

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pembangunan industri kimia di Indonesia semakin pesat perkembangannya. Hal ini dibuktikan dengan didirikannya beberapa industri kimia di Indonesia. Salah satu industri kimia yang didirikan di Indonesia adalah benzene, toluene dan xylene (BTX). Menurut Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, BTX merupakan produk hulu dalam industri. Produk-produk hilir seperti *polystyrene*, *polycarbonate*, *alkydresin*, *benzal dehid* dan asam benzoat merupakan hasil olahan dari senyawa BTX.

BTX (Benzene, Toluene dan Xylene) adalah hidrokarbon aromatik yang dihasilkan melalui proses catalytic reforming. BTX merupakan produk petrokimia yang saat ini sedang berkembang dan terus berlanjut. BTX merupakan produk yang memiliki nilai jual tinggi. BTX dijadikan sebagai bahan baku utama seperti industri serat sintetik, plastisizer atau pelembut. Kebutuhan benzene, toluene, xylene (BTX) di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1 dibawah ini

**Tabel 1.1** Jumlah data Impor dan Konsumsi BTX di Indonesia

No	Komoditi	Uraian	2012	2013	2014	2015	2016
1	Benzene	Impor	163183	152794	150091	212959	213241
		Produksi	299147	381321	484193	124790	158146
		Konsumsi	324689	317522	335986	333558	350468
2	Toluene	Produksi	-	-	-	-	-
		Impor	109836	102874	114116	122441	143829
		Konsumsi	109816	102874	114116	109516	135649
3	Xylene	Produksi	518500	726520	700000	272500	496734
		Impor	679216	813048	659739	677285	679216
		Konsumsi	1048906	1116153	792636	922199	1064528

(KEMENPERIN, 2014).

Dibawah ini adalah Tabel 1.2 Data Perkiraan Konsumsi dan Impor BTX pada tahun 2025

**Tabel 1.2** Data Perkiraan Konsumsi dan Impor BTX pada 2025

No	Komoditi	Uraian	2012	2013	2014	2015	2016	$\Sigma\%P$	I	m
1	Benzene	Impor	163183	152794	150091	212959	213241	34%	8%	443.291
		%P Impor	-	-6%	-2%	42%	0,13%			
		Konsumsi	324689	317522	335986	333558	350468	8%	2%	418.423
		%P Konsumsi	-	-2%	6%	-1%	42%			
2	Toluene	Impor	109836	102874	114116	122441	143829	29%	7%	272040,426
		%P Impor	-	-6%	11%	7%	17%			
		Konsumsi	109816	102874	114116	109516	135649	24%	6%	231314
		%P Konsumsi	-	-6%	11%	-4%	24%			
3	Xylene	Impor	679216	813048	659739	677285	679216	4%	1%	739421,04
		%P Impor	-	20%	-19%	3%	0,29%			
		Konsumsi	1048906	1116153	792636	922199	1064528	9%	2%	1306446,7
		%P Konsumsi	-	6%	-29%	16%	15%			
Total Data Perkiraan Impor BTX pada tahun 2025									17%	1.454.752
Total Data Perkiraan Konsumsi BTX pada tahun 2025									10%	1.956.184

Berdasarkan Tabel 1.2, data perkiraan konsumsi dan impor pada tahun 2025, dimana data perkiraan impor BTX pada tahun 2025 adalah sebesar 17% dan perkiraan konsumsi BTX pada tahun 2025 adalah sebesar 10% . Adapun data pada table 1.1 dapat dilihat bahwa produksi BTX tiap tahun tidak mencukupi dari konsumsi yang dibutuhkan di Indonesia. Karena itu pabrik BTX layak didirikan di Indonesia untuk pemenuhan kebutuhan dan mengurangi impor

Nafta digunakan sebagai bahan baku primer pembuatan BTX karena memiliki reaksi yang efisien dan memberikan yield yang tinggi dalam menghasilkan hidrokarbon aromatik pada industri pertokimia (Gary et al, 1984). Produksi nafta di Indonesia dari tahun 2000-2015 relatif mengalami peningkatan seperti yang tertera pada grafik produksi nafta Indonesia yang dihimpun dari data Kementerian ESDM tahun 2016.

