



BAB I PENDAHULUAN

I. 1. Latar Belakang

Pada masa ini, industri (proses) kimia memegang peranan sangat penting di dalam peradaban manusia. Produk-produk industri kimia dibutuhkan dan digunakan di dalam semua bidang kehidupan sehari-hari. Industri kimia merupakan industri unggulan nasional yang mampu memberikan kontribusi untuk pertumbuhan ekonomi. Salah satu bahan kimia yang banyak dibutuhkan di industri kimia adalah disodium fosfat. Disodium fosfat adalah senyawa fosfat yang digunakan sebagai bahan baku ataupun bahan pembantu dalam industri kimia. Industri kimia yang sering kita temui menggunakan bahan baku disodium fosfat adalah industri detergen, industri tekstil, industri kertas dan lain sebagainya (Ulmann, 1999). Melihat berbagai macam kegunaan tersebut, disodium fosfat terutama disodium fosfat heptahidrat menjadi suatu produk yang sangat digandrungi oleh industri kimia di Indonesia. Mengingat konsumen membutuhkan keberadaan disodium fosfat heptahidrat untuk keperluan setiap harinya. Kebutuhan yang sangat besar tidak sebanding dengan produksi disodium fosfat heptahidrat dalam negeri. Adanya industri disodium phosphate heptahydrate di Indonesia agar dapat meminimalisir kebutuhan impor disodium phosphate heptahydrate itu sendiri. Rata-rata kebutuhan disodium fosfat heptahidrat di Indonesia masih mengandalkan impor dari beberapa negara-negara penghasil disodium fosfat heptahidrat. Oleh sebab itu pendirian pabrik disodium fosfat heptahidrat menjadi peluang yang bagus dan menjanjikan di masa yang akan datang.

Bahan baku yang digunakan dalam pendirian pabrik disodium fosfat heptahidrat yaitu sodium carbonate dan phosphoric acid yang bisa didapatkan dengan membeli pada PT. Perdana Chemindo Perkasa Surabaya dan PT. Petrokimia Gresik. Adapun faktor penunjang pendirian pabrik disodium fosfat heptahidrat antara lain:



- Mengurangi pengangguran dengan menciptakan lapangan kerja baru.
- Menambah pengetahuan teknologi dan menambah pengalaman.
- Mengurangi impor disodium fosfat heptahidrat di Indonesia.
- Mendorong pertumbuhan industri-industri lain sebagai konsumen disodium phosphate heptahidrat.
- Menumbuhkan perekonomian di Indonesia serta menambah devisa negara pada masa yang akan datang.

I. 2. Sejarah Perkembangan Disodium Phosphat Heptahydrate

Nama lain dari disodium phosphate antara lain sodium phosphate dibasic, secondary sodium phosphate, sodium hydrogen phosphate atau sodium orthophosphate. Disodium phosphate memiliki rumus kimia Na_2HPO_4 . Nama dagang disodium phosphate adalah sodium phosphate dan merupakan bahan dasar untuk pembuatan senyawa fosfat yang lainnya. Disodium Phosphat adalah suatu senyawa fosfat yang merupakan intermediet produk (produk antara) yang banyak digunakan dalam industri kimia. Senyawa ini merupakan bahan dasar pembuatan monosodium phosphate (NaH_2PO_4), sodium tripoliphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_2\text{O}_{10}$) dan natrium triphosphate (Na_3PO_4). Disodium Phosphat yang beredar di pasaran adalah senyawa fosfat yang mengandung hidrat. Produk disodium fosfat dapat dibagi menjadi beberapa produk berdasarkan molekul H_2O kristal yang terikat (hidrat) seperti : disodium fosfat anhidrat (murni, tanpa H_2O kristal), disodium fosfat dihidrat (2 molekul H_2O), disodium fosfat heptahidrat (7 molekul H_2O), dan disodium fosfat dodecahidrat (12 molekul H_2O). Disodium fosfat banyak dijumpai dalam bentuk hidrat yaitu disodium fosfat heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (Ulmann, 1999).

