



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

BAB II

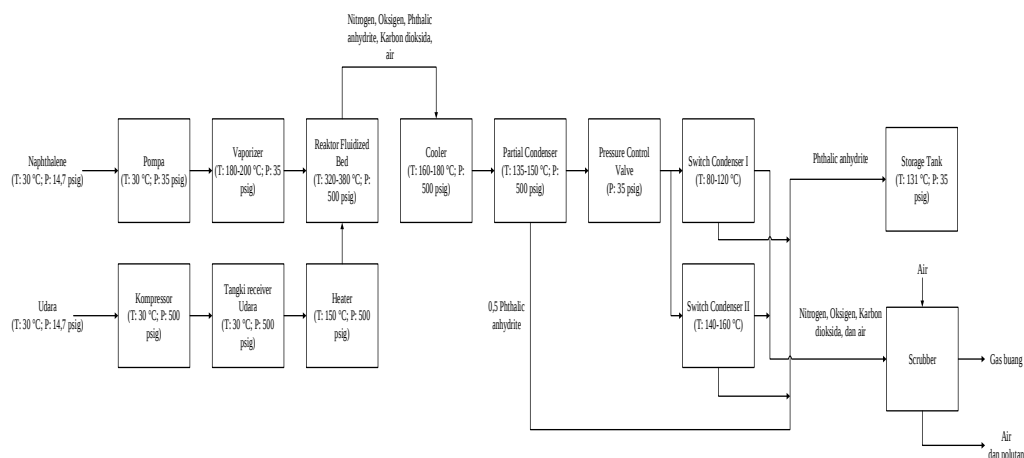
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam-Macam Proses Pembuatan

Secara umum, proses produksi Phthalic Anhydride dilakukan melalui dua rute utama, yaitu oksidasi Naphthalene dan oksidasi Ortho Xylene. Kedua proses tersebut sama-sama memanfaatkan oksigen sebagai reaktan dan katalis berbasis vanadium pentaoksida, namun berbeda dari sisi jenis reaktor, kondisi operasi, selektivitas reaksi, serta kompleksitas pemurnian produk. Pada proses oksidasi Naphthalene, bahan baku direaksikan dalam reaktor fluidized bed pada temperatur tinggi. Struktur aromatik ganda pada Naphthalene menyebabkan kecenderungan terbentuknya produk samping hasil over-oksidasi relatif besar, sehingga pengendalian reaksi dan pemurnian produk menjadi lebih kompleks. Sebaliknya, proses oksidasi Ortho Xylene dengan metode Von Heyden dilakukan dalam reaktor fixed bed multitube, yang memungkinkan kontrol temperatur lebih baik dan distribusi panas yang lebih seragam. Struktur molekul Ortho Xylene menghasilkan jalur reaksi yang lebih selektif menuju pembentukan Phthalic Anhydride, sehingga yield efektif lebih tinggi dan pembentukan produk samping lebih rendah. Oleh karena itu, proses ini lebih banyak digunakan pada industri modern berskala besar.

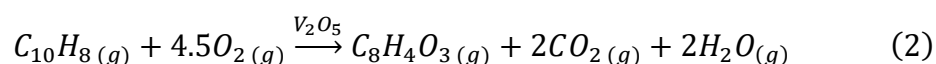
II.1.1. Proses Koppers

Proses Koppers merupakan proses industri yang digunakan dalam pembuatan *Phthalic Anhydride* dengan menggunakan Naphthalene dan udara sebagai bahan baku utama, sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir blok dan uraian proses berikut:



Gambar II- 1. Blok Diagram Proses Koppers

Udara atmosferik dikompres hingga tekanan 34,023 atm dan ditampung dalam air receiver. Udara kemudian dipanaskan hingga 150°C dalam air heater sebelum dialirkan ke bagian bawah reaktor melalui distribution device. Naphthalene cair dari storage tank dipompa menggunakan metering pump dan dapat diinjeksikan ke reaktor dengan vaporisasi terlebih dahulu pada suhu 180-220°C dalam vaporizer. Reaksi oksidasi berlangsung dalam reaktor fluidized bed berisi katalis vanadium pentoxide berbasis silica gel pada suhu 320-380°C yang dikontrol ketat untuk mencapai yield optimum. Proses ini menggunakan rasio udara terhadap naphthalene yang sangat rendah yaitu 6.0:1 hingga 8.5:1 (berat).