Dengan adanya ketersediaan nafta sebagai bahan baku pembuatan BTX, diharapkan bisa dimanfaatkan untuk penambahan dan pengembangan sektor industri di Indonesia dengan mendirikan pabrik BTX di kawasan tertentu, memenuhi kebutuhan dalam negeri dan dapat di ekspor untuk meningkatkan perekonomian negara.

Oleh karena itu, pabrik BTX perlu didirikan dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Dapat menghemat devisa negara, dengan adanya pabrik BTX di dalam negeri maka impor BTX dapat dikurangi.
- Dapat menambah devisa negara dengan mengekspor sebagian hasil produksi BTX ke luar negeri.
- Membuka lapangan pekerjaan baru pada penduduk disekitar wilayah industri yang akan didirikan.
- Dapat memicu berdirinya pabrik-pabrik baru
- Bahan baku naphta yang selalu tersedia dan harga produk yang lebih tinggi dari pada harga bahan baku dapat memberikan keuntungan secara ekonomi. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.3.

**Tabel 1.3** Harga Bahan Baku dan Produk

Material	Harga (USD/kg)
<b>Bahan Baku</b>	
Naphta	0.5
<b>Nama Produk</b>	
Benzene	10.4
Toluene	4.62
Xylene	2.3

## 1.2 Kapasitas Rancangan

Penentuan kapasitas produksi perancangan pabrik BTX berdasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

## 1. Kapasitas pabrik yang sudah ada

Daftar pabrik BTX yang sudah ada dapat dilihat pada Tabel dibawah ini

**Tabel 1.4** Negara-negara Pengimpor Benzene

No.	Negara	2012	2013	2014	2015	2016	Rata-rata (Ton)
1	Argentina	49,542	37370	22953	7603	6062	24706
2	Belgia	764,812	1211508	783385	398379	597783	751173
3	Canada	88,308	128096	103860	80883	77283	95686
4	China	439,373	886513	598476	1205469	1549220	935810
5	Czech Rep	87,791	91233	102178	94184	90362	93150
6	Egypt	3,567	2005	-	9	55	1127
7	Finland	47,188	46439	47813	37153	34864	42691
8	France	200,233	258647	141265	156296	206862	192661
9	Germany	450,940	474835	377368	514391	-	363507
10	Indonesia	212,959	213241	162021	179786	216515	196904
11	Italy	197,249	162335	287673	258908	219374	225108
12	Spain	226,934	195615	391548	405459	357334	315378
13	Saudi Arabia	589,176	442189	525088	536753	-	418641
14	Usa	1,325,022	1441348	1739720	1067980	1846450	1484104
15	Malaysia	111,906	123465	148789	90822	83697	111736
16	Netherland	559,702	551461	649890	719864	755636	647311

Sumber: ([http://data.un.org/Data.aspx?d=ComTrade&f=\\_IIcode%3A32](http://data.un.org/Data.aspx?d=ComTrade&f=_IIcode%3A32))

**Tabel 1.5** Negara-negara Pengimpor Toluene

No.	Negara	2012	2013	2014	2015	2016	Rata-rata (Ton)
1	Australia	22751	10056	12611	14122	13596	14627
2	Belgium	44063	66012	89124	123600	153402	95240
3	Canada	72887	73038	68538	66302	37661	63685

4	China	659648	812007	932927	750105	763934	783724
5	Estonia	28225	28182	33241	31406	0	24211
6	Japan	56496	23670	4329	3996	7635	19225
7	Malaysia	25451	20898	27464	31766	40872	29290
8	Mexico	66827	17908	18858	45971	57180	41349
9	Netherland	245419	228083	243679	235154	258177	242102
10	Poland	27390	16403	17479	19878	17621	19754
11	Rep. Korea	89812	108278	467586	697675	525757	377822
12	Songapore	20769	21188	8756	40665	41145	26505
13	Switzerland	30524	31992	24019	24388	26793	27543
14	Turkey	80519	80519	71180	74654	76116	76598
15	Uni Arab Emirates	30769	39791	18847	7102	11088	21519
16	USA	179405	359988	280685	185545	285806	258286