Pembuatan disodium fosfat secara umum, yaitu dengan mereaksikan H_3PO_4 dengan logam alkali hidroksida atau karbonat. Secara alami logam alkali, seperti natrium atau kalium, diperoleh dengan penambangan dan diperoleh kembali sebagai garam, seperti: klorida. Jadi untuk membuat asam fosfat dengan logam alkali hidroksida atau karbonat, alkali logam pertama-tama harus diubah menjadi



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* Dari *Sodium Carbonate* dan *Phosphoric Acid* dengan Proses Kristalisasi”

hidroksida atau karbonat yang sesuai. (Alexander, 1990). Metode pembuatan, umumnya melibatkan reaksi dengan reaktan yang relatif murni sejak akhir produk dan diharapkan produk tersebut bebas dari pengotor. Namun, pemurnian reaktan dapat meningkatkan biaya dan kompleksitas produksi logam alkali fosfat (Miller, 1965). Sejarah perkembangan pabrik disodium fosfat heptahidrat dimulai sejak seorang ahli kimia dari Jerman, Brand, pada tahun 1669. Beberapa garam dari senyawa fosfor telah ditemukan diantaranya Sodium Fosfat, Potassium Fosfat, Calcium Fosfat dan sebagainya umumnya dibentuk dari golongan unsur-unsur alkali. Tidak hanya itu, pada tahun 1842, dimana pemerintah Inggris memberikan penghargaan kepada John B. Lowes atas hasil karyanya yang telah berhasil membuat asam fosfat dari bone ash dan asam sulfat. Sejak saat itu industri asam fosfat berkembang secara pesat yang bertujuan untuk mendukung industri kimia lainnya. Dengan berkembangnya industri asam fosfat secara pesat maka berkembanglah industri turunan fosfat di negara Inggris seperti sodium fosfat.

Perkembangan Industri disodium fosfat heptahidrat di Indonesia cukup stabil. Melihat kegunaan disodium fosfat heptahidrat pada kehidupan sehari-hari terutama digunakan sebagai bahan baku di industri kimia. Berikut kegunaan dari disodium fosfat heptahidrat dalam industri kimia dan industri lainnya :

1. Agen pembersih dalam beberapa industri, diantaranya industri sabun dan detergen, industri *electroplating*, dan beberapa industri lainnya.
2. Reagen dalam pengolahan air umpan boiler, yang digunakan sebagai sumber alkalinity untuk mencegah korosi dan terbentuknya kerak. Penerapan disodium fosfat dalam air boiler dan dapat membantu untuk menghindari penyumbatan oleh akumulasi kalsium dan garam magnesium terutama di daerah air keras. Menurut *United states Agency for International Development* pembersihan sitem air dengan disodium fosfat juga membantu untuk mencegah korosi pipa, umumnya dapat meningkatkan kualitas air dari waktu ke waktu.
3. Disodium fosfat sering dicampur dengan produk makanan tepung untuk mencegah penggumpalan, contoh dari penggunaannya sebagai aditif dalam



susu bubuk, untuk merangsang tindakan hati (*liver*) dan membantu proses kimia yang meningkatkan hati (*liver*) berfungsi dengan baik.

4. Bahan aditif pada makanan yang berfungsi sebagai pengatur keasaman (*Acidity Regulator*) misalnya pada mentega.
5. Stabilisasi protein pada minuman *Canned Milk*, *UHT Milk*, menurunkan *cooking time* pada sereal dan pasta, sebagai aksi pengemulsi pada keju dan saus, stabilisasi protein pada es krim (*hard, soft, imitation*), mempertahankan pH (*buffer*) pada *ophthalmic* dan kosmetik perawatan kulit.