Reaksi kimia mengkonversi naphthalene dan oksigen menjadi Phthalic Anhydride, CO₂, dan H₂O dengan konsumsi oksigen teoritis 4.5 mol O₂/mol naphthalene. Pada suhu optimum, naphthoquinone (produk under-oxidized) essentially zero dan over-oxidation minimal, menghasilkan selektivitas terhadap Phthalic Anhydride di atas 95%. Gas produk dari reaktor pertama melewati air filters untuk menghilangkan katalis terentrain. Gas bersih kemudian didinginkan dalam gas cooler hingga 160-180°C, tepat di atas dew point Phthalic Anhydride untuk mencegah kondensasi. Di partial condenser, gas didinginkan lebih lanjut hingga 135-150°C pada tekanan tinggi yang menaikkan dew point di atas melting point 131°C, sehingga lebih dari 50% Phthalic Anhydride terkondensasi sebagai liquid yang langsung mengalir ke storage tank. Gas sisa diarahkan ke switch



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

condenser yang beroperasi bergantian. Satu condenser dalam cooling cycle mengkondensasi Phthalic Anhydride sisa sebagai solid pada 80-120°C, sementara condenser lainnya dalam heating cycle melelehkan solid pada 140-160°C menggunakan steam atau thermal oil. Liquid hasil pelelehan mengalir ke weight tank. Sistem switching simultaneous memastikan tidak ada downtime operasi. Pressure control valve antara partial condenser dan switch condensers mengatur back pressure reaktor pada level optimal 2,38161 atm sekaligus memastikan kondensasi liquid di partial condenser. Liquid Phthalic Anhydride ditampung dalam storage tank pada suhu di atas 131°C dengan sistem weighing untuk akuntansi produksi. Gas tail dari switch condenser yang masih mengandung trace Phthalic Anhydride, CO₂, H₂O, dan nitrogen dicuci dengan air dalam gas scrubber pada 40-60°C untuk menghilangkan polutan sebelum di-vent ke atmosfer.

Penentuan *Gross Profit Margin* menurut (Balunijuk et al., 2022) dengan mencari *Gross Profit* dibagi dengan harga penjualan lalu dikali 100%. *Gross Profit Margin* (GPM) pembentukan *Phthalic Anhydride* dari *Naphthalene* dan udara dengan Proses Koppers menggunakan basis bahan *Naphthalene* sebesar 1000 kg/jam adalah sebagai berikut:

Tabel II- 1. Perhitungan Total Harga Bahan Baku pada Proses Koppers

Nama Bahan	Jumlah kebutuhan (/kg)	Harga/kg	Total Harga
<i>Naphthalene</i> (C ₁₀ H ₈)	950	Rp18.533 (SunSirs, 2026)	Rp17.606.730
Udara	8.075	Rp0	Rp0
Total			Rp17.606.730

Tabel II- 2. Perhitungan Total Hasil Produksi pada Proses Koppers

Nama Bahan	Hasil produksi (/kg)	Harga/kg (Rp)	Total Harga (Rp)
<i>Phthalic Anhydride</i> (C ₈ H ₄ O ₃)	1042,8951	Rp19.083 (Business Analytiq,	Rp19.901.255



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

Nama Bahan	Hasil produksi (/kg)	Harga/kg (Rp)	Total Harga (Rp)
		2026)	
Karbon Dioksida (CO ₂)	619,7383	Rp0	Rp0
Air (H ₂ O)	253,7533	Rp0	Rp0
Total			Rp19.901.255

Gross Profit

$$= \text{Harga penjualan produk} - \text{harga pembelian bahan baku} \quad (3)$$

$$= \text{Harga PA} - \text{Harga Naphthalene}$$

$$= \text{Rp19.901.255} - \text{Rp17.606.730}$$

$$= \text{Rp. 2.294.525/kg}$$

$$\text{Gross Profit Margin} = \frac{\text{Gross Profit}}{\text{Total harga produk}} \quad (4)$$

$$= \frac{\text{Rp. 2.294.525}}{\text{Rp19.901.255}} = 11,5296\%$$

Perbandingan harga produk dan harga bahan baku sebesar Rp19.901.255 : Rp17.606.730 dengan penyederhanaannya menjadi 1:1,1. Secara stoikiometri, perhitungan kebutuhan bahan baku dan produk yang dihasilkan menunjukkan bahwa proses Koppers mampu menghasilkan *Gross Profit* sebesar Rp. 2.294.525/kg dan persentase *Gross Profit Margin* (GPM) sebesar 11,5296%.

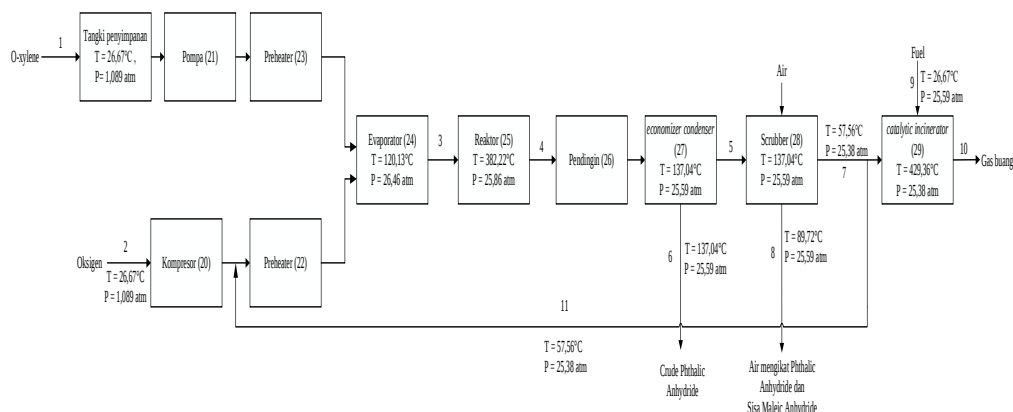
II.1.2. Proses Von Heyden

Proses Von Heyden merupakan sistem produksi *Phthalic Anhydride* melalui oksidasi katalitik Ortho-Xylene dengan menggunakan oksigen murni sebagai oksidan pada tekanan tinggi. Sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir blok dan uraian proses berikut:



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydrite dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”



Gambar II- 2. Blok Diagram Proses Von Heyden

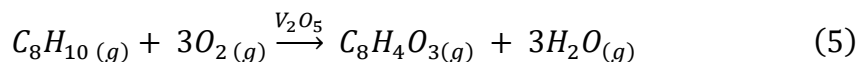
Aliran oksigen (*Stream 2*) masuk pada kondisi awal suhu 26,67°C (80°F) dan tekanan 1,089 atm (16 psia), kemudian dikompres dalam kompresor (kompresor 20) hingga tekanan tinggi yang dibutuhkan proses. Setelah dikompres, oksigen dipanaskan terlebih dahulu dalam pemanas awal (*preheater 22*) sebelum bergabung dengan aliran *recycle gas*. Aliran oksigen ini menggunakan oksigen murni (kemurnian 99,50% volume) sebagai pengganti udara, dengan tujuan menghemat biaya kompresi secara signifikan karena volume gas yang harus dikompres menjadi jauh lebih kecil dibandingkan jika menggunakan udara.

Ortho-Xylene cair (*Stream 1*) pada suhu 26,67°C (80°F) dan tekanan 1,089 atm (16 psia) dipompa menggunakan pompa (pompa 21) untuk menaikkan tekanannya, kemudian dipanaskan dalam pemanas awal Ortho-Xylene (*preheater 23*) sebelum dialirkan ke evaporator. Kedua aliran tersebut kemudian masuk ke alat evaporator (evaporator 24), di mana Ortho-Xylene diuapkan menjadi fase gas dan dicampurkan dengan aliran oksigen panas serta aliran *recycle gas* (*Stream 11*). Di dalam alat evaporator terbentuk campuran umpan reaktor yang sepenuhnya teruapkan. Umpan reaktor (*Stream 3*) keluar dari alat evaporator pada kondisi suhu 120,13°C (248,23°F) dan tekanan 26,46 atm (389 psia). Campuran umpan yang telah teruapkan selanjutnya dialirkan ke reaktor (*fixed bed reactor 25*). Reaktor beroperasi pada kondisi suhu 382,22°C (720°F) dan tekanan 25,86 atm (380 psia). Di dalam reaktor, Ortho-Xylene mengalami reaksi oksidasi katalitik dengan bantuan katalis vanadium pentoksida (V_2O_5) yang terdapat dalam reaktor *fixed bed multitube*. Reaksi utama dan reaksi samping yang terjadi adalah sebagai berikut:

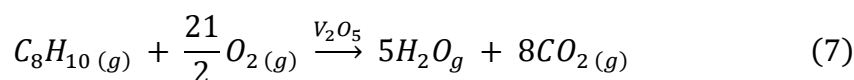
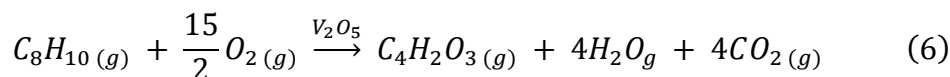


PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”



Dengan reaksi samping yang dihasilkan, reaksinya adalah sebagai berikut :



Konversi Ortho-Xylene pada proses ini hampir sempurna, namun selektivitas terhadap Phthalic Anhydride hanya sekitar 78%, dengan produk samping utama berupa Maleic Anhydride sekitar 3,5% serta karbon dioksida dan air sekitar 18,5%. Panas reaksi eksotermik yang sangat besar diserap oleh garam cair (*molten salt*) yang bersirkulasi melalui Stream 40 dan Stream 41. *Effluen* reaktor (*Stream 4*) keluar dari reaktor pada suhu 382,22°C (720°F) dan tekanan 25,86 atm (380 psia) kemudian melewati dua tahap pendinginan bertahap. Pada tahap pertama, efluen reaktor didinginkan dalam *superheater* uap bertekanan tinggi (*high-pressure steam superheater* 26). Kemudian pada tahap kedua, aliran didinginkan lebih lanjut dalam kondensor ekonomizer (*economizer condenser* 27). *Effluen* kondensor ekonomizer (*Stream 5*) keluar pada suhu 137,04°C (278,6°F) dan tekanan 25,59 atm (376 psia). *Crude Phthalic Anhydride* (*Stream 6*) terkondensasi sebagai cairan pada suhu 137,04°C (278,6°F) dan tekanan 25,59 atm (376 psia).

Gas yang tidak terkondensasi dari kondensor ekonomizer (*Stream 5*) selanjutnya dialirkan ke alat scrubber (scrubber 28) pada suhu 137,04°C (278,6°F) dan tekanan 25,59 atm (376 psia). Di dalam scrubber, sisa-sisa Phthalic Anhydride dan Maleic Anhydride yang masih terbawa dalam fase gas diserap menggunakan air sehingga menghasilkan dua aliran keluaran. Gas bersih (*scrubbed gas*) (*Stream 7*) keluar pada suhu 57,56°C (135,6°F) dan tekanan 25,38 atm (373 psia). *Liquor* produk samping (*Stream 8*) keluar pada suhu 89,72°C (193,49°F) dan tekanan 25,59 atm (376 psia). Sebagian dari gas bersih tersebut didaur ulang kembali (*recycle gas*, *Stream 11*) ke aliran umpan oksigen pada suhu 57,56°C (135,6°F) dan tekanan 25,38 atm (373 psia). Sisa gas bersih yang tidak didaur ulang (*Stream 9*) dialirkan ke insinerator katalitik (*catalytic incinerator* 29) pada suhu 57,56°C



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

(135,6°F) bersama dengan bahan bakar gas (*fuel gas*, *Stream 9* dari luar) pada suhu 26,67°C (80°F) dan tekanan 25,59 atm (376 psia). Proses pembakaran dalam insinerator berlangsung pada suhu 429,36°C (804,85°F) dan tekanan 25,38 atm (373 psia). Gas hasil pembakaran (*Stream 10*) kemudian dibuang ke atmosfer sebagai gas ventilasi yang telah memenuhi baku mutu lingkungan.

Penentuan *Gross Profit Margin* menurut (Balunijuk et al., 2022) dengan mencari *Gross Profit* dibagi dengan harga penjualan lalu dikali 100%. *Gross Profit Margin* (GPM) pembentukan *Phthalic Anhydride* dari *Ortho Xylene* dan oksigen dengan Proses Von Heyden menggunakan basis bahan *Ortho Xylene* sebesar 1000 kg/jam adalah sebagai berikut:

Tabel II- 3. Perhitungan Total Harga Bahan Baku pada Proses Von Heyden

Nama Bahan	Kebutuhan (/kg)	Harga/kg (Rp)	Total Harga
<i>Ortho Xylene</i> (C ₈ H ₁₀)	980	Rp1.233 (PT. Darnait Esa Artha, 2026)	Rp1.208.340
Oksigen	1375,1494	Rp282 (Qingdao Hyperion Special Gas, 2026)	Rp388.345
Total			Rp. 1.802.903

Tabel II- 4. Perhitungan Total Hasil Produksi pada Proses Von Heyden

Nama Bahan	Kebutuhan (/kg)	Harga/kg (Rp)	Total Harga
<i>Phthalic Anhydride</i> (C ₈ H ₄ O ₃)	1066,4305	Rp19.083 (Business Analytiq, 2026)	Rp20.350.374
<i>Maleic Anhydride</i> (C ₄ H ₂ O ₃)	31,6799	Rp19.457 (UN Comtrade, 2026)	Rp616.399
Karbon Dioksida (CO ₂)	658,0981	Rp0	Rp0



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

Nama Bahan	Kebutuhan (/kg)	Harga/kg (Rp)	Total Harga
Air (H ₂ O)	31,4298	Rp0	Rp0
Total			Rp. 20.966.773

Gross Profit

$$\begin{aligned} &= \text{Harga penjualan produk} - \text{harga pembelian bahan baku} \quad (8) \\ &= (\text{Harga PA} + \text{Harga MA}) - (\text{Harga Ortho Xylene} \\ &\quad + \text{Harga Oksigen}) \\ &= (\text{Rp}20.350.374 + \text{Rp}616.399) - (\text{Rp}1.208.340 + \text{Rp}388.345) \\ &= \text{Rp. } 19.370.087/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gross Profit Margin} &= \frac{\text{Gross Profit}}{\text{Total harga produk}} \quad (9) \\ &= \frac{\text{Rp. } 19.163.869}{\text{Rp. } 20.966.773} \\ &= 92,3847\% \end{aligned}$$

Perbandingan harga produk dan harga bahan baku sebesar Rp. 20.966.773 : Rp. 1.596.685 dengan penyederhanaannya menjadi 1:13. Secara stoikiometri, perhitungan kebutuhan bahan baku dan produk yang dihasilkan menunjukkan bahwa proses Von Heyden mampu menghasilkan *Gross Profit* sebesar Rp. 19.370.087/kg dan persentase *Gross Profit Margin* (GPM) sebesar 92,3847%.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

II.2. Seleksi Proses

Penentuan proses yang paling sesuai pada pembuatan *Phthalic Anhydride* didasarkan pada kajian terhadap beberapa alternatif proses yang tersedia. Tabel II.3 menyajikan perbandingan Proses Koppers dan Proses Von Heyden berdasarkan pertimbangan teknis dan ekonomis sebagai dasar seleksi proses.

Tabel II- 5. Perbandingan Proses Pembuatan Phthalic Anhydride

Kriteria	Proses Koppers	Proses Von Heyden
Bahan Baku	Naphthalene dan Udara	Ortho Xylene dan Oksigen
Reaktor	<i>Fluidized Bed</i>	<i>Fixed Bed</i>
Kondisi Operasi	P = 34,023 atm T = 340°C - 380°C	P = 25,9 atm T = 382,2°C
Konversi	95%	100%
<i>Gross Profit</i>	Rp. 2.294.525/kg	Rp. 19.370.087/kg
<i>Gross Profit Margin</i> (GPM)	11,5296%	92,3847%
Sumber	(Ryder et al., 1974)	(Chen et al., 1993)

Berdasarkan data pada Tabel II.5, terdapat dua alternatif proses yang umum digunakan dalam produksi *Phthalic Anhydride*, yaitu proses Koppers dan proses Von Heyden Setelah dilakukan perbandingan dari segi bahan baku, kondisi operasi, kemurnian produk, yield yang dihasilkan, serta kemudahan tahap pemurnian akhir, maka proses Von Heyden dipilih sebagai proses yang lebih unggul untuk diterapkan. Proses ini didasarkan atas beberapa pertimbangan, sebagai berikut :

1. Kondisi operasi pada proses Von Heyden lebih aman, karena tekanan reaktornya lebih kecil dibandingkan dengan proses Koppers
2. Produk yang dihasilkan memiliki kemurnian tinggi (>99%), yang berdampak positif terhadap nilai jual dan efisiensi ekonomi.
3. Tahapan pemurnian akhir lebih sederhana, sehingga pada aspek ekonomi lebih murah (20-30% total biaya modal hanya untuk *switch condenser*)



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

4. Proses Von Heyden menggunakan ortho-xylene sebagai bahan baku utama yang lebih mudah diperoleh
5. Harga ortho-xylene relatif lebih ekonomis dibandingkan *Naphthalene*

II.3. Uraian Proses Terpilih

Produksi Phthalic Anhydride melalui metode Von Heyden dengan menggunakan katalis Vanadium Pentoxide dilakukan dalam lima tahap utama, meliputi :

1. Tahapan persiapan bahan baku
2. Tahapan reaksi
3. Tahapan kondensasi dan *scrubbing*
4. Tahapan pemurnian

II.3.1 Tahapan persiapan bahan baku

1) Ortho-xylene

Tahap persiapan bahan baku Ortho-xylene bertujuan untuk mengondisikan material agar sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan saat proses reaksi di dalam reaktor. Kondisi operasional yang dibutuhkan di reaktor adalah bahan baku dalam bentuk uap (fase gas), dengan tekanan 25,9 atm dan temperatur 382,2°C. Untuk mencapai kondisi tersebut, diperlukan beberapa tahapan proses. Langkah awal dimulai dengan penampungan Ortho-xylene dalam Tangki (F-110) pada kondisi mendekati lingkungan atmosfer dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm Selanjutnya, material dipindahkan menggunakan Pompa Sentrifugal (L-111) menuju Vaporizer (V-124). Sebelum masuk ke Vaporizer, oxylene dimasukkan dulu di *pre heater* (E-112) untuk dipanaskan hingga suhu 319 °C. Di dalam vaporizer, Ortho-xylene yang berbentuk cair diubah menjadi fase uap hingga mencapai suhu 330°C. Setelah melalui seluruh proses perlakuan awal ini, Ortho-xylene siap untuk diumpankan ke dalam Reaktor (R-210).

2) Oksigen

Persiapan oksigen untuk memenuhi spesifikasi kondisi reaktor melibatkan pengaturan tekanan dan temperatur. Oksigen dari Tangki Penyimpanan *spherical tank* (F-120) dengan kondisi temperatur sebesar 30°C dan tekanan 1



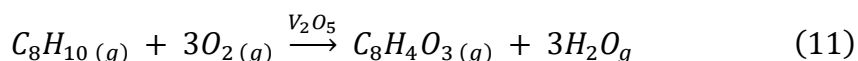
PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydrite dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

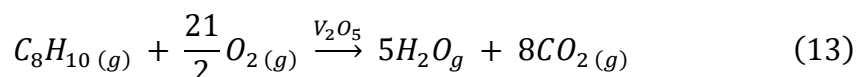
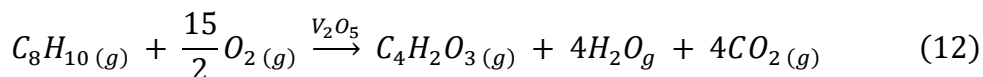
atm diproses menggunakan Kompresor (G-121) untuk menaikkan tekannya hingga 26,5 atm. Setelah tekanan disesuaikan, oksigen kemudian di mix dengan aliran *recycle* dan dipanaskan dalam *Pre-Heater* (E-123) hingga oksigen mencapai suhu 334°C. Kemudian diumpankan ke Vaporizer (V-124) Untuk dimanfaatkan panasnya dalam menguapkan feed Oxylene.

II.3.2 Tahapan Reaksi

Aliran uap Ortho-xylene dan gas oxygene dari Vaporizer (V-124) diumpankan ke dalam Reaktor *Fixed Bed Multitube* (R-210). Reaktor dioperasikan pada temperatur 382,2°C dan tekanan 25,9 atm. Setiap tube dalam reaktor diisi dengan katalis Vanadium Pentaoksida (V_2O_5) yang berfungsi untuk menurunkan energi aktivasi serta mengarahkan selektivitas reaksi menuju pembentukan produk utama, yaitu *Phthalic Anhydride*. Reaksi kimia yang berlangsung di dalam reaktor adalah sebagai berikut:



Dengan reaksi samping yang dihasilkan, reaksinya adalah sebagai berikut :



Berdasarkan **U.S. Patent 5,210,223, 1993**, konversi reaksi (11) di dalam reaktor untuk membentuk produk utama *Phthalic Anhydride* mencapai 78%, sementara reaksi samping (12) memiliki konversi sebesar 3,5%, dan reaksi samping (13) menghasilkan konversi sebesar 18,5%. Reaksi utama dan reaksi samping berlangsung secara eksotermis sehingga diperlukan sistem pendinginan untuk menjaga stabilitas temperatur reaktor. Pendinginan dilakukan menggunakan media *Molten Salt* yang berfungsi menyerap dan mentransfer panas dari reaktor. Produk keluaran reaktor berupa campuran gas dengan temperatur 382,2°C dan tekanan 25,9 atm. Untuk mengurangi beban kerja Kondenser Parsial (E-212) pada tahap selanjutnya, aliran produk gas yang masih bertemperatur 382,2°C terlebih dahulu didinginkan menggunakan Cooler (E-211) hingga mencapai temperatur 332,6 °C dengan memanfaatkan aliran *boiler feed water* yang disuplai dari unit utilitas.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

II.3.3 Tahap Kondensi dan Separasi

Tahap kondensasi bertujuan untuk memisahkan produk utama *Phthalic Anhydride* dari komponen impuritas berfase gas (CO_2 , Ar, dan O_2). Aliran gas yang keluar dari Reaktor (R-210) dengan temperatur 382,2°C dan tekanan 25,9 atm mengalami pendinginan awal pada Cooler (E-211) menggunakan media *boiler feed water* hingga temperatur turun menjadi 332,6 °C. Selanjutnya, campuran gas *Phthalic Anhydride* dialirkan ke dalam Kondenser Parsial (E-212). Pada unit ini sebagian besar *Phthalic Anhydride* mengalami kondensasi dan terpisah dari komponen gas non-kondensabel lainnya (CO_2 , Ar, dan O_2), serta sebagian produk samping seperti *Maleic Anhydride* dan H_2O dalam fase cair yang memiliki titik didih mendekati produk utama. Produk keluaran Kondenser Parsial (E-212) bertemperatur 137°C dengan tekanan 25,5 atm, menghasilkan dua fase berbeda yang kemudian dipisahkan menggunakan Separator (H-310). Aliran atas (top product) dari separator merupakan produk samping berupa senyawa gas non-kondensabel yang masih mengandung sejumlah kecil *Phthalic Anhydride* dan *Maleic Anhydride* dalam fase gas. Aliran bawah (bottom product) merupakan produk utama dalam fase cair yang telah terpisah dari gas impuritas. Produk bawah selanjutnya dialirkan menuju Tangki Penyimpanan Sementara (F-320) untuk distabilkan sebelum memasuki tahap pemurnian. Tangki Penyimpanan Sementara (F-320) berfungsi sebagai unit penstabil *Crude Phthalic Anhydride* dalam fase cair sebelum memasuki proses pemurnian. Dari Tangki Penyimpanan Sementara (F-320), aliran terlebih dahulu dialirkan melalui *Pressure Reduce Valve* pertama (PRV-321) untuk menurunkan tekanan dari 25 atm menjadi 12 atm. Selanjutnya, aliran melewati *Pressure Reduce Valve* kedua (PRV-322) sehingga tekanannya turun menjadi 1 atm. Setelah penurunan tekanan, aliran memasuki tahap pemurnian melalui proses destilasi.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Phthalic Anhydride dari Ortho Xylene dan Oksigen dengan Proses Von Heyden Kapasitas 67.000 Ton/Tahun”

II.3.4 Tahap pemurnian

Tahap pemurnian secara distilasi bertujuan untuk memisahkan Phthalic Anhydride dari pengotor berupa Maleic Anhydride dan air yang masih terkandung dalam aliran crude product hasil tahap kondensasi dan separasi. Aliran Crude Phthalic Anhydride yang keluar dari *Pressure Reduce Valve* pada temperatur 137 °C dan tekanan 1 atm selanjutnya diumpankan ke dalam Kolom Distilasi I (D-330). Pada kolom ini dilakukan pemisahan berdasarkan perbedaan volatilitas masing-masing komponen, sehingga sebagian besar Maleic Anhydride dan air terpisah sebagai produk atas (distilat product), sedangkan sebagian besar Phthalic Anhydride diperoleh sebagai produk bawah (bottom product). Produk atas dari Kolom Distilasi I (D-330) berupa campuran Maleic Anhydride dan air dialirkan menuju Kondensor (E-331) untuk dikondensasikan hingga mencapai temperatur 95°C. Sebagian aliran hasil kondensasi dikembalikan ke kolom sebagai refluks untuk menjaga efisiensi pemisahan, sedangkan sisanya dialirkan menuju tahap pemurnian berikutnya pada Kolom Distilasi II (D-350). Sementara itu, produk bawah dari Kolom Distilasi I (D-330) yang kaya akan Phthalic Anhydride dipanaskan oleh Reboiler (E-355) dan keluar pada temperatur 242 °C dengan kemurnian *Phthalic Anhydride* sebesar 99%. Selanjutnya, *Phthalic Anhydride* cair dipompa menggunakan Pompa (L-344) menuju Cooler (E-336) dengan media cooling water hingga mencapai temperatur 135 °C. Setelah mencapai temperatur yang diinginkan, *Phthalic Anhydride* cair dialirkan menuju Tangki Penyimpanan Produk (F-340) untuk penyimpanan sebelum didistribusikan. Produk atas dari Kolom Distilasi I (D-330) yang masih mengandung Maleic Anhydride dan air selanjutnya diproses lebih lanjut pada Kolom Distilasi II (D-350). Di dalam Kolom Distilasi II (D-350), dilakukan pemisahan antara Maleic Anhydride dan air. Produk atas (*overhead product*) dari kolom ini berupa air yang sebagian dikembalikan sebagai refluks, sedangkan sebagian lainnya dialirkan menuju unit instalasi pengolahan air limbah (WWTP). Sementara itu, produk bawah (bottom product) berupa *Maleic Anhydride* dengan kemurnian lebih dari 80% dialirkan ke cooler (E-356) hingga suhu 60 °C dan ditampung ke dalam Tangki Penyimpanan Maleic Anhydride (F-390) sebagai produk samping yang memiliki nilai ekonomis.
