



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia sebagai negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah memerlukan pengembangan sektor industri untuk mengolah dan mentransformasi sumber daya tersebut menjadi produk bernilai tambah tinggi (Mahfud dan Sabara, 2018). Perkembangan industri kimia di Indonesia saat ini menunjukkan tren positif, meskipun masih menghadapi tantangan untuk mencapai daya saing yang optimal di pasar global. Namun demikian, ketergantungan Indonesia pada impor bahan kimia masih tinggi karena kapasitas produksi domestik belum optimal. Hal ini tercermin dalam banyaknya bahan kimia intermediate yang masih dipenuhi melalui impor untuk memenuhi kebutuhan industri (Pitaloka dan Budiningsih, 2025). Salah satu peluang pengembangan industri kimia yang memiliki prospek menjanjikan adalah industri chromium anhydride. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2025) Indonesia masih mengimpor chromium anhydride sebesar 10355,907 ton pada tahun 2025. Hal ini dikarenakan masih belum ada pabrik chromium anhydride yang berdiri di Indonesia.

Chromium anhydride (CrO_3) termasuk salah satu bahan intermediet yang masih belum tercukupi kebutuhannya di Indonesia. Chromium anhydride merupakan senyawa kimia anorganik yang bersifat oksidator kuat dengan aplikasi luas dalam berbagai sektor industri (Maryudi, 2021). Senyawa ini digunakan sebagai agen pengoksidasi dalam sintesis organik, bahan utama dalam proses electroplating dan pelapisan kromium, serta sebagai reagen dalam industri pewarnaan, pengawetan kayu, dan produksi pigmen (Mondal *dkk.*, 2021). Dengan beragam aplikasi tersebut, permintaan chromium anhydride diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan perkembangan sektor industri hilir.

Berdasarkan aspek ketersediaan bahan baku, natrium dikromat dihidrat dapat diperoleh melalui produksi lokal dari pengolahan bijih kromit atau impor dengan harga



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

kompetitif, sementara asam sulfat dapat dipenuhi dari produsen domestik. Pendirian pabrik ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik, mengurangi ketergantungan terhadap impor, menghemat devisa negara, serta menciptakan nilai tambah ekonomi. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, prarancangan pabrik kromium anhidrida dari natrium dikromat dihidrat dan asam sulfat menggunakan proses asidifikasi basah memiliki tujuan yang kuat dari aspek teknis, ekonomis, dan strategis. Pabrik ini diharapkan dapat menjadi solusi atas ketergantungan impor, mendukung pengembangan industri nasional secara berkelanjutan, serta memberikan kontribusi positif bagi ketahanan ekonomi nasional di sektor industri kimia.

I.2 Kegunaan Produk

Chromium anhydride merupakan salah satu senyawa kimia penting dalam industri modern karena perannya sebagai oksidator kuat dan reagen dalam berbagai proses kimia. Senyawa ini memiliki sifat dan struktur yang memungkinkan penggunaannya dalam beragam aplikasi, mulai dari industri pelapisan logam, sintesis organik, hingga bidang manufaktur. Berikut ini disajikan beberapa kegunaan utama chromium anhydride dalam berbagai sektor industri.

Tabel I.1 Kegunaan Kromium Anhidrida diberbagai Sektor Industri
(TNJ Chemical, 2025)

No	Sektor	Kegunaan
1	Industri Pengolahan Logam	1. Diaplikasikan dalam proses elektroplating logam untuk komponen otomotif, suku cadang mesin, perangkat keras, dan instrumen presisi yang memerlukan permukaan tahan korosi dan estetik.
2	Industri Keramik dan Kaca	1. Berperan sebagai agen pewarna dan penguat dalam industri kaca untuk menghasilkan gelas berwarna



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

		hijau dengan transparansi tinggi dan ketahanan terhadap degradasi UV. 2. Diaplikasikan dalam produksi kaca khusus untuk filter optik dan aplikasi spektrofotometri yang memerlukan karakteristik absorpsi cahaya spesifik.
3	Industri Cat	1. Berperan sebagai bahan baku dalam produksi zinc chrome yellow dan chrome oxide green yang berfungsi sebagai pigmen pewarna dalam formulasi cat interior, eksterior, serta coating industri. 2. Dimanfaatkan dalam pembuatan pelapis untuk peralatan industri yang memerlukan ketahanan terhadap degradasi cuaca, paparan UV, dan korosi lingkungan.
4	Industri Tekstil	1. Berperan sebagai agen oksidasi kuat dalam proses percetakan dan pencelupan tekstil untuk menghasilkan fiksasi warna yang permanen dan tahan terhadap pencucian berulang. 2. Diaplikasikan dalam proses finishing tekstil untuk meningkatkan kualitas pewarnaan, ketahanan warna terhadap cahaya dan abrasi, serta stabilitas dimensional kain.

I.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam proses produksi Kromium Anhidrida meliputi natrium dikromat dihidrat dan asam sulfat yang ketersediaannya dapat dipenuhi melalui impor. Natrium dikromat dihidrat dapat diperoleh dari seperti Changyuan Group yang beroperasi di China dengan spesifikasi kemurnian mencapai 98% memiliki kapasitas produksi 96.000 ton/tahun. Sementara itu, asam sulfat dengan konsentrasi 98% dapat



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

dipasok dari beberapa produsen nasional, antara lain PT Petrokimia Gresik yang memiliki kapasitas produksi mencapai 1.170.000 ton/tahun dan berlokasi di Gresik, Jawa Timur (PT. Petrokimia Gresik, 2025).

I.4 Aspek Ekonomi

Berdasarkan analisis ekonomi, pembangunan pabrik kromium anhidrida sebagai pabrik pertama di Indonesia memiliki prospek yang menguntungkan dan strategis, ditinjau dari tingginya ketergantungan terhadap impor serta selisih harga yang kompetitif antara bahan baku natrium dikromat dihidrat dan asam sulfat dengan harga jual kromium anhidrida di pasar domestik dan regional. Aspek ekonomi produksi kromium anhidrida tercermin dalam perbandingan harga bahan baku dan produk dijelaskan dalam berikut.

Tabel I.2 Perbandingan Harga Bahan Baku dengan Produk (Alibaba, 2025)

Nama Bahan	Harga/Kg Produk (USD)	Harga /Kg Produk (Rp)
$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,4	24.381
H_2SO_4	-	16.000
CrO_3	-	68.000
Na_2SO_4	-	8.000

I.5 Penentuan Kapasitas Produksi Pabrik

Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam merancang suatu pabrik adalah menentukan kapasitas produksi pabrik. Kapasitas ini akan mempengaruhi perhitungan baik dari segi teknik maupun ekonomis. Dengan menentukan kapasitas pabrik yang tepat, diharapkan pabrik yang dibangun akan menghasilkan keuntungan. Faktor yang mempengaruhi dalam penentuan kapasitas produksi pabrik adalah konsumsi, produksi ekspor dan impor tahunan. Berikut merupakan data impor kromium anhidrida di Indonesia.



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

Tabel I.3 Data Impor Kromium Anhidrida di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2025)

No	Tahun	Impor (ton)	%Pertumbuhan
1	2021	7.253,281	0
2	2022	6.658,676	-8,1977
3	2023	8.361,029	25,5659
4	2024	8.819,892	5,4881
5	2025	10.355,907	17,4153
Total		41.448,785	40,2716
i			8,0543

Berdasarkan pada data impor dan data konsumsi kromium anhidrida, maka perhitungan kebutuhan kromium anhidrida di indonesia untuk tahun 2029 dilakukan dengan menggunakan metode discounted dengan persamaan:

$$m = P \times (1 + i)^n$$

Dimana,

m = jumlah produk pada tahun terakhir (kg/tahun)

P = jumlah produk pada tahun pertama (kg/tahun)

i = pertumbuhan rata-rata per tahun (%)

n = selisih tahun yang diperhitungkan

Berdasarkan persamaan di atas, maka di dapatkan perkiraan impor dan konsumsi di Indonesia pada tahun 2029 sebagai berikut:

1) Perhitungan kebutuhan impor kromium anhidrida di indonesia di tahun 2029:

$$m_1 = P(1 + i)^n$$

$$m_1 = 10.355,907 \text{ ton/tahun} \times (1 + 8,0543)^{(2029-2025)}$$

$$m_1 = 14.117,47 \text{ ton/tahun}$$

Di Indonesia masih belum terdapat pabrik yang memproduksi kromium anhidrida, sehingga kapasitas pendirian pabrik harus merupakan kapasitas komersialnya, yaitu diatas kapasitas minimal pabrik sejenis yang sudah ada sehingga pabrik tidak



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

mengalami kerugian. Kapasitas produksi secara komersil yang telah ada dapat dilihat pada table I.4 dibawah ini.

Tabel I.4 Kapasitas Produksi Kromium Anhidrida Di Dunia (Kemenperin, 2025)

No	Pabrik	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1	Huangshi Yucheng Co., Ltd	China	12.000
2	Taian Health Chemical Co., Ltd	China	9.600
3	SIMAN LTD	Bulgaria	600
4	Gansu Jinshi Chemical Co., Ltd	China	24.000
5	Foshan City Qiruide Additives Co., Ltd	China	12.000
6	Jungar Banner Xinrong Chemical Co., Ltd	China	36.000
Total			94.200

Berdasarkan data kapasitas produksi yang dimiliki oleh perusahaan penghasil kromium anhidrida, diketahui bahwa kapasitas produksi tahunan yang direncanakan mencapai 94.200 ton/tahun. Data ini digunakan sebagai dasar penentuan nilai m_2 dalam perhitungan dan perancangan proses

Tabel I.5 Data Ekspor Kromium Anhidrida di Asia (Badan Pusat Statistik, 2025)

No	Tahun	Ekspor (ton)	%Pertumbuhan
1	2021	27.715,246	0
2	2022	29.869,103	7,7714
3	2023	25.441,586	-14,8231
4	2024	22.581,588	-11,2414
5	2025	132.538,123	19,2591
Total		132.538,123	0,9660
i			0,1932

Berdasarkan pada table I.5 didapatkan data ekspor kromium anhidrida masing-masing negara dikawasan asia, maka di dapatkan perkiraan ekspor di indonesia pada tahun 2029 sebagai berikut:



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

2) Perhitungan kebutuhan ekspor kromium anhidrida di Indonesia di tahun 2029:

$$m_4 = P(1 + i)^n$$

$$m_4 = 26.930,600 \text{ ton/tahun} \times (1 + 0,1932)^{(2029-2025)}$$

$$m_4 = 27.139,32 \text{ ton/tahun}$$

Di Indonesia terdapat beberapa industri yang menggunakan kromium anhidrida untuk bahan baku dalam proses produksinya. Beberapa industri menggunakan kromium anhidrida untuk electroplating, pelapisan logam, reagen dalam industri pewarnaan, pengawetan kayu, dan produksi pigmen. Berikut merupakan data konsumsi kromium anhidrida di Indonesia.

Tabel I.6 Data Konsumsi Kromium Anhidrida di Indonesia (Kemenperin, 2025)

Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)				%P
	PT Industri Morowali Industrial Park	PT Jindal Stainless Indonesia	PT Glory Metal Indonesia	PT Triagri Jaya Lestari	
2021	120.000	30.000	240.000	120.000	0
2022	120.000	30.000	240.000	120.000	0
2023	120.000	30.000	240.000	120.000	0
2024	120.000	30.000	240.000	120.000	0
2025	120.000	30.000	240.000	120.000	0
Rata – Rata	120.000	30.000	240.000	120.000	0
Total	510.000				0

3) Perhitungan data Konsumsi kromium anhidrida di Indonesia

$$m_5 = P(1 + i)^n$$

$$m_5 = 510.000 \text{ ton/tahun} \times (1 + 0)^5$$

$$m_5 = 510.000 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan tabel impor dan kebutuhan kromium anhidrida di Indonesia, perhitungan kapasitas produksi dapat dicari menggunakan rumus:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

Keterangan:

m_1 = Nilai impor kromium anhidrida pada tahun 2029

m_2 = Produksi pabrik kromium anhidrida didalam negeri 2029

m_3 = Kapasitas pabrik yang akan didirikan tahun 2029

m_4 = Nilai ekspor kromium anhidrida tahun 2029

m_5 = Nilai konsumsi dalam negeri tahun 2029

4) Perhitungan Kapasitas Produksi yang akan didirikan pada tahun 2029

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (29.139,32 + 510.000) - (15.254,54 + 94.200)$$

$$m_3 = 537.139,32 \text{ ton/tahun} - 108.317,47 \text{ ton/tahun}$$

$$m_3 = 428.821,85 \text{ ton/tahun}$$

$$m_3 = 428.821,85 \text{ ton/tahun} \times 13\%$$

$$m_3 = 55.746,84 \text{ ton/tahun}$$

$$m_3 = 60.000 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan kapasitas dengan menggunakan metode discounted diperoleh kapasitas produksi kromium anhidrida yang akan didirikan sebesar 428.821,85 ton/tahun. Pemilihan asumsi 13% dalam penetapan kapasitas produksi didasarkan pada target pangsa pasar awal yang realistis bagi pabrik baru, mengingat industri kromium anhidrida saat ini masih didominasi oleh impor. Oleh karena itu, tidak rasional apabila pabrik langsung menargetkan pemenuhan 100% kebutuhan nasional. Penetapan angka 13% tersebut merupakan bentuk strategi substitusi impor parsial, yaitu menggantikan sebagian kebutuhan impor secara bertahap guna menghindari overcapacity serta meminimalkan risiko pasar akibat ketidakpastian permintaan pasar. Oleh karena itu, ditetapkan kapasitas produksi pada tahun 2029 yaitu sebesar 60.000 ton/tahun dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga dapat menekan angka impor, dan sebagian sisanya di ekspor sehingga menambah devisa negara.



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

I.6 Ekonomi Potensial

Berikut merupakan perhitungan potensial ekonomi dari pendirian pabrik kromium anhidrida menggunakan (Kusnarjo, 2010):

A. Proses Asidifikasi Basah

1. Bahan Baku $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Basis: 11.811,7979 kg/jam

Komposisi:

Komponen	Presentase Berat	BM (kg/kmol)
$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	98%	298
Na_2SO_4	0,40%	142
NaCl	0,20%	58,45
H_2O	1,40%	18
Total	100%	

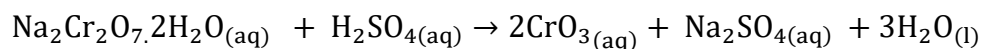
2. Bahan Baku H_2SO_4

Komposisi:

Komponen	Presentase Berat	BM (kg/kmol)
H_2SO_4	98%	98
H_2O	2%	18
Total	100%	

3. Stoikiometri

Konversi reaksi 99% pada pembentukan CrO_3 pada proses asidifikasi basah:



m	38,8442	59,0590	0	0	0
r	38,4557	38,4557	76,9115	38,4557	115,3672
s	0,3884	20,6033	76,9115	38,4557	115,4249



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

$$\text{Perbandingan } \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 : 1$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan } \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} &= \text{Basis} \times \text{Presentase} \\ &= 11.811,7979 \text{ kg/jam} \times 98\% \\ &= 11.575,5619 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol } \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} &= \frac{\text{Kebutuhan } \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{BM } \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \\ &= \frac{11.575,5619 \text{ kg/jam}}{298 \text{ kg/kmol}} = 38,8442 \text{ kmol /jam}\end{aligned}$$

Reaktan:

$$\begin{aligned}\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ bereaksi} &= \text{Mol } \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \times \text{Konversi Reaksi} \\ &= 38,8442 \text{ kmol/jam} \times 99\% \\ &= 38,4557 \text{ kmol/jam} \\ &= 11.459,8063 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ sisa} &= \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ mula} - \text{bereaksi} \\ &= 11.575,5619 - 11.459,8063 \text{ (kg/jam)} \\ &= 115,7556 \text{ kg/jam} \\ &= 0,3884 \text{ kmol/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ mula-mula} &= (1/2) \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ mula-mula} \\ &= (1/2) \times 11.575,5619 \text{ kg/jam} \\ &= 5.787,7810 \text{ kg/jam} \\ &= 59,0590 \text{ kmol/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ bereaksi} &= \text{koefisien} \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ bereaksi} \\ &= 1 \times 38,4557 \text{ kmol/jam} \\ &= 38,4557 \text{ kmol/jam} \\ &= 3.768,6611 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ sisa} &= \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ mula} - \text{bereaksi} \\ &= 5.787,7810 \text{ kg/jam} - 3.768,6611 \text{ (kg/jam)} \\ &= 2.019,1198 \text{ kg/jam} \\ &= 20,6033 \text{ kmol/jam}\end{aligned}$$



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

Produk:

$$\begin{aligned}\text{CrO}_3 \text{ yang terbentuk} &= (2/1) \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ bereaksi} \\ &= (2/1) \times 38,4557 \text{ kmol/jam} \\ &= 76,9115 \text{ kmol/jam} \\ &= 7.691,1452 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ yang terbentuk} &= (1/1) \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ bereaksi} \\ &= (1/1) \times 38,4557 \text{ kmol/jam} \\ &= 38,4557 \text{ kmol/jam} \\ &= 5.460,7131 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{O} \text{ yang terbentuk} &= (3/1) \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ bereaksi} \\ &= (3/1) \times 38,4557 \text{ kmol/jam} \\ &= 115,3672 \text{ kmol/jam} \\ &= 2.076,6092 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