I. 3 Aspek Ekonomi

Dampak yang ditimbulkan dari pandemi COVID-19 terhadap aspek ekonomi di Indonesia yaitu Pada triwulan 1-2020, perekonomian Indonesia mengalami perlambatan sebesar 1,01 persen dibandingkan dengan triwulan 4-2019. (Chairani, 2020). Tentunya hal ini juga berdampak pada sektor industri, untuk itu dengan perencanaan yang tepat maka dengan didirikannya pabrik disodium fosfat dipastikan dapat meningkatkan dan memulihkan perekonomian negara, terserapnya tenaga kerja yang berarti mengurangi pengangguran serta pemanfaatan sumber daya alam. Selain itu, Berdasarkan kenaikan kebutuhan disodium fosfat heptahydrat dan banyaknya kegunaan serta untuk mengurangi impor dari negara lain. Maka perlu didirikan pabrik dengan skala yang cukup untuk memenuhi kebutuhan sendiri, disamping dapat mendorong berkembangnya industrilisasi di Indonesia. Untuk itu diperlukan data penunjang terkait produsen bahan baku dan kapasitasnya, yaitu sebagai berikut:



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* Dari *Sodium Carbonate* dan *Phosphoric Acid* dengan Proses Kristalisasi”

Tabel I.1 Produsen *Phosphoric Acid* dan Kapasitasnya di Indonesia

Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Indo Barat Rayon	91250
PT. Indo Acids	82500
PT. Petrokimia Gresik	300000

(DKL Engineering, 2008)

Tabel I.2 Harga Bahan Baku dan Produk

No	Bahan	Harga (US \$/kg)*	Harga (Rp/kg)
1.	Sodium karbonat	0,350)	5.407
2.	Asam fosfat	0,79)	12.000
3.	Disodium fosfat	1,02)	15.758

1) alibaba.com ; 2)aneka-kimia-inti.indonetwork.co.id

* Kurs 1 US \$ = Rp. 15.449

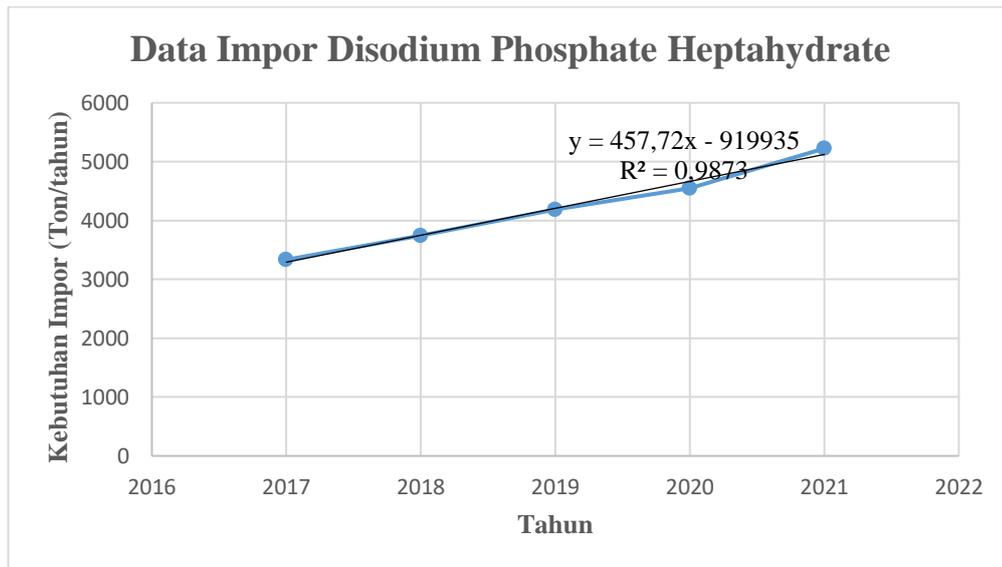
I.3.1 Data Impor

Data statistik yang diterbitkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) tentang kebutuhan ekspor dan impor disodium phosphate heptahydrat dari tahun ke tahun. Maka perkembangan data impor disodium phosphat heptahydrat pada tahun 2017 sampai tahun 2021 serta persamaan grafik dengan menggunakan program Ms.Excel dapat dilihat pada Tabel dan grafik berikut :