Sumber: ([http://data.un.org/Data.aspx?d=ComTrade&f=\\_IICode%3A32](http://data.un.org/Data.aspx?d=ComTrade&f=_IICode%3A32))

**Tabel 1.6.** Negara-negara Pengimpor Xylene

No.	Negara	2012	2013	2014	2015	2016	Rata-rata (Ton)
1	Belgium	311638	401719	336653	314400	263149	325512
2	Canada	123469	122410	122753	101296	167338	127453
3	Cina	18498	30881	8842	6204	155	12916
4	Costa Rica	2926	2916	3236	3472	3531	3216
5	Czech Rep	2179	2742	1539	347	485	1458
6	France	4021	9529	5783	5783	5783	6180
7	Germany	6164	13808	7775	7389	8804	8788
8	Guatemala	1113	1417	1708	2212	1549	1600
9	Indonesia	33137	44472	46691	39320	9411	34606
10	Malaysia	2301	6535	7243	15355	10754	8437
11	Mexico	3959	1897	893	1917	2431	2219

12	Netherland	103372	16433	75223	17271	36631	49786
13	South Africa	16963	19912	12796	21732	15671	17415
14	Turkey	38312	26289	124	83	78	12977
15	Uni Arab Emirates	103110	134145	134657	26771	16344	83005

Sumber: ([http://data.un.org/Data.aspx?d=ComTrade&f=\\_H1Code%3A32](http://data.un.org/Data.aspx?d=ComTrade&f=_H1Code%3A32))

## 2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku utama pembuatan BTX adalah naphta dari hasil Crude Distillation Unit (CDU) Pengolahan Minyak II Dumai dengan kapasitas 70 m<sup>3</sup>/jam.

## 3. Kapasitas Pabrik

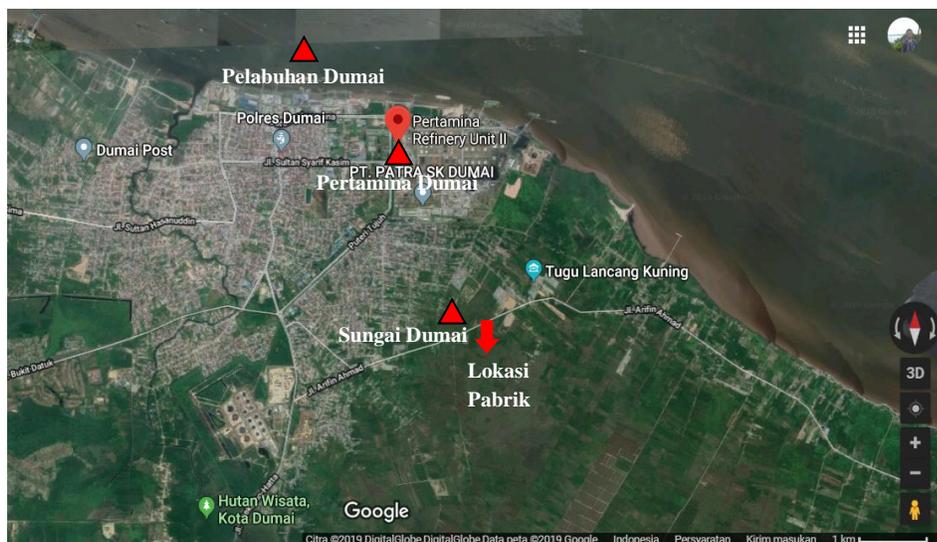
Pabrik BTX berbahan baku naphta merupakan pabrik yang belum didirikan di Indonesia sehingga kapasitas produksi pabrik dibuat berdasarkan ketersediaan bahan baku. Berdasarkan ketersediaan bahan baku yang merujuk pada banyaknya Naphta yang dihasilkan, maka pabrik BTX dapat didirikan pada daerah tersebut. Total ketersediaan bahan baku BTX sebesar 37.000 ton/tahun yang diperoleh dari hasil Crude Distillation Unit (CDU) Pengolahan Minyak II Dumai. Kapasitas bahan baku diambil 10 % dari total naphta yang tersedia di PT. PERTAMINA yaitu kapasitas bahan baku =  $\frac{10}{100} \times 370.000 \text{ ton/tahun} = 37.000 \text{ ton/tahun}$ . Sehingga diperoleh kapasitas bahan baku dari pabrik ini yaitu **37.000 ton/tahun**.

## 1.3 Lokasi Pabrik

Penentuan letak pabrik sangat mempengaruhi kegiatan industri baik menyangkut produksi maupun distribusi produk. Oleh karena itu pemilihan lokasi harus memberikan perhitungan biaya produksi yang minimum. Pemilihan ini bisa dilakukan dengan menggunakan analisis SWOT (*Strength, weakness, Opportunities, Threat*). Data analisis SWOT dapat dilihat pada masing tabel dibawah ini.

### 1.3.1 Lokasi Pabrik I (Tj. Palas, Dumai Timur, Kota Dumai, Riau)

Kilang Pertamina UP II Dumai terletak di propinsi Riau yang merupakan bagian dari Kota madya Dumai dengan luas kira-kira 270 Km. Gambar lokasi Kilang Pertamina UP II Dumai dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



**Gambar 1.1** Tj. Palas, Dumai Timur, Kota Dumai, Riau

(Sumber : maps.google.com)

Analisa SWOT lokasi Tj. Palas, Dumai Timur, Kota Dumai, Riau dapat dilihat pada tabel 1.7

**Tabel 1.7** Analisa SWOT daerah Tj. Palas, Dumai Timur, Kota Dumai, Riau

Alternatif Lokasi Pabrik	Variabel	Internal		Eksternal	
		<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>	<i>Opportunities</i>	<i>Threat</i>
		(Kekuatan)	(Kelemahan)	(Peluang)	(Tantangan)
Lokasi 1 (Tj. Palas, Dumai Timur, Kota Dumai, Riau)	• Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dekat dengan penyedia bahan baku :                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Naphta yang didapat dari PT. Pertamina <i>Refinery Unit II</i> Dumai</li> <li>Bahan baku hydrogen didapat dari PT. Pertamina</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak pabrik dari pemasok bahan Naphta cukup jauh, sekitar 36 km.</li> <li>Pengambilan bahan baku Naphta yang masih berasal dari kilang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan baku Naphta yang melimpah dan dekat dengan pabrik sehingga transportasi bahan baku tidak terlalu sulit</li> <li>Dapat bekerja sama dengan PT Pertamina Refinery Unit II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bekerja sama dengan pihak ketiga</li> </ul>
	• Pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transportasi pemasaran melalui darat, udara, dan laut.                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Transportasi melalui laut lebih mudah serta jarak dari dermaga C Pelindo Dumai hanya berjarak 6 km</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pemasaran setempat – tempat tertentu melalui jalur udara cukup sulit. Dikarenakan rute bandara udara Pinang Kampai terbatas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diutamakan untuk industri konstruksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peningkatan pemasaran untuk ekspor maupun dalam negeri</li> </ul>
	• Utilitas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terdapat sungai (Sungai Dumai)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debit air sungai yang fluktuatif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan alternatif lain seperti manambah <i>in-take</i> air sungai pada sungai rokan yang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potensi tercemarnya air sungai disekitar.</li> </ul>

Alternatif Lokasi Pabrik	Variabel	Internal		Eksternal	
		<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>	<i>Opportunities</i>	<i>Threat</i>
		(Kekuatan)	(Kelemahan)	(Peluang)	(Tantangan)
				berjarak 4 km dari pabrik <ul style="list-style-type: none"> <li>Listrik dapat diperoleh dengan menggunakan tenaga turbin</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tenaga Kerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan dari provinsi sekitar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ketersediaan tenaga kerja dalam negeri yang sedikit, dikarenakan telah banyak terbagi ke pabrik lainnya yang ada di kota Dumai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perusahaan yang lebih mapan bisa menawarkan gaji yang lebih tinggi.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kondisi Daerah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tempat bangun pabrik tersedia luas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rawan bencana seperti kebakaran hutan dan lain-lain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jauh dari keramaian kota</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Persaingan dengan pabrik yang lain</li> </ul>

### 1.3.2 Lokasi Pabrik II (Kecamatan Medang,Kampai, tepatnya di kawasan Industri Pelintung, Dumai, Provinsi Riau)



**Gambar 1.2** Kec. Medang, Kampai, Kota Dumai, Riau

(Sumber : maps.google.com)

Analisa SWOT lokasi Kec. Medang, Kota Dumai, Riau dapat dilihat pada tabel 1.7

**Tabel 1.8** Analisa SWOT daerah Kec. Medang, Kota Dumai, Riau

Alternatif Lokasi Pabrik	Variabel	Internal		Eksternal	
		<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>	<i>Opportunities</i>	<i>Threat</i>
		(Kekuatan)	(Kelemahan)	(Peluang)	(Tantangan)
Kec. Medang, Kota Dumai, Riau	• Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dekat dengan penyedia bahan baku :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>c. Naphta yang didapat dari PT. Pertamina <i>Refinery Unit II</i> Dumai</li> <li>d. Bahan baku hydrogen didapat dari PT. Pertamina</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengambilan bahan baku Naphta yang masih berasal dari kilang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan baku Naphta yang melimpah dan dekat dengan pabrik sehingga pentransportasian bahan baku tidak terlalu sulit</li> <li>Dapat bekerja sama dengan PT Pertamina Refinery Unit II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bekerja sama dengan pihak ketiga</li> </ul>
	• Pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transportasi pemasaran melalui darat, udara, dan laut.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>b. Transportasi melalui laut lebih mudah serta jarak dari dermaga C Pelindo Dumai hanya berjarak 6 km</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pemasaran ketempat – tempat tertentu melalui jalur udara cukup sulit. Dikarenakan rute bandara udara Pinang Kampai terbatas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diutamakan untuk industri konstruksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peningkatan pemasaran untuk ekspor maupun dalam negeri</li> </ul>
	• Utilitas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terdapat sungai (Sungai Dumai)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debit air sungai yang fluktuatif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan alternatif lain seperti manambah <i>in-take</i> air sungai pada sungai rokan yang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potensi tercemarnya air sungai disekitar.</li> </ul>

Alternatif Lokasi Pabrik	Variabel	Internal		Eksternal	
		<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>	<i>Opportunities</i>	<i>Threat</i>
		(Kekuatan)	(Kelemahan)	(Peluang)	(Tantangan)
				berjarak 4 km dari pabrik <ul style="list-style-type: none"> <li>Listrik dapat diperoleh dengan menggunakan tenaga turbin</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tenaga Kerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan dari provinsi sekitar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ketersediaan tenaga kerja dalam negeri yang sedikit, dikarenakan telah banyak terbagi ke pabrik lainnya yang ada di kota Dumai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perusahaan yang lebih mapan bisa menawarkan gaji yang lebih tinggi.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kondisi Daerah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tempat bangun pabrik tersedia luas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rawan bencana seperti kebakaran hutan dan lain-lain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jauh dari keramaian kota</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Persaingan dengan pabrik yang lain</li> </ul>

### **1.3.3 Pemilihan Lokasi Pabrik**

Dari dua data lokasi alternatif yang telah di jelaskan kelebihan dan kelemahannya masing – masing melalui analisa SWOT, maka di putuskan bahwa untuk pendirian pabrik Benzene, Toluene, Xylene dari naphta ini akan didirikan Tj. Palas, Dumai Timur, Kota Dumai, Riau. Hal ini mengacu pada hasil analisa SWOT yang mendukung di lokasi tersebut.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

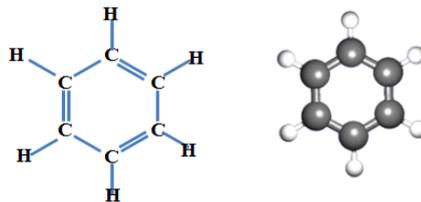
### 2.1 Tinjauan Umum

#### 2.1.1 BTX (Benzene, Toluene, Xilene)

BTX adalah suatu campuran fraksi aromatis yang biasa digunakan dalam industri petrokimia yaitu fraksi benzen, toluen, dan xilen demikian pula etilbenzen. Aromatis merupakan hidrokarbon-hidrokarbon yang mengandung cincin benzen yang bersifat stabil dan dalam keadaan jenuh. BTX diproduksi dengan cara *catalytic reforming*, dimana *yield* akan meningkat seiring meningkatnya *reforming severity* (Khalid *et al.*, 2010).

##### 2.1.1.1 Benzene

Benzena merupakan senyawa kimia organik yang berupa cairan tidak berwarna dan mudah terbakar. Rumus kimia benzena adalah  $C_6H_6$ . Senyawa ini terdiri dari 6 atom karbon yang berikatan membentuk cincin (heksagon), dimana 1 atom hidrogen berikatan pada setiap 1 atom karbon. Berikut ini adalah gambar struktur dari benzena :



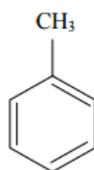
**Gambar 2.1** Struktur molekul benzena

Benzena merupakan salah satu bahan petrokimia yang paling dasar serta pelarut yang penting di dalam dunia industri. Benzena memiliki bilangan oktan yang tinggi, sehingga juga merupakan salah satu campuran yang penting pada bensin. Benzena adalah bahan dasar dalam industri plastik, obat-obatan, karet buatan, bensin, dan pewarna. Disamping itu, benzena adalah kandungan alami dalam minyak bumi, akan tetapi biasanya diperoleh dari senyawa lain yang terdapat di dalam minyak bumi.

Benzen dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan produk akhir maupun bahan intermediat. Hampir semua senyawa turunan benzene dikonversi menjadi bahan kimia lainnya dan polimer. Misalnya, hidrogenasi benzene menghasilkan sikloheksana. Oksidasi sikloheksana menghasilkan sikloheksanon, yang digunakan untuk membuat kaprolaktam untuk pembuatan nilon. Stabilisasi resonansi dari cincin benzene, mengakibatkan benzene tidak mudah dipolimerisasi. Namun, produk yang berasal dari benzene seperti stirena, fenol, dan anhidrida maleat dapat dipolimerisasi menjadi produk komersial karena adanya gugus fungsional yang reaktif (Matar and Hatch, 1994).

### 2.1.1.2 Toluene

Toluen adalah senyawa benzene yang mana atom hydrogen digantikan oleh gugus metil. Toluen memiliki tiga bentuk berbeda dari segi rotasinya yang menyebabkan mereka memiliki sifat yang berbeda. Struktur molekul dari toluene ditunjukkan pada gambar 2.2.



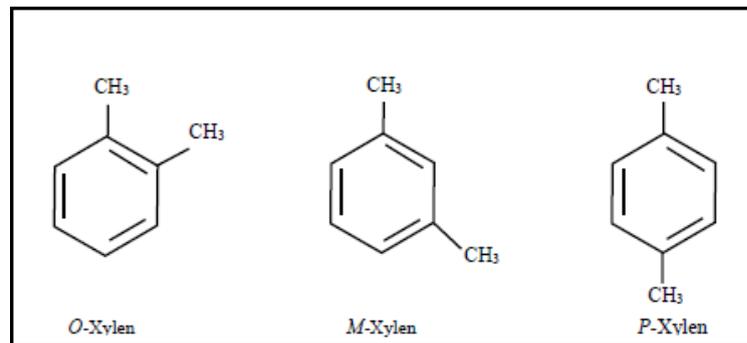
**Gambar 2.2** Struktur Molekul Toluen (Burdick and Leffler, 2001).

Toluena (metilbenzene) memiliki kemiripan dengan benzene sebagai *aromatic mononuclear*, tetapi lebih aktif karena adanya donor electron dari gugus metil. Sebagian besar toluene dikonversi menjadi benzene melalui proses dealkilasi atau disproporsionasi untuk keperluan bahan baku kimia. Sisanya digunakan untuk menghasilkan sejumlah bahan petrokimia. Reaksi utama yang berkaitan dengan penggunaan bahan kimia toