

**PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE
DARI SODIUM DICHROMATE DAN ASAM SULFAT**

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

PRESHELLYA ENGG K.W.

063101 0010

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2010**

LEMBAR PENGESAHAN

**PABRIK CHROMIUM TRIOXIDE
DARI SODIUM DICHROMATE DAN ASAM SULFAT**

Oleh :

**PRESHELLYA ENGG K.W.
063101 0010**

Disetujui untuk diajukan dalam ujian lisan

Dosen Pembimbing

**Ir. SINTHA SORAYA SANTI, MT
NIP. 19660621 199203 2 001**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Chromium Trioxide Dari Sodium Dichromate Dan Asam Sulfat”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjanaaan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Chromium Trioxide Dari Sodium Dichromate Dan Asam Sulfat” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT
Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI,UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Sintha Soraya Santi, MT
selaku dosen pembimbing.
4. Dosen Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.

5. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orangtua saya yang selalu mendoakan saya.
7. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun saya harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , November 2010

Penyusun,

INTISARI

Perencanaan pabrik chromium trioxide ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 42.000 ton chromium trioxide/tahun dalam bentuk kristal. Pabrik beroperasi secara continuous selama 330 hari dalam setahun.

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, spektrophotocopy, serta industri instrumentasi di Indonesia. (wikipedia.org). Secara singkat, uraian proses dari pabrik chromium trioxide sebagai berikut :

sodium dichromate diencerkan, kemudian direaksikan dengan asam sulfat membentuk chromium trioxide. Larutan chromium trioxide kemudian difiltrasi untuk memisahkan sodium sulfat. Setelah filtrasi, larutan chromium trioxide kemudian dipekatkan samapi 60%, dikristalisasi, dan dikeringkan pada dryer.

Pendirian pabrik berlokasi di Manyar, Gresik dengan ketentuan :

| | |
|-------------------|--------------------------------|
| Bentuk Perusahaan | : Perseroan Terbatas |
| Sistem Organisasi | : Garis dan Staff |
| Jumlah Karyawan | : 210 orang |
| Sistem Operasi | : Continuous |
| Waktu Operasi | : 330 hari/tahun ; 24 jam/hari |

Analisa Ekonomi :

| | |
|--|----------------------------|
| * Massa Konstruksi | : 2 Tahun |
| * Umur Pabrik | : 10 Tahun |
| * Fixed Capital Investment (FCI) | : Rp. 20.990.809.000 |
| * Working Capital Investment (WCI) | : Rp. 23.935.227.000 |
| * Total Capital Investment (TCI) | : Rp. 44.926.036.000 |
| * Biaya Bahan Baku (1 tahun) | : Rp. 263.838.739.000 |
| * Biaya Utilitas (1 tahun) | : Rp. 9.155.932.000 |
| - Steam | = 272.592 lb/hari |
| - Air pendingin | = 418 m ³ /hari |
| - Listrik | = 9.960 kWh/hari |
| - Bahan Bakar | = 2.736 liter/hari |
| * Biaya Produksi Total (Total Production Cost) | : Rp. 287.222.719.000 |
| * Hasil Penjualan Produk (Sale Income) | : Rp. 326.909.875.000 |
| * Bunga Bank (Kredit Investasi Bank Mandiri) | : 19% |
| * Internal Rate of Return | : 23,63% |
| * Rate On Investment | : 24,87% |
| * Pay Out Periode | : 3,9 Tahun |
| * Break Even Point (BEP) | : 34% |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----------|
| Tabel VII.1. Instrumentasi pada Pabrik | VII - 5 |
| Tabel VII.2. Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher | VII - 8 |
| Tabel VIII.2.1. Baku mutu air baku harian | VIII - 6 |
| Tabel VIII.2.3. Karakteristik Air boiler dan Air pendingin | VIII - 8 |
| Tabel VIII.4.1. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas | VIII - 43 |
| Tabel VIII.4.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Pabrik | VIII - 44 |
| Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik | IX - 7 |
| Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses | X - 9 |
| Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja | X - 11 |
| Tabel XI.4.A. Hubungan kapasitas produksi dan biaya produksi ... | XI - 5 |
| Tabel XI.4.B. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal sendiri | XI - 8 |
| Tabel XI.4.C. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal pinjaman | XI - 8 |
| Tabel XI.4.D. Tabel Cash Flow | XI - 9 |
| Tabel XI.4.E. Pay Out Periode | XI - 11 |
| Tabel XI.4.F. Perhitungan discounted cash flow rate of return | XI - 12 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|---------|
| Gambar IX.1 Lay Out Pabrik | IX - 8 |
| Gambar IX.2 Peta Lokasi Pabrik | IX - 9 |
| Gambar IX.3 Lay Out Peralatan Pabrik | IX - 10 |
| Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan | X - 12 |
| Gambar XI.1 Grafik BEP | XI - 15 |