Tabel I.3 Data Impor Disodium Phospate Heptahydrat 2017-2021

Tahun	Jumlah Impor (Ton/Tahun)
2017	3334,503
2018	3746,955
2019	4185,323
2020	4545,244
2021	5223,972

(Badan Pusat Statistika, 2017-2021)



Gambar 1.1 Grafik Impor Disodium Phosphate Heptahydrat di Indonesia

I. 3. 2 Data Ekspor

Tabel I.4 Data Ekspor Disodium Phosphate Heptahydrat 2017-2021

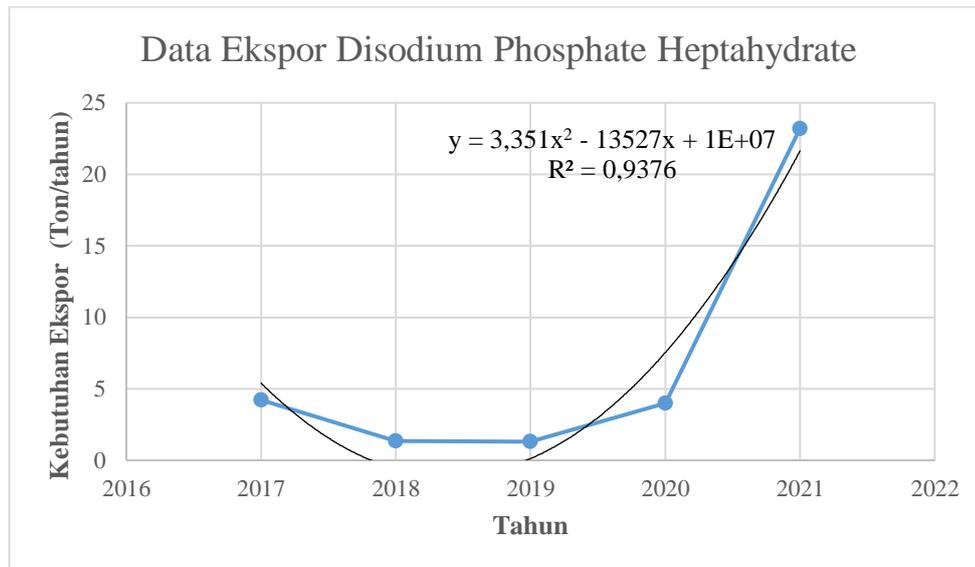
Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/Tahun)
2017	4,2273
2018	1,35
2019	1,3
2020	4
2021	23,205

(Badan Pusat Statistika, 2017-2021)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* Dari *Sodium Carbonate* dan *Phosphoric Acid* dengan Proses Kristalisasi”



Gambar 1.2 Grafik Ekspor Disodium Phosphate Heptahydrat di Indonesia

I.3. 3 Data Produksi

Di Indonesia sudah berdiri pabrik disodium phosphate heptahydrat yaitu PT. Petrocentral dengan kapasitas 65.000 Ton/Tahun yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. (PT.Unggul Indah Cahaya Tbk, 2007)

I.3.4 Data Konsumsi

Tabel I.5 Data Konsumsi Disodium Phosphate Heptahydrat dalam Industri Detergent

Tahun	Jumlah (Ton/tahun)
2018	32394
2019	38255
2020	48190

Sumber : BPS (Badan Pusat Statistika)

Berdasarkan tabel di atas maka dapat dilihat potensi yang sangat besar bagi pasar disodium phosphate heptahydrat yaitu sebesar 48.190 Ton/Tahun.

