdot C_B}$$

$$V = \frac{F_{AO} \cdot X}{k \cdot ((C_{AO}(1 - x)) \cdot (C_{BO} - C_{AO} \cdot X))}$$

Sehingga diperoleh :

$$V = 1,1361 \text{ m}^3$$

## Menentukan Optimasi Jumlah Reaktor

Persamaan umum :

$$V_n = \frac{F_{AO} \cdot (X_{An} - X_{An-1})}{k \cdot C_{AO}^2 \cdot (1 - X_{An}) \cdot (M - X_{An})}$$

Dengan  $V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$

### 1. Jumlah Reaktor 1

$$X_1 = 0,95$$

$$k = 0,3374 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$$

$$F_v = 0,1751 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$C_{AO} = 9,6183 \text{ kmol/m}^3$$

$$M = 1,953$$

$$V_1 = 1,1361 \text{ m}^3$$

$$X_0 = 0$$

$$X_1 = 0,95$$

### 2. Jumlah Reaktor 2

$$V_1 = 0,3621 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0,3621 \text{ m}^3$$

$$X_0 = 0$$

$$X_{1 \text{ trial}} = 0,7889$$

$$X_2 = 0,95$$

### 3. Jumlah Reaktor 3

$$V_1 = 0,1827 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0,1827 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 0,1827 \text{ m}^3$$

$$X_0 = 0$$

$$X_{1 \text{ trial}} = 0,6637$$

$$X_{2 \text{ trial}} = 0,8732$$

$$X_3 = 0,95$$

### 4. Jumlah Reaktor 4

$$V_1 = 0,1159 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0,1159 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 0,1159 \text{ m}^3$$

$$V_4 = 0,1159 \text{ m}^3$$

$$X_0 = 0$$

$$X_{1 \text{ trial}} = 0,5737$$

$$X_{2 \text{ trial}} = 0,7995$$

$$X_{3 \text{ trial}} = 0,9011$$

$$X_4 = 0,95$$

## 5. Jumlah Reaktor 5

$$V_1 = 0,0808 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0,0808 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 0,0808 \text{ m}^3$$

$$V_4 = 0,0808 \text{ m}^3$$

$$V_5 = 0,0808 \text{ m}^3$$

$$X_0 = 0$$

$$X_1 \text{ trial} = 0,5065$$

$$X_2 \text{ trial} = 0,7352$$

$$X_3 \text{ trial} = 0,8514$$

$$X_4 \text{ trial} = 0,9144$$

$$X_5 = 0,95$$

### Menghitung Jumlah Reaktor Yang Optimal

Menurut Aries dan Newton, 1995 perhitungan harga total reaktor menyatakan

bahwa :

$$E_b = E_a \left( \frac{C_b}{C_a} \right)^{0,6}$$

Dengan :

$C_a$  = Kapasitas alat a

$C_b$  = Kapasitas alat b

$E_a$  = Harga pembelian alat a

$E_b$  = Harga pembelian alat b

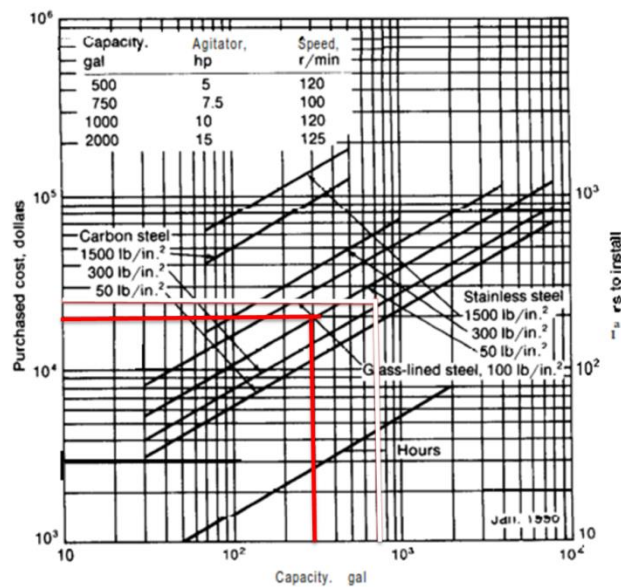
Kondisi operasi :

1 atm = 14,7 lb/in<sup>2</sup>

Bahan : *Stainless steel*

Basis : Volume 30 gallons = \$ 20.000,00

(Peter dan Timmerhaus, 1991)