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| INTISARI | iv |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| BAB I PENDAHULUAN | I – 1 |
| BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES | II – 1 |
| BAB III NERACA MASSA | III – 1 |
| BAB IV NERACA PANAS | IV – 1 |
| BAB V SPESIFIKASI ALAT | V – 1 |
| BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA | VI – 1 |
| BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA | VII – 1 |
| BAB VIII UTILITAS | VIII – 1 |
| BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK | IX – 1 |
| BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN | X – 1 |
| BAB XI ANALISA EKONOMI | XI – 1 |
| BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN | XII – 1 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

BAB I

PENDAHULUAN

I.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 (H_2CrO_4) dan chromium trioxide anhidrat (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 (CrO_3).

Perencanaan pabrik chromium trioxide ini memiliki tujuan utama yaitu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang cenderung meningkat setiap tahunnya. Disamping itu mengingat produk chromium trioxide ini juga merupakan produk yang berorientasi pasar, maka perencanaan pabrik chromium trioxide ini juga dipakai sebagai produk komoditi ekspor sehingga mampu meningkatkan devisa negara. Industri chromium trioxide di Indonesia mempunyai perkembangan yang stabil, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri-industri proses 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.

I.2. Manfaat

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, spektrophotscopy, serta industri instrumentasi di Indonesia. (wikipedia.org)

I.3. Aspek Ekonomi

Kebutuhan chromium trioxide di Indonesia, mengalami fluktuasi berdasarkan permintaan pasar. Hal ini bisa dilihat pada tabel berikut :

| Tahun | Kebutuhan Indonesia (kg/th) |
|--------------|------------------------------------|
| 2003 | 8.057.032 |
| 2004 | 11.154.455 |
| 2005 | 14.453.834 |
| 2006 | 18.019.130 |
| 2007 | 23.620.646 |

Sumber : Departemen Perindustrian , 2007

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat acuan dalam penentuan kapasitas produksi terpasang. Kapasitas produksi terpasang digunakan 42.000 ton/th

I.4. Sifat Bahan Baku dan Produk

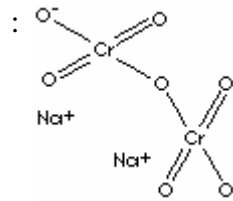
Bahan Baku :

I.4.A. Sodium Dikromat Dihidrat (Chemicaland21, Wikipedia, Perry 7^{ed})

Nama Lain : sodium bichromate, dichromic acid

Rumus Molekul : $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (komponen utama)

Rumus Bangun :



Berat Molekul : 298

Warna : orange kemerahan

Bau : tidak berbau

Bentuk : kristal (higroskopis)

Specific Gravity : 2,520

Melting Point : 84,6 °C melepas molekul $2\text{H}_2\text{O}$

356 °C menjadi anhidrat

Boiling Point : 400 °C terdekomposisi

Solubility, Cold Water : 238 kg/100 kg H_2O ($\text{H}_2\text{O} = 0^\circ\text{C}$)

Solubility, Hot Water : 508 kg/100 kg H_2O ($\text{H}_2\text{O} = 80^\circ\text{C}$)

Komposisi Sodium Dikromat Dihidrat : (Chemicaland21.com)

| Komponen | % Berat |
|--|---------|
| $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 98,00% |
| Na_2SO_4 | 0,40% |
| NaCl | 0,20% |
| H_2O | 1,40% |
| | 100,00% |

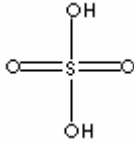
Sifat-Sifat Impuritis :**Sodium Sulfate** (Perry 7^{ed})

| | |
|------------------------|--|
| Rumus Molekul | : Na ₂ SO ₄ |
| Berat Molekul | : 142 |
| Specific Gravity | : 2,698 |
| Melting Point | : 884°C |
| Boiling Point | : ~ |
| Solubility, Cold Water | : 5 kg/100 kg H ₂ O (H ₂ O = 0°C) |
| Solubility, Hot Water | : 42 kg/100 kg H ₂ O (H ₂ O = 100°C) |

Sodium Chloride (Perry 7^{ed})

| | |
|------------------------|--|
| Rumus Molekul | : NaCl |
| Berat Molekul | : 58,5 |
| Specific Gravity | : 2,163 |
| Melting Point | : 800,4°C |
| Boiling Point | : 1413 °C |
| Solubility, Cold Water | : 35,7 kg/100 kg H ₂ O (H ₂ O = 0°C) |
| Solubility, Hot Water | : 39,8 kg/100 kg H ₂ O (H ₂ O = 100°C) |

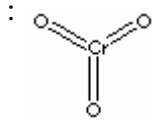
I.4.B. Asam Sulfat (Chemicaland21, Wikipedia, Perry 7^{ed})

| | |
|------------------------|---|
| Nama Lain | : oil of vitriol, battery acid |
| Rumus Molekul | : H ₂ SO ₄ (komponen utama) |
| Rumus Bangun | :  |
| Berat Molekul | : 98 |
| Warna | : tidak berwarna atau kecoklatan |
| Bau | : berbau tajam (asam) |
| Bentuk | : liquid kental |
| Specific Gravity | : 1,834 |
| Melting Point | : 10,49°C |
| Boiling Point | : 340 °C terdekomposisi |
| Solubility, Cold Water | : ~ |
| Solubility, Hot Water | : ~ |

Komposisi Asam Sulfat (66°Bé) : (Chemicaland21.com)

| Komponen | % Berat |
|--------------------------------|---------|
| H ₂ SO ₄ | 93,00% |
| H ₂ O | 7,00% |
| | 100,00% |

Produk :**I.4.C. Chromium trioxide**(Chemicaland21, Wikipedia, Perry 7^{ed})

| | |
|------------------------|--|
| Nama Lain | : chromic acid, chromium anh. |
| Rumus Molekul | : CrO ₃ |
| Rumus Bangun | :  |
| Berat Molekul | : 100 |
| Warna | : jernih kemerahan |
| Bau | : tidak berbau |
| Bentuk | : kristal (higroskopis) |
| Specific Gravity | : 2,700 |
| Melting Point | : 197°C terdekomposisi |
| Boiling Point | : ~ |
| Solubility, Cold Water | : 164,9 kg/100 kg H ₂ O (H ₂ O = 0°C) |
| Solubility, Hot Water | : 206,7 kg/100 kg H ₂ O (H ₂ O=100°C) |

Kadar produk komersial: minimum 99% (Keyes : 280)**Kegunaan :** (Keyes : 279)

1. Industri Pengolahan Logam : 75%
Metal plating, Electroplating
2. Industri Kimia Lainnya : 25%
Keramik, Kaca, dan lainnya

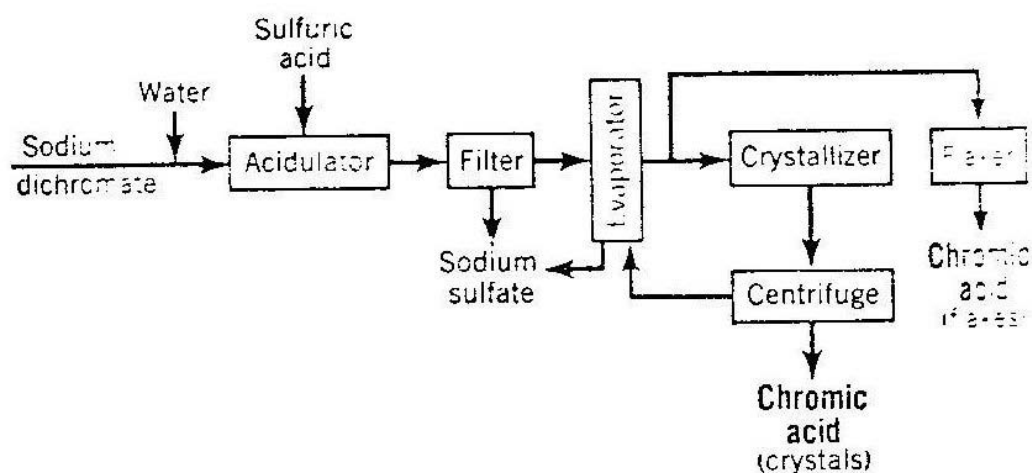
BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam Proses

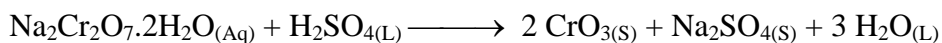
Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan chromium trioxide dapat disederhanakan menjadi 2 proses utama berdasarkan bahan baku yang digunakan, yaitu dengan sodium dichromate dihydrate atau dengan sodium dichromate anhydrate. Adapun uraian macam prosesnya adalah sebagai berikut :

II.1.1 Pembuatan Chromium Trioxide Dari Sodium Dichromate Dihydrate



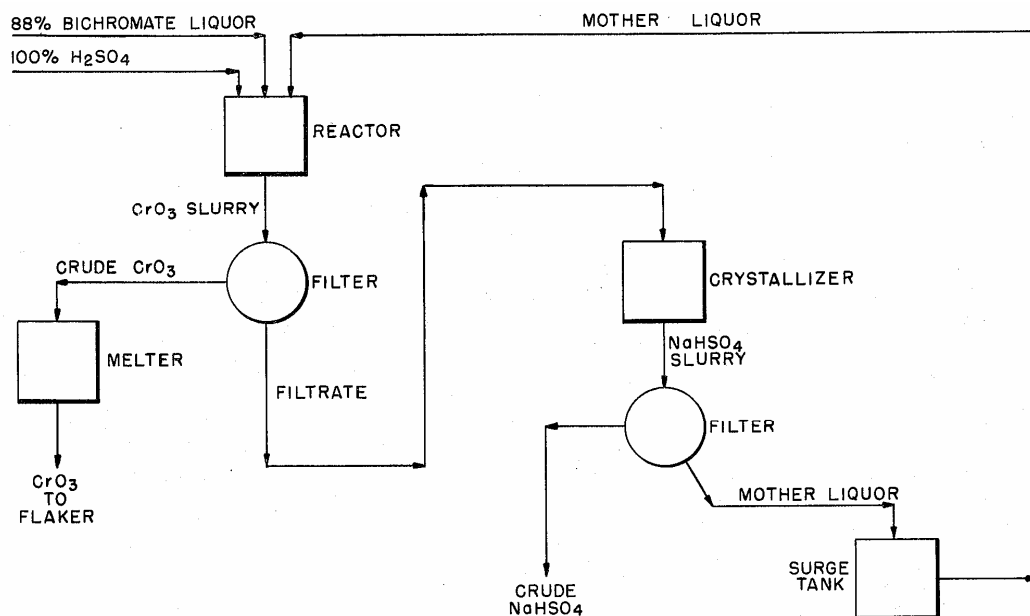
Pada proses pembuatan chromium trioxide dari sodium dichromate dihydrate, pertama-tama sodium dichromate dihydrate dilarutkan dalam air dengan perbandingan 3 : 1 pada suhu kamar. Kemudian larutan asam sulfat 66°Be (93%) ditambahkan kedalam larutan disertai pendinginan dan pengadukan. Perbandingan antara asam sulfat dengan sodium dichromate adalah 1 : 2, dimana dichromate kemudian terkonversi menjadi chromium trioxide dan sodium sulfate.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 277)



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, maka 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 direcycle menuju ke evaporator. Kristal chromium trioxide kemudian dikeringkan dibawah suhu 100°C .

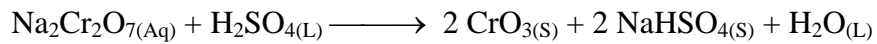
II.1.2 Pembuatan Chromium Trioxide Dari Sodium Dichromate Anhydrate



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 : 278)



Kondisi reaktor dijaga dengan suhu operasi diatas 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.

II.2. Seleksi Proses

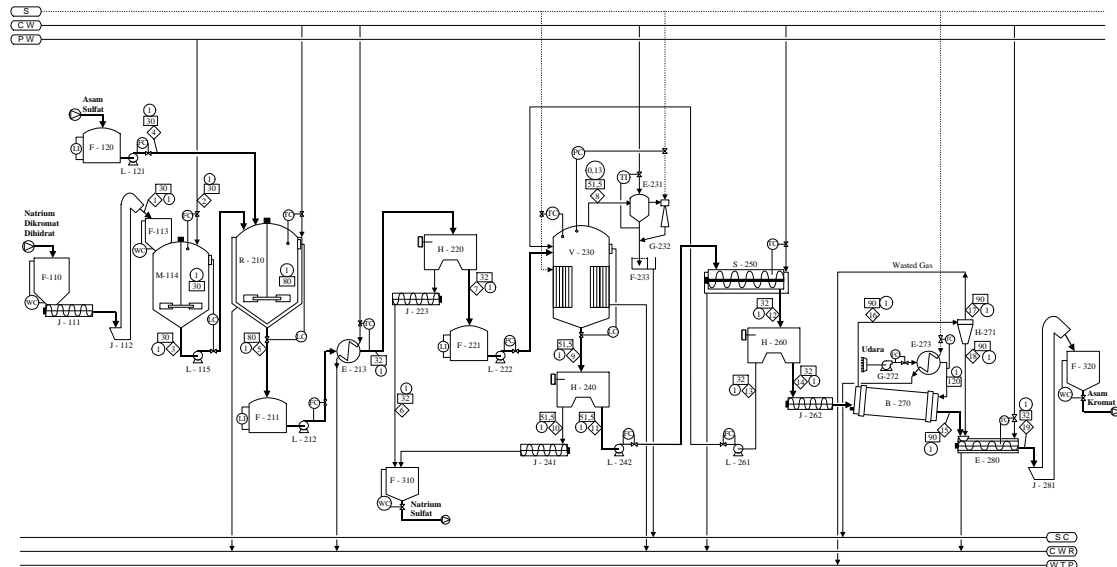
| Parameter | Macam Proses | |
|----------------|--|--|
| | Sodium dichromate Dihydrate | Sodium dichromate Anhydrate |
| Bahan Baku | $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ |
| Bahan pembantu | H_2SO_4 (93%) | H_2SO_4 (100%) |
| Suhu Reaksi | 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°C (diatas titik leleh CrO_3) |
| Produk samping | Na_2SO_4 | NaHSO_4 |
| Instalasi | sederhana | kompleks |

Dari tinjauan proses diatas maka dapat kami tarik kesimpulan bahwa proses yang dipilih adalah pembuatan chromium trioxide dari sodium dichromate dihydrate dengan faktor pertimbangan :

- Bahan baku mudah didapat dan ekonomis. (kadar H_2SO_4 lebih rendah)
- Kebutuhan utilitas lebih ekonomis. (suhu operasi lebih rendah)
- Produk samping lebih komersial. (Na_2SO_4)
- Peralatan yang digunakan adalah lebih sederhana.(instalasi sederhana)
- Investasi lebih ekonomis. (peralatan sederhana)

II.3. Uraian Proses

Flowsheet Pengembangan :



Pada pra rencana pabrik ini, dapat dibagi menjadi 3 Unit pabrik, dengan pembagian unit sebagai berikut :

1. Unit Pengendalian Bahan Baku Kode Unit : 100
2. Unit Proses : (reaksi, kristalisasi, drying) Kode Unit : 200
3. Unit Pengendalian Produk Kode Unit : 300

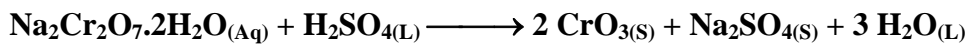
Adapun uraian proses pembuatan chromium trioxide dari sodium dichromate dihydrate adalah sebagai berikut :

Pertama-tama sodium dichromate dihydrate dengan kadar komersial 98% (chemicalland21) dari supplier diumpangkan ke silo F-110 kemudian diumpangkan dengan screw conveyor J-111 dan bucket elevator J-112 ke dalam hopper F-113. sodium dichromate dihydrate dari hopper F-113 kemudian dilarutkan dalam tangki pelarut M-114 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-210 secara bersamaan dengan larutan asam sulfat 93% dari tangki F-120.

Pada reaktor R-210 terjadi reaksi antara sodium dichromate dihydrate dengan asam sulfat membentuk chromium trioxide, sodium sulfate, dan air.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 277)



Kondisi reaktor dijaga pada suhu 80°C dibawah titik dekomposisi sodium dichromate dihydrate (titik dekomposisi sodium dichromate dihydrate = 84,6°C, Perry 7^{ed}, tabel 2-1) dengan penambahan air pendingin melewati jaket pendingin. Tekanan operasi pada reaktor adalah tekanan atmosferic = 1 atm dengan waktu tinggal selama 2 jam (www.nrdcindia.com).

Produk reaktor berupa larutan kemudian ditampung pada tangki F-211 dan didinginkan pada cooler E-213 sampai dengan suhu kamar (32°C), yang bertujuan untuk menurunkan kelarutan sodium sulfate dalam larutan. Larutan kemudian diumpankan pada centrifuge H-220 untuk proses filtrasi. Cake berupa sodium sulfate diumpankan ke Na₂SO₄ silo F-310 sebagai produk samping, sedangkan filtrat berupa larutan chromium trioxide ditampung pada tangki sementara F-221. Filtrat kemudian diumpankan ke evaporator V-230 untuk proses pemekatan sampai dihasilkan larutan chromium trioxide jenuh (60%). Pada saat penguapan, maka terbentuk kristal sodium sulfate yang sedianya dipisahkan pada proses selanjutnya.

Larutan chromium trioxide jenuh dari evaporator V-230 kemudian diumpankan ke centrifuge H-240 untuk proses pemisahan larutan chromium trioxide dengan kristal sodium sulfate, dimana kristal sodium sulfate ditampung pada Na_2SO_4 silo F-310 sebagai produk samping, sedangkan filtrat berupa larutan chromium trioxide jenuh dikristalisasi pada crystallizer S-250. Campuran kristal dan mother liquor keluar dari crystallizer S-250 kemudian diumpankan pada centrifuge H-260 untuk proses pemisahan kristal chromium trioxide dengan mother liquor. Filtrat berupa mother liquor keluar centrifuge H-260 kemudian direcycle menuju ke evaporator V-230 untuk proses pemekatan kembali, sedangkan cake berupa kristal chromium trioxide kemudian diumpankan ke rotary dryer B-270 dengan screw conveyor J-262.

Pada rotary dryer B-270 terjadi proses pengeringan kristal chromium trioxide pada suhu 90°C (dibawah 100°C , Keyes : 278) dengan bantuan udara kering secara *counter current* (berlawanan arah). Udara kering dipanaskan pada heater E-273 dan dihembuskan oleh blower G-272. Udara kering dan kristal terikut diumpankan ke cyclone H-271 untuk proses pemisahan udara kering dan kristal terikut, dimana udara kering dibuang ke pengolahan limbah gas, sedangkan kristal yang terpisah diumpankan ke cooling conveyor E-280 bersamaan dengan produk kristal kering dari rotary dryer B-270. Kristal chromium trioxide dingin, kemudian diumpankan dengan bucket elevator J-281 menuju ke ball mill C-290 untuk dihaluskan sampai 100 mesh. Kristal kemudian disaring pada screen H-291, dimana kristal yang tidak lolos ayak dikembalikan ke ball mill, sedangkan kristal yang lolos ditampung ke silo chromium trioxide F-320 sebagai produk akhir.