Pabrik direncanakan akan didirikan pada tahun 2025. Penentuan produksi dilakukan dengan discounted method dengan meninjau data yang ada yaitu jumlah ekspor dan impor bahan tersebut di Indonesia dengan menggunakan persamaan berikut:



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* Dari *Sodium Carbonate* dan *Phosphoric Acid* dengan Proses Kristalisasi”

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

Keterangan :

F = Nilai pada tahun ke-n

P = Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)

i = Kenaikan data rata-rata

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Pabrik disodium phosphate heptahydrat direncanakan akan didirikan pada tahun 2025. Perkiraan impor pada tahun 2025 (M1) :

$$M1 = P (1+i)^n$$

$$M1 = 5223,972 (1+0,1190)^4$$

$$M1 = 8190.764 \text{ ton/tahun}$$

Perkiraan ekspor pada tahun 2025 (M4) :

$$M4 = P (1+i)^n$$

$$M4 = 23,305 (1+1,5401)^4$$

$$M4 = 966,050 \text{ ton/tahun}$$

Perkiraan konsumsi dalam negeri pada tahun 2025 (M5) :

$$M5 = P (1+i)^n$$

$$M5 = 48.190 (1+0,2203)^4$$

$$M5 = 130.412,585 \text{ ton/tahun}$$

Untuk produksi pabrik dalam negeri (M2) :

$$M2 = 65.000 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data impor, ekspor, produksi dan konsumsi disodium phosphate heptahydrat di Indonesia, maka kapasitas produksi dapat dihitung :

$$M1 + M2 + M3 = M4 + M5$$

$$M3 = (M4 + M5) - (M1+M2)$$

$$M3 = (966.050+130412.585)-(8190.764-65000)$$

$$M3 = 58.187,871 \text{ ton/tahun}$$

Jadi dari persamaan tersebut dapat diperkirakan kebutuhan disodium phosphate heptahydrat pada tahun 2025 adalah 58.000 Ton/Tahun. Kapasitas perancangan yang dapat memberikan keuntungan jika pabrik disodium phosphate



heptahydrate didirikan adalah antara 35.000 Ton/Tahun - 80.000 Ton/Tahun (Keyes, 1975).

I. 4. Sifat Fisika dan Sifat Kimia

I. 4. 1. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku

I. 4. 1. 1. Sodium Carbonat (Na_2CO_3)

Sodium carbonat atau dikenal dengan soda ash digunakan sebagai dasar yang relatif kuat dalam berbagai pengaturan. Sebagai contoh yaitu digunakan sebagai pengatur pH untuk mempertahankan kondisi alkalin stabil. Ketika dilarutkan dalam air, akan terdisosiasi menjadi asam lemah yaitu asam ash karbonat dan alkali kuat yaitu natrium hidroksida. Sodium karbonat dalam larutan memiliki kemampuan menyerang logam seperti aluminium dengan pelepasan gas hidrogen (Istianto, 2020).

a. Sifat Fisika

Tabel I. 6 Sifat Fisika *Sodium Carbonate*

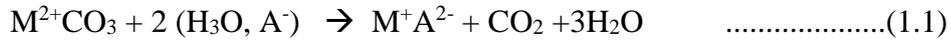
Nama Senyawa kimia	Sodium Carbonat
Rumus Molekul	Na_2CO_3
Berat Molekul	106 gr/mol
Warna	Putih abu abu
Bau	Tidak berbau
Bentuk	Serbuk 100 mesh
Berat Jenis	2,533 gr/cc
Titik leleh	851°C (1 atm)
Titik didih	Terdekomposisi diatas 851°C
Larut dalam air	50,5 gr/100 gr H_2O pada 30°C 48,5 gr/100 gr H_2O pada 104°C