Gambar 2. Grafik Penentuan Penggunaan Bahan



## Perhitungan Harga Reaktor

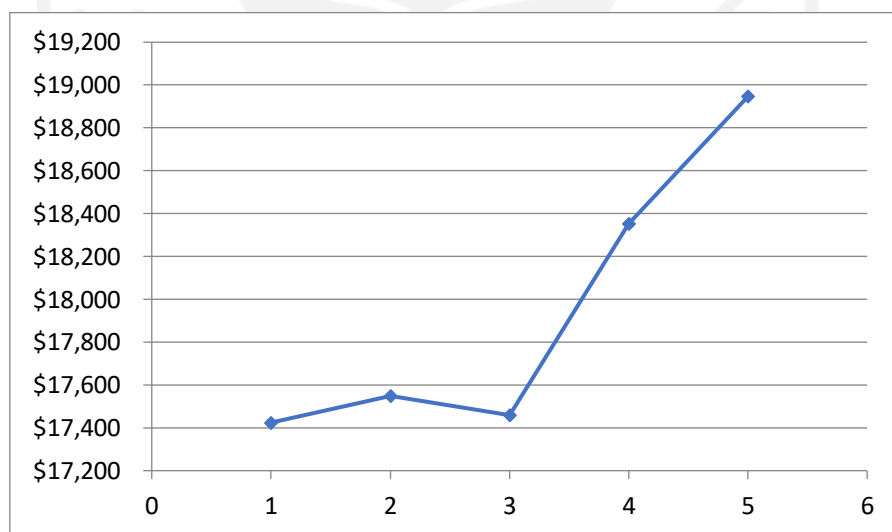
$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a}\right)^{0,6}$$

Dimana :

$$E_a = \$ 5.200,00$$

$$C_a = 40 \text{ gallons}$$

| N | Volume reaktor<br>(Gallon) | Z<br>(Gallon) | Cost/unit<br>\$ | Cost      |
|---|----------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| 1 | 300,1299                   | 300,1299      | \$ 17.424       | \$ 17.424 |
| 2 | 95,6553                    | 191,3106      | \$ 8.774        | \$ 17.548 |
| 3 | 48,2635                    | 144,7904      | \$ 5.820        | \$ 17.461 |
| 4 | 32,4711                    | 129,8842      | \$ 4.588        | \$ 18.354 |
| 5 | 23,6038                    | 118,0192      | \$ 3.789        | \$ 18.946 |



Gambar 3. Grafik Optimasi Reaktor

Berdasarkan grafik diatas dipilih jumlah 1 reaktor karena memiliki harga yang lebih murah dan waktu tinggal 1 reaktor sudah cukup singkat yaitu 1,002 jam.

## NERACA MASSA REAKTOR

| Komponen  | Masuk (Kg/jam)     | Keluar (Kg/jam)    |
|---|--------------------|--------------------|
|   | Arus 3             | Arus 4             |
| CrO <sub>3</sub>  |                    | 149,7218845        |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·2H <sub>2</sub> O | 234,8269557        | 11,2621091         |
| NaCl  | 0,479238685        | 0,479238685        |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                   | 0,95847737         | 106,302538         |
| H <sub>2</sub> O  | 90,46789628        | 132,3305211        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                    | 117,4134778        | 44,04975444        |
| <b>Total</b>  | <b>444,1460458</b> | <b>444,1460458</b> |

## PERANCANGAN REAKTOR

### A. Perancangan Dimensi Reaktor

Komponen masuk reaktor :

| No | Komponen                                       | BM<br>(Kmol/Kg) | Fm<br>(Kmol/Jam) | Fw<br>(Kg/Jam)  | ρ<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Fv<br>(m <sup>3</sup> /jam) |
|----|--|-----------------|------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1  | Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 262             | 0,8963           | 234,8270        | 2520                      | 0,0932                      |
| 2  | NaCl   | 58,5            | 0,0082           | 0,4792          | 2165                      | 0,0002                      |
| 3  | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 142             | 0,0067           | 0,9585          | 2671                      | 0,0004                      |
| 4  | H <sub>2</sub> O                               | 18              | 4,5350           | 11,3077         | 997                       | 0,0819                      |
| 5  | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 98              | 1,1869           | 116,3191        | 1841                      | 0,0632                      |
|    | <b>Total</b>                                   | <b>578,5</b>    | <b>6,6332</b>    | <b>434,2141</b> | <b>8354,841</b>           | <b>0,2388</b>               |

Perancangan ini menggunakan 1 reaktor dengan *volume* reaktor :

$$V_{\text{shell}} = 1,1361 \text{ m}^3$$

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak, sehingga :

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$V = \frac{\pi}{4} D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