B. Proses Asidifikasi Kering

1. Bahan Baku $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Basis: 11.811,7979 kg/jam

Komposisi:

Komponen	Presentase Berat	BM (kg/kmol)
$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	99%	261,97
H_2O	1%	18
Total	100%	

2. Bahan Baku H_2SO_4

Komposisi:

Komponen	Presentase Berat	BM (kg/kmol)
H_2SO_4	98%	98
H_2O	2%	18
Total	100%	

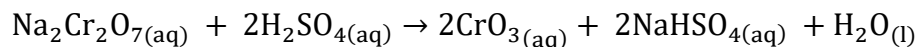


PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

3. Stoikiometri

Konversi reaksi 90% pada pembentukan CrO_3 pada proses asidifikasi basah:



m	44,6375	238,6465	0	0	0
r	40,1737	40,1737	80,3475	80,3475	40,1737
s	4,4637	198,4728	80,3475	80,3475	40,1737

Perbandingan $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 1 : 2$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 &= \text{Basis} \times \text{Presentase} \\ &= 11.811,7979 \text{ kg/jam} \times 99\% \\ &= 11.693,6799 \text{ kg/jam} \\ \text{Mol Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 &= \frac{\text{Kebutuhan Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{BM Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \\ &= \frac{11.693,6799 \text{ kg/jam}}{261,97 \text{ kg/kmol}} = 44,6375 \text{ kmol /jam} \end{aligned}$$

Reaktan:

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ bereaksi} &= \text{Mol Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \text{Konversi Reaksi} \\ &= 44,6375 \text{ kmol/jam} \times 90\% \\ &= 40,1737 \text{ kmol/jam} \\ &= 10.524,3119 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ sisa} &= \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ mula} - \text{bereaksi} \\ &= 11.693,6799 - 10.524,3119 \text{ (kg/jam)} \\ &= 1.169,3680, \text{ kg/jam} \\ &= 4,4637 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ mula-mula} &= (2/1) \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ mula-mula} \\ &= (2/1) \times 11.693,6799 \text{ kg/jam} \\ &= 23.387,3598 \text{ kg/jam} \\ &= 238,6465 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ bereaksi} &= \text{koefisien} \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ bereaksi} \\ &= 2 \times 40,1737 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

$$\begin{aligned} &= 80,3475 \text{ kmol/jam} \\ &= 7.874,0510 \text{ kg/jam} \\ \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ sisa} &= \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ mula} - \text{bereaksi} \\ &= 23.387,3598 \text{ kg/jam} - 7.874,0510 \text{ (kg/jam)} \\ &= 15.513,3089 \text{ kg/jam} \\ &= 198,4728 \text{ kmol/jam} \\ \text{Produk:} \\ \text{CrO}_3 \text{ yang terbentuk} &= (2/1) \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ bereaksi} \\ &= (2/1) \times 40,1737 \text{ kmol/jam} \\ &= 80,3475 \text{ kmol/jam} \\ &= 8.034,7459 \text{ kg/jam} \\ \text{NaHSO}_4 \text{ yang terbentuk} &= (2/1) \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ bereaksi} \\ &= (2/1) \times 40,1737 \text{ kmol/jam} \\ &= 80,3475 \text{ kmol/jam} \\ &= 9.689,9036 \text{ kg/jam} \\ \text{H}_2\text{O yang terbentuk} &= (1/1) \times \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ bereaksi} \\ &= (1/1) \times 40,1737 \text{ kmol/jam} \\ &= 40,1737 \text{ kmol/jam} \\ &= 723,1271 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

4. Ekonomi Potensial

Tabel I.7 Ekonomi Potensial dengan Proses Asidifikasi Basah

Komponen	Harga/kg (Rp)	Kebutuhan (Kg/jam)	Total
$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rp 24.381	11.575,5619	Rp 282.219.724,24
H_2SO_4	Rp 16.000	5.787,7810	Rp 92.604.495,53
$2\text{Cr}_2\text{O}_3$	Rp 68.000	7.691.1452	Rp 522.997.872,41
Na_2SO_4	Rp 8,000	5.460,7131	Rp 43.685.704,64



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

3H ₂ O	-	2.076,6092	-
Harga Produk - Harga Bahan Baku			Rp. 191.859.357,27

Tabel I.8 Ekonomi Potensial dengan Proses Asidifikasi Kering

Komponen	Harga/kg (Rp)	Kebutuhan (Kg/jam)	Total
Na ₂ Cr ₂ O ₇ .2H ₂ O	Rp 18.846	11.693,6799	Rp 220.379.091,78
2H ₂ SO ₄	Rp 16.000	23.387,3598	Rp 374.197.757,45
2Cr ₂ O ₃	Rp 68.000	8.034,7459	Rp 546.362.721,78
NaHSO ₄	Rp 7,000	9.689,9036	Rp 67.829.324,96
H ₂ O	-	723,1271	-
Harga Produk - Harga Bahan Baku			Rp. 19.615.197,51

Berdasarkan hasil perhitungan potensi ekonomi, proses asidifikasi basah dipilih sebagai alternatif proses yang paling layak untuk diterapkan. Proses ini memberikan keuntungan ekonomi yang lebih tinggi, yaitu sebesar Rp. 191.859.357,27 per jam, dibandingkan dengan proses asidifikasi kering. Hal tersebut disebabkan oleh kemampuan proses asidifikasi basah dalam menghasilkan produk samping berupa natrium sulfat (Na₂SO₄) dalam jumlah yang besar dan bernilai ekonomi, sehingga mampu meningkatkan total pendapatan pabrik tanpa menaikkan kebutuhan bahan baku utama secara

I.7 Sifat Bahan Baku dan Produk

I.7.1 Bahan Baku

A. Natrium Dikromat Dihidrat

Sifat Fisika (Perry 7^{ed}, 2010)

1. Nama Lain : Sodium Bichromate, Dichromic Acid
2. Rumus Molekul : Na₂Cr₂O₇.2H₂O
3. Berat Molekul : 298 g/mol
4. Warna : Orange Kemerahan



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

5. Bentuk : Kristal (higroskopis)
6. Specific Gravity : 2,520 g/cm³
7. Bau : Tidak Berbau
8. Titik Leleh : 84,6°C melepas molekul 2H₂O
356°C menjadi anhidrat
9. Titik Didih : 400°C terdekomposisi
10. Kelarutan 60°C : 82,04 wt%
11. Kelarutan, Air Dingin : 238 kg/100 kg H₂O (H₂O = 0°C)
12. Kelarutan, Air Panas : 508 kg /100 kg H₂O (H₂O = 80°C)

Tabel I.9 Komposisi Natrium Dikromat Dihidrat (Chemicaland21.com)

Komponen	%Berat
Na ₂ Cr ₂ O ₇ ·2H ₂ O	98,0%
Na ₂ SO ₄	0,40%
NaCl	0,20%
H ₂ O	1,40%
Total	100,00%

Sifat Impuritis:

a) Natrium Sulfat (Perry 7^{ed}, 2010)

1. Rumus Molekul : Na₂SO₄
2. Berat Molekul : 142 g/mol
3. Specific Gravity : 2,698
4. Titik Lebur : 884°C
5. Titik Didih : 330°C
6. Kelarutan, Air dingin : 19,4 kg/100 kg H₂O (H₂O = 20°C)
7. Kelarutan, Air Panas : 45,3 kg/100 kg H₂O (H₂O = 60°C)

b) Natrium Klorida (Perry 7^{ed}, 2010)

1. Rumus Molekul : NaCl
2. Berat Molekul : 58,45 g/mol



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

- 3. Specific Gravity : 2,163
- 4. Titik Lebur : 800,4°C
- 5. Titik Didih : 1413°C
- 6. Kelarutan, Air dingin : 35,7 kg/100 kg H₂O (H₂O = 0°C)
- 7. Kelarutan, Air Panas : 39,8 kg/100 kg H₂O (H₂O = 100°C)

Sifat Kimia (MSDS “Sodium Dichromate Dihydrate”, 2025)

- 1. Sebagai Oksidator Kuat
- 2. Tidak mudah meledak
- 3. Dapat bereaksi dengan bahan organik, reduktor, dan asam kuat
- 4. Dapat bereaksi eksotermis dengan asam sulfat menghasilkan kromium anhidrida
- 5. pH larutan sebesar 3,5 pada 100 g/l pada 20°C
- 6. Dapat stabil secara kimiawi dibawah kondisi suhu kamar

B. Asam Sulfat

Sifat Fisika (Perry 7^{ed}, 2010)

- 1. Rumus Molekul : H₂SO₄
- 2. Berat Molekul : 98 g/mol
- 3. Warna : Tidak berwarna atau kecoklatan
- 4. Bentuk : Cair
- 5. Kemurnian : 98%
- 6. Bau : Tajam
- 7. Spesific Gravity : 1,834 g/cm³
- 8. Titik Didih : 340°C terdekomposisi
- 9. Titik Leleh : 10,49°C
- 10. Kelarutan : tercampur penuh



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

Tabel I.10 Komposisi Asam Sulfat (66°Be) (Chemicaland21.com)

Komponen	%Berat
H ₂ SO ₄	93,0%
H ₂ O	7,00%
Total	100%

Sifat Kimia (MSDS “Sulfuric Acid”, 2025)

1. Memiliki pH 1 pada suhu 20°C
2. Tidak diklasifikasikan sebagai bahan mudah meledak
3. Bersifat Oksidator
4. Dapat stabil secara kimiawi dibawah kondisi suhu kamar

I.7.2 Produk

A. Kromiun Anhidrida

Sifat Fisika (Perry 7^{ed}, 2010)

1. Nama Lain : Chromic Acid, Chromic Anhydride
2. Rumus Molekul : CrO₃
3. Berat Molekul : 100 g/mol
4. Warna : Jernih Kemerahan
5. Bau : Tidak Berbau
6. Bentuk : Kristal (higroskopis)
7. Spesific Gravity : 2,7 g/cm³
8. Titik Leleh : 197°C terdekomposisi
9. Titik Lebur : 198°C
10. Kelarutan, Air Dingin : 164,9 kg/100 kg H₂O (H₂O = 0°C)
11. Kelarutan, Air Panas : 206,7 kg /100 kg H₂O (H₂O = 100°C)

Sifat Kimia (MSDS “Chromium Anhydride”, 2025)

1. Tidak mudah meledak
2. Bersifat oksidator dan reaktif
3. Dapat stabil secara kimiawi dibawah kondisi suhu kamar



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

4. Memiliki $\text{pH} < 1$ pada 100 g/l pada 20°C
5. Tidak stabil pada suhu tinggi, karena terurai melepaskan oksigen

B. Natrium Sulfat

Sifat Fisika (Perry 7^{ed}, 2010)

1. Rumus Molekul : Na_2SO_4
2. Berat Molekul : 142 g/mol
3. Bentuk : Padat
4. Bau : Tidak Berbau
6. Titik Lebur : 884°C
7. Titik Didih : 330°C
8. Densitas : $2,68 \text{ gr/cm}^3$ (30°C)
9. Kelarutan, Air dingin : 5 kg/100 kg H_2O ($\text{H}_2\text{O} = 0^{\circ}\text{C}$)
10. Kelarutan, Air Panas : 42 kg/100 kg H_2O ($\text{H}_2\text{O} = 100^{\circ}\text{C}$)

Sifat Kimia (MSDS “Sodium Sulfate”, 2025)

1. Tidak mudah meledak dan tidak mudah terbakar
2. Bersifat stabil secara kimia pada kondisi penyimpanan dan suhu kamar
3. Memiliki pH netral hingga sedikit asam–basa ($\pm 5-8$) pada larutan air
4. Pada pemanasan suhu sangat tinggi dapat terurai menghasilkan sulfur oksida (SO_x)

I.8 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

A. Natrium Dikromat Dihidrat (Changyuan Group, 2025)

1. Rumus Molekul : $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
2. Berat Molekul : 298 g/mol
3. Warna : Orange Kemerahan
4. Bentuk : Kristal (higroskopis)
5. Specific Gravity : $2,250 \text{ g/cm}^3$
6. Kemurnian : 98% berat



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK KROMIUM ANHIDRIDA DARI NATRIUM DIKROMAT
DIHIDRAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES
ASIDIFIKASI BASAH KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”

B. Asam Sulfat (PT. Petrokimia Gresik, 2025)

1. Rumus Molekul : H_2SO_4
2. Warna : Tidak berwarna atau kecoklatan
3. Bentuk : Cair
4. Kemurnian : 98%
5. Air : 2%
6. Bau : Tajam
7. Specific Gravity : $1,834 \text{ g/cm}^3$
8. Kelarutan : tercampur penuh