(Chemicaland21, Perry 7ed)



b. Sifat Kimia

1. Semua karbonat akan cepat bereaksi dengan asam kuat membentuk garam karbonat.



2. Reaksi antara *sodium carbonate* dan kalsium hidroksida akan menghasilkan kalsium karbonat dan natrium hidroksida.



3. Proses pembentukan sodium karbonat melalui tiga tahap :

a. Konversi NaCl menjadi Na₂SO₄ dengan persamaan :



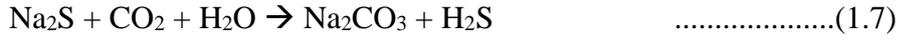
b. Reaksi antara natrium sulfat dan kalsium karbonat dilakukan pada temperatur tinggi menghasilkan sodium karbonat.



c. Reduksi natrium sulfat menjadi natrium sulfida



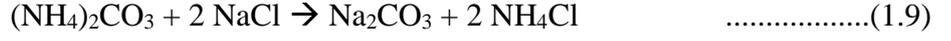
d. Natrium sulfida dicampur dengan CO₂ dan steam



4. Reaksi pembuatan ammonia



Ammonium karbonat yang dihasilkan pada reaksi (1.8) direaksikan dengan NaCl menghasilkan sodium carbonate :



(Othmer, 1978)

Tabel I.7 Komposisi *Sodium Carbonate* (SREE Int. Indonesia)

Komponen	% berat
Na ₂ CO ₃	99,70%
Impuritis	0,20%
H ₂ O	0,10%
	100,00%



I. 4. 1. 2. Phosphoric Acid

Phosphoric acid atau dikenal dengan asam fosfat merupakan asam mineral anorganik yang memiliki rumus kimia H_3PO_4 . Asam fosfat juga dikenal pula sebagai asam ortofosfat atau asam fosfat(V). Asam fosfat berwujud zat padat dengan titik didih $=280^\circ C$ dan titik leleh $=44,1^\circ C$ dan pada temperatur tinggi ($T=1040^\circ C$), mengalami disosiasi. Sumber yang pada umumnya dari asam fosfat adalah larutan air 85%. Kelarutan senyawa asam fosfat menyebabkan terjadinya interaksi suatu sistem biologis yang mengamati sifat interaksi dari masing-masing molekul. Pada umumnya asam fosfat digunakan dalam industri pembuatan pupuk, bahan detergen, bahan pembersih lantai, dan insektisida. (Warlinda, 2019)

a. Sifat Fisika

Tabel I. 8 Sifat Fisika Phosphoric Acid

Nama senyawa kimia	Phosphoric acid
Rumus Molekul	H_3PO_4
Berat Molekul	98 gr/mol
Warna	Bening, tidak berwarna
Bau	Bau fosfor
Bentuk	Liquida/cair
Berat Jenis	1,83 kg/L pada $40^\circ C$
Titik leleh	$42,35^\circ C$ (1 atm)
Titik didih	Terdekomposisi diatas $213^\circ C$
Kelarutan	Sangat larut dalam air

(PT. Petrokimia Gresik)

b. Sifat Kimia

1. Memiliki konstanta disosiasi $K_1 = 7,1 \times 10^{-3}$, $K_2 = 6,3 \times 10^{-8}$, $K_3 = 4,7 \times 10^{-13}$
2. Merupakan senyawa alkali kuat
3. Merupakan asam yang lebih kuat dari pada asam asetat, asam oksalat, asam salisilat dan asam borat
4. Merupakan senyawa polar
5. Bersifat korosif pada logam

(Mulyono, 2005)



Tabel I. 9 Komposisi Asam Phospat

Komponen	% berat
H ₃ PO ₄	65,00 %
H ₂ O	35,00 %
	100,00 %

(PT. Petrokimia Gresik)

I. 4. 2. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Produk

I. 4. 2. 1 Disodium Phospat Heptahydrate (Produk Utama)

Disodium phosphate mempunyai nama lain sodium phosphate dibasic, secondary sodium phosphate, sodium hydrogen phosphate atau sodium oethophosphate. Disodium phosphate memiliki rumus kimia Na₂HPO₄. Nama dagang disodium phosphate adalah sodium phosphate dan merupakan bahan dasar untuk pembuatan senyawa fosfat yang lainnya.. Disodium Phospat adalah suatu senyawa fospat yang merupakan intermediet produk (produk antara) yang banyak digunakan dalam industri kimia. Senyawa ini merupakan bahan dasar pembuatan monosodium phosphate (NaH₂PO₄), sodium tripoliphosphate (Na₅P₂O₁₀) dan natrium triphosphate (Na₃PO₄). Disodium Phospat yang beredar di pasaran adalah senyawa fospat yang mengandung hidrat (Ulmann, 1999).

a. Sifat Fisika

Tabel I.10 Sifat Fisika Disodium Phospat Heptahydrate

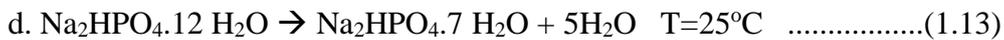
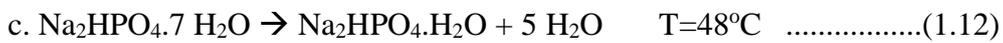
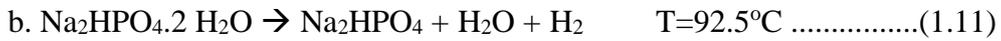
Rumus molekul	Na ₂ HPO ₄ .7 H ₂ O
Berat molekul	268,09 g/ gmol
Warna	Tidak berwarna
Bentuk	Kristal monoklin tembus cahaya
Berat Jenis	1,679 gr/cc
Titik leleh	48,1 °C kehilangan 5 H ₂ O (Mallinckrodt)
Kelarutan	Larut dalam air dan sangat larut dalam alkohol.
Larut dalam air	185 gr/100 gr H ₂ O pada 40°C 2000 gr/100 gr H ₂ O pada 100°C

(Chemicaland21, Perry 7ed)

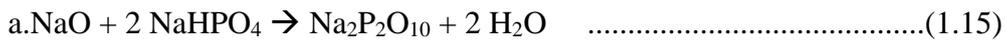


b. Sifat Kimia

1. Beberapa reaksi hidrasi :



2. Reaksi Yang Lain



I. 4. 2. 2 Karbon Dioksida (Produk Samping)

Karbon dioksida atau zat asam arang adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. CO₂ berbentuk gas pada keadaan temperatur dan tekanan standar dan hadir di atmosfer bumi. Rata-rata konsentrasi karbon dioksida di atmosfer bumi kira-kira 387 ppm berdasarkan volume walaupun jumlah ini bisa bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu. Karbon dioksida adalah gas rumah kaca yang penting karena ia menyerap gelombang inframerah dengan kuat. (Astuti, 2017)

a. Sifat Fisika

Tabel I. 11 Sifat Fisika Karbon Dioksida

Nama lain	Karbonat Anhidrida
Rumus Molekul	CO ₂
Rumus Bangun	O=C=O
Berat Molekul	44 gr/mol
Warna	Tidak berwarna
Bau	Tidak berbau
Bentuk	Gas



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* Dari *Sodium Carbonate* dan *Phosphoric Acid* dengan Proses Kristalisasi”

Berat Jenis	1,98 gr/L
Titik leleh	-56,6°C
Titik didih	-78,5°C
Kelarutan dalam air	1,45 gr/L
Keasaman (pKa)	6,35 dan 10,33

(Chemicaland21, Perry 7ed)

b. Sifat Kimia

1. Terdiri dari dua ikatan rangkap dan mempunyai bentuk linier
2. Apabila teroksidasi sepenuhnya, ia tidak aktif dan tidak mudah terbakar
3. Dapat dibuat dari pembakaran bahan organik apabila cukup oksigen

Kadar produk : (FAO)

Kadar karbon dioxide = minimal 99 %