Dengan rancangan,  $D = H$

(Brownell & Young, 1959)

$$D = 1,1677 \text{ m}$$

$$D = 45,9708 \text{ in}$$

$$D = 3,8309 \text{ ft}$$

Perancangan ini memilih  $H = 1,5 D$ , sehingga

$$H = 1,7515 \text{ m}$$

$$H = 68,9561 \text{ in}$$

$$H = 5,7463 \text{ ft}$$

$$V_{\text{dish}} = 0,000049 * D^3$$

$$V_{\text{dish}} = 0,00007801 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{dish}} = 0,0028 \text{ ft}^3$$

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{sf}{144}$$

dipilih  $sf = 2 \text{ in}$

$$V_{sf} = 0,0544 \text{ m}^3$$

$$V_{sf} = 0,0045 \text{ ft}^3$$

$$V_{Head} = 2(V_{dish} + V_{sf})$$

$$V_{Head} = 0,1089 \text{ m}^3$$

$$V_{Head} = 0,0031 \text{ ft}^3$$

$$V_{reaktor} = V_{shell} + V_{head}$$

$$V_{reaktor} = 1,3586 \text{ m}^3$$

$$V_{reaktor} = 44,1368 \text{ ft}^3$$

### **Menghitung Volume dan Tinggi cairan dalam Shell**

$$Volume \text{ bottom} = 0,5 \times Volume \text{ head}$$

$$= 0,0544 \text{ m}^3$$

$$Volume \text{ cairan} = Volume \text{ shell} - Volume \text{ bottom}$$

$$= 1,1953 \text{ m}^3$$

Tinggi cairan dalam shell :

$$h = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2}$$

$$h = 1,1168 \text{ m}$$

$$h = 3,6640 \text{ ft}$$

### Menghitung Tekanan Desain

Tekanan Hidrostatik :  $\rho \cdot g \cdot h_{\text{cairan}}$

$$\text{Vol cairan} = h_{\text{cairan}} \times (\pi D^2/4)$$

$$h_{\text{cairan}} = 1,1168 \text{ m}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = 14093,7510 \text{ N/m}^2$$

$$= 2,0442 \text{ psia}$$

$$P_{\text{reaksi}} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,6959 \text{ psia}$$

$$P_{\text{operasi}} = P_{\text{reaksi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$= 16,7400 \text{ psia}$$

$$P_{\text{desain}} = 1,2 \cdot P_{\text{operasi}}$$

$$= 20,0880 \text{ psia}$$

$$P_{\text{reaktor}} = 20,0880 \text{ psia}$$

### Menghitung Tebal Shell (ts)

$$t_s = \frac{P \cdot r}{(f \cdot E - 0,6 \cdot P)} + C$$

(Brownell & Young, 1959,p.254)

Dimana :

$$R = 0,5 \times \text{Diameter tangki} = 22,9854 \text{ in}$$

$$E = \text{efisiensi pengelasan} = 80 \%$$

$$C = \text{faktor korosi} = 0,1250$$

F = Tegangan yang diijinkan = 18.750 psia

Sehingga, didapatkan nilai ts :

ts = 0,1540 in, digunakan tebal standar 3/16 in

ts = 1875 in (Brownell & Young, 1959)

**ID Shell** = 45,9708 in

**OD Shell** = 46,3458 in

**OD Standar** = 48 in

icr = 3

r = 48

E = 80 %

C = 0,1250

F = 18.750 (Brownell & Young, 1959)

### **Menentukan Tebal Head (th) dan Tebal Bottom**

Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA- 167 Grade 3 Type 304*

(Brownell & Young, 1959,p.342)

Bentuk head : *Flanged & Standart Dished Head*

(Brownell & Young, 1959,p.87)

$$t_h = \frac{0,885 \pi r}{2(fE - 0,1\pi)} + C$$

(Brownell & Young, 1959,p.138)

$$w = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$w = 1,7500$$

$$th = 0,1518$$

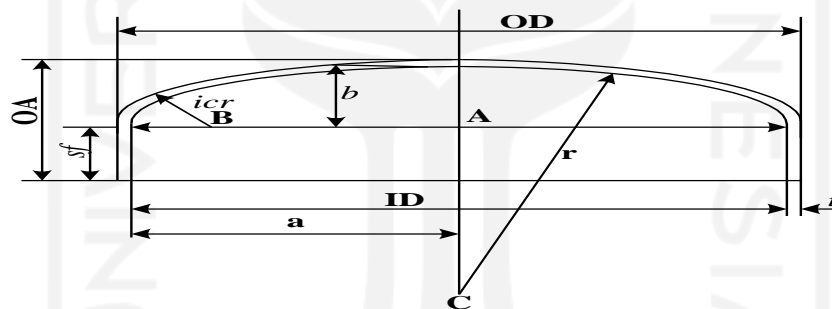
Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young (hal 88), th standar yaitu :

$$th = 0,1875 \text{ in digunakan tebal standar } 3/16 \text{ in}$$

### Menentukan Tinggi Reaktor Total

Berdasarkan table 5.8 Brownell & Young 93 diperoleh nilai sf 1 ½ - 2 diambil :

$$sf = 2 \text{ in}$$



$$ID = OD \text{ standar} - (2 * ts)$$

$$= 47,625 \text{ in}$$

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$= 23,8125 \text{ in}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$= 20,1875 \text{ in}$$

$$BC = r - icr$$

$$= 45 \text{ in}$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2}$$

$$= 39,8979 \text{ in}$$

$$b = r - AC$$

$$= 8,1021 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi total head (OA)} = sf + b + th$$

$$= 10,2896 \text{ in}$$

$$= 0,2614 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi reaktor total} = (2 \times \text{tinggi head total}) + \text{tinggi shell}$$

$$= 2,2742 \text{ m}$$

### Menentukan Jenis Pengaduk

Kondisi Operasi :

$$\text{Toperasi} = 75^\circ\text{C}$$

$$\mu = 0,2645 \text{ Cp}$$

$$\rho = 1287,7495 \text{ kg/m}^3$$

$$= 80,3916 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 0,0465 \text{ lb/in}^3$$

$$V_{\text{tangki}} = 1,1953 \text{ m}^3$$



Dipilih jenis *flat six blade turbine with disk*, karena turbin ini dapat digunakan pada kecepatan tinggi pada cairan yang mempunyai viskositas sedang dan tidak terlalu kental, sehingga berdasarkan *Brownell & Young* p. 507 diperoleh data :

$$D_t/D_i = 3$$

$$Z_L/D_i = 3,0$$

$$Z_i/D_i = 1,0$$

$$W_b/D_i = 0,17$$

$$L/D_i = 0,25$$

$$D_t = 45,9708 \text{ in}$$

Jumlah *baffle* = 4 (terpisah 90° satu sama lain)

$$\text{Jumlah blade} = 6$$

|         |                                  |
|---------|----------------------------------|
| $D_i =$ | Diameter Pengaduk                |
| $D_t =$ | Diameter dalam reaktor           |
| $Z_L =$ | Tinggi cairan dalam reaktor      |
| $w_b =$ | Lebar <i>baffle</i>              |
| $Z_i =$ | Jarak pengaduk dari dasar tangki |
| $L =$   | Lebar pengaduk                   |

Sehingga didapatkan

$$D_t = 45,9708 \text{ in} = 1,1677 \text{ m}$$

$$D_i = 15,3236 \text{ in} = 0,3892 \text{ m}$$

$$Z_i = 15,3236 \text{ in} = 0,3892 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 ZL &= 45,9708 \quad \text{in} &= 1,1667 \quad \text{m} \\
 L &= 3,8309 \quad \text{in} &= 0,0973 \quad \text{m} \\
 Wb &= 2,6050 \quad \text{in} &= 0,0662 \quad \text{m} \\
 l &= 3,0647 \quad \text{in} &= 0,0778 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

### Menghitung Jumlah Impeller

WELH adalah *Water Equivalen Liquid Hight* memiliki rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{WELH} &= \text{tinggi bahan} \times \text{sg} \\
 &= \text{tinggi bahan} \times \frac{\rho_{\text{cairan}}}{\rho_{\text{air}}} \\
 &= 1,4425 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{\# impeller} &= \frac{\text{WELH}}{D} \\
 &= 1,2107 \text{ m} \\
 &= 1 \text{ pengaduk}
 \end{aligned}$$

### Menghitung Putaran Pengaduk

$$\begin{aligned}
 \frac{\text{WELH}}{2 DI} &= \left( \frac{\pi DI N}{600} \right)^2 \\
 N &= \frac{600}{\pi DI} \sqrt{\frac{\text{WELH}}{2 DI}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= 203,6981 \text{ rpm} \\
 &= 3,3950 \text{ rps}
 \end{aligned}$$

Jenis Motor dipilih : *fixed speed belt*

Karena paling ekonomis dan mudah dalam pemasangan serta perbaikannya

Kecepatan standar pengaduk = 225 rpm

$$= 3,75 \text{ rps}$$

### Menghitung Power Pengaduk

Diketahui :

$$\rho = 1287,7495 \text{ kg/m}^3 = 80,3916 \text{ lbm/ft}^3$$

$$\mu = 0,2645 \text{ Cp} = 0,00023 \text{ lb/ft.s}$$

$$D_i = 1,2770 \text{ ft}$$

$$N = 3,75 \text{ rps}$$

$$Re = \frac{\rho N D_i^2}{\mu}$$

$$Re = 2766073,386$$

$$P_a = N_p \cdot P \cdot N_i^3 \cdot D_i^5$$

$$P_a = 4246,1803 \text{ Watt}$$

$$= 4,2462 \text{ Kw}$$

$$= 5,6942 \text{ hP}$$

Maka, berdasarkan peters hal. 512 didapatkan efisiensi motor adalah 80% :

Sehingga, nilai  $P = 7,1177 \text{ hP}$

Dipilih *power* standar  $P = 7 \frac{1}{2} = 7,5 \text{ hP}$

(berdasarkan standar NEMA, Rase & Barrow p. 358)

## PERANCANGAN JAKET PENDINGIN REAKTOR

Alasan Pemilihan :

- Karena reaksi berlangsung secara eksoterm
- Digunakan media pendingin berupa air pendingin

Kondisi Operasi :

- Suhu fluida panas masuk reaktor = 75 °C = 348,15 K
- Suhu fluida panas keluar reaktor = 75 °C = 348,15 K
- Suhu media pendingin masuk = 30 °C = 303,15 K
- Suhu media pendingin keluar = 50 °C = 323,15 K

### 1. Jumlah Pemanas Yang Dibutuhkan

$$m = \frac{Q}{\Delta H}$$

$$m = 419,5759 \text{ kg/jam}$$

### 2. Kecepatan Volumetrik Air

$$Qv = \frac{m}{\text{densitas air}}$$

$$Qv = 0,4204 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### 3. Luas Perpindahan Panas

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln \frac{(T_2 - t_1)}{(T_1 - t_2)}}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 61,247 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta T_{LMTD}}$$

$$U_D = 250 \text{ btu/jam.ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$Q = 35092,0698 \text{ kJ/jam}$$

$$A = 2,1727 \text{ ft}^2 = 0,2018 \text{ m}^2$$

### 4. Luas Selubung

$$A = \pi \cdot D \cdot H$$

$$A = 7,8657 \text{ m}^2$$

Karena luas selubung rektor > Luas Perpindahan Panas, maka rancangan menggunakan jaket pendingin.

### 5. Menghitung Ukuran Jaket Pendingin

$$ID = OD \text{ tangki} + 2 \cdot jw$$

$$= 52 \text{ in}$$

## 6. Menghitung Tebal Dinding Jacket

$$t = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0.6P} + C$$

$$t_s = 0,1556 \text{ in}$$

$$OD = 52 \text{ in}$$

$$ID = 53 \text{ in}$$

## 7. Menghitung $U_c$ dan $U_d$

$$U_c = \frac{h_i h_o}{h_i + h_o}$$

$$U_d = \frac{U_c \cdot hD}{U_c + hD}$$

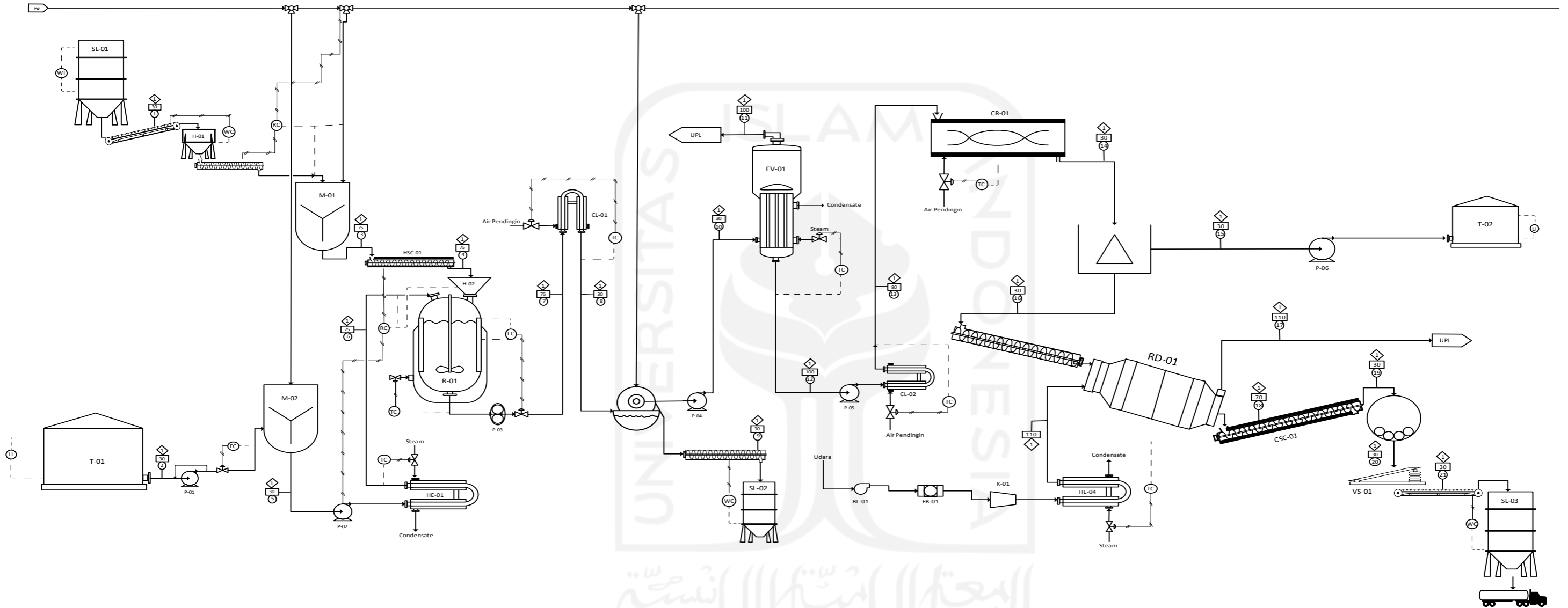
$$U_c = 0,2791 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$U_d = 0,2790 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

# PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

## PRA RANCANGAN PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE DARI SODIUM DICHROMATE

### KAPASITAS 1.150 TON/TAHUN



| Keterangan Ares | Nomor Ares |    |     |     |    |    |     |     |     |    |     |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|------------|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                 | 1          | 2  | 3   | 4   | 5  | 6  | 7   | 8   | 9   | 10 | 11  | 12 | 13 | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  |
| T (°C)          | 30         | 30 | 30  | 75  | 30 | 75 | 75  | 30  | 30  | 30 | 100 | 80 | 30 | 30  | 30  | 30  | 110 | 70  | 30  | 30  | 30  |
| P (atm)         | 1          | 1  | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| X               | 38%        | 0% | 74% | 74% | 0% | 0% | 24% | 24% | 81% | 5% | 0%  | 3% | 3% | 67% | 21% | 37% | 53% | 38% | 38% | 38% | 38% |

| Komponen   | Nomor Ares (Kg/Jam) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |     |       |       |       |       |
|--|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
|  | 1                   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15   | 16    | 17  | 18    | 19    | 20    | 21    |
| CrO <sub>3</sub> (s)                               |                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 143,3 |      | 142,7 | 1,5 | 141,1 | 141,1 | 141,1 | 141,1 |
| CrO <sub>3</sub> (l)                               |                     |       |       |       |       |       | 149,7 | 149,7 | 5,8   | 143,9 |       | 143,9 | 143,9 | 0,6   | 1,2  |       |     |       |       |       |       |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (s)                | 1,0                 |       | 1,0   | 1,0   |       |       | 106,3 | 106,3 | 86,3  | 20,0  |       | 20,0  | 20,0  | 20,0  | 19,0 | 1,1   | 0,0 | 1,1   | 1,1   | 1,1   | 1,1   |
| Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (s) | 234,8               |       | 234,8 | 234,8 |       |       | 11,3  | 11,3  | 9,4   | 1,9   |       | 1,9   | 1,9   | 1,9   | 1,8  | 0,1   | 0,0 | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| NaCl(l)  | 0,5                 |       | 0,5   | 0,5   |       |       | 0,5   | 0,5   | 0,0   | 0,5   |       | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,4  | 0,0   | 0,0 | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| H <sub>2</sub> O(l)                                | 3,4                 | 2,4   | 81,6  | 81,6  | 8,8   | 8,8   | 132,3 | 132,3 | 12,1  | 194,3 | 154,4 | 39,9  | 39,9  | 39,9  | 37,9 | 2,0   | 1,0 | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (l)                 |                     | 117,4 |       |       | 117,4 | 117,4 | 44,0  | 44,0  | 4,8   | 39,2  |       | 39,2  | 39,2  | 39,2  | 37,3 | 2,0   | 0,0 | 1,9   | 1,9   | 1,9   | 1,9   |
| Total  | 239,6               | 119,8 | 317,9 | 317,9 | 126,3 | 126,3 | 444,1 | 444,1 | 118,4 | 339,8 | 154,4 | 245,4 | 245,4 | 245,4 | 97,6 | 147,8 | 2,6 | 145,2 | 145,2 | 145,2 | 145,2 |

| Keterangan Instrumen |                        |
|----------------------|------------------------|
| FC                   | Flow Controller        |
| LC                   | Level Controller       |
| LI                   | Level Indicator        |
| PC                   | Pressure Controller    |
| RC                   | Ratio Controller       |
| TC                   | Temperature Controller |
| WC                   | Weight controller      |
| PW                   | Process Water          |
| T                    | Temperatur Dalam Arus  |
| P                    | Tekanan Dalam Arus     |
| X                    | % Padatan Dalam Arus   |

| Keterangan Alat |                           |
|-----------------|---------------------------|
| BL              | Blower                    |
| BC              | Belt Conveyor             |
| BM              | Ball Mill                 |
| CF              | Centrifuge                |
| CL              | Cooler                    |
| CR              | Crystallizer              |
| CSC             | Cooling Screw Conveyor    |
| EV              | Evaporator                |
| FB              | Filter Bag                |
| HE              | Heater                    |
| HSC             | Heater Screw Conveyor     |
| M               | Mixer                     |
| K               | Kompresor                 |
| P               | Pompa                     |
| R               | Reaktor                   |
| RB              | Reboiler                  |
| RD              | Rotary Dryer              |
| F               | Rotary Drum Vacuum Filter |
| SC              | Screw Conveyor            |
| SL              | Silo                      |
| T               | Tangki                    |
| VS              | Vibrating screen          |



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**2022**

**PRA RANCANGAN PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE DARI SODIUM DICHROMATE DENGAN KAPASITAS 1.150 TON/TAHUN**

**DISUSUN OLEH :**  
 Desvy Rahmadania (18521058)  
 Faishal Sulthan Widhartsani (18521015)

**DOSEN PEMBIMBING :**  
 Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.  
 Venitalitya Alethea S.A., S.T., M.Eng

Lampiran 3. Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan Pabrik

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN**

1. Nama Mahasiswa : Desvy Rahmadania  
No. Mhs : 18521058
2. Nama Mahasiswa : Faishal Sulthan Widhartsani  
No. Mhs : 18521015

Judul Prarancangan :

**PRA RANCANGAN PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE DARI SODIUM  
DICHROMATE KAPASITAS 1.150 TON/TAHUN**

- Mulai Masa Bimbingan : 5 Juni 2022  
Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

| No | Tanggal     | Materi Bimbingan  | Paraf Dosen        |
|----|-------------|---|--------------------|
| 1  | 17 Des 2021 | Perkenalan dan diskusi mengenai tahap prarancangan pabrik | <i>[Signature]</i> |
| 2  | 22 Des 2021 | MSDS Bahan Baku dan Produk                                | <i>[Signature]</i> |
| 3  | 12 Jan 2022 | Kinetika Reaksi   | <i>[Signature]</i> |
| 4  | 24 Jan 2022 | Tinjauan Kinetika dan Diagram Alir                        | <i>[Signature]</i> |
| 5  | 3 Feb 2022  | Diagram Alir  | <i>[Signature]</i> |
| 6  | 4 Feb 2022  | Neraca Massa  | <i>[Signature]</i> |
| 7  | 8 Feb 2022  | Neraca Massa  | <i>[Signature]</i> |
| 8  | 18 Feb 2022 | Revisi Tinjauan Kinetika                                  | <i>[Signature]</i> |
| 9  | 25 Mar 2022 | Perancangan Reaktor                                       | <i>[Signature]</i> |



|    |               |                        |                              |
|----|---------------|------------------------|------------------------------|
| 10 | 04 April 2022 | Perhitungan Alat Besar | <i>Handwritten signature</i> |
| 11 | 11 April 2022 | Perhitungan Alat Besar | <i>Handwritten signature</i> |
| 12 | 13 April 2022 | Perhitungan Alat Kecil | <i>Handwritten signature</i> |
| 13 | 19 April 2022 | Perhitungan Alat Kecil | <i>Handwritten signature</i> |
| 14 | 20 April 2022 | Perhitungan Alat Kecil | <i>Handwritten signature</i> |
| 15 | 18 Mei 2022   | Utilitas               | <i>Handwritten signature</i> |
| 16 | 22 Mei 202    | Utilitas               | <i>Handwritten signature</i> |
| 17 | 23 Mei 2022   | Utilitas               | <i>Handwritten signature</i> |
| 18 | 1 Juni 2022   | Evaluasi Ekonomi       | <i>Handwritten signature</i> |

Disetujui Draft Penulisan :

Yogyakarta, 15 Juli 2022

Pembimbing



Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T









## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Desvy Rahmadania  
No. Mhs : 18521058
2. Nama Mahasiswa : Faishal Sulthan Widhartsani  
No. Mhs : 18521015

Judul Prarancangan :

PRA RANCANGAN PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE DARI SODIUM  
DICHROMATE KAPASITAS 1.150 TON/TAHUN

- Mulai Masa Bimbingan : 5 Juni 2022  
Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

| No | Tanggal      | Materi Bimbingan  | Paraf Dosen   |
|----|--------------|---|---|
| 1  | 17 Des 2021  | Perkenalan dan diskusi mengenai tahap prarancangan pabrik |  |
| 2  | 20 Des 2021  | Penentuan Kapasitas Pabrik                                |  |
| 3  | 29 Des 2021  | Revisi Kapasitas Pabrik                                   |  |
| 4  | 25 Feb 2022  | Neraca Massa  |  |
| 5  | 20 Mei 2022  | PEFD  |  |
| 6  | 31 Mei 2022  | PEFD  |  |
| 7  | 04 Juli 2022 | Revisi Alat kecil   |  |
| 8  | 15 Juli 2022 | Naskah  |  |
|    |              |   |   |

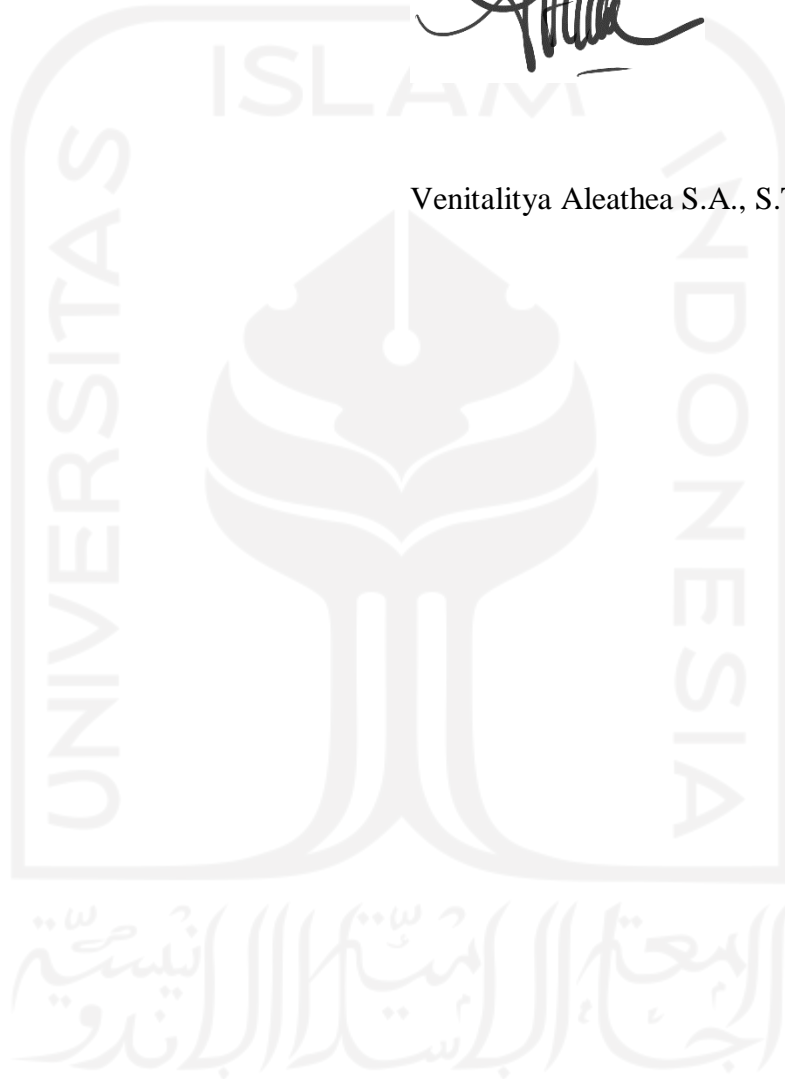
Disetujui Draft Penulisan :

Yogyakarta, 15 Juli 2022

Pembimbing,





Venitalitya Aleathea S.A., S.T., M.Eng



KARTU BIMBINGAN REVISI

1. Nama Mahasiswa : Desvy Rahmadania  
NIM : 18521058
2. Nama Mahasiswa : Faishal Sulthan Widhartsani  
NIM : 18521015
3. Semester/Tahun Akademik :
4. Nama Dosen Penguji : Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng.

| No | Tanggal         | Konsultasi         | Paraf Dosen   |
|----|-----------------|--------------------|---|
| 1. | 12 Agustus 2022 | Pemberian revisi   |  |
| 2. | 16 Agustus 2022 | Pengumpulan revisi |  |
|    |                 |                    |   |
|    |                 |                    |   |

Dosen Penguji 2



Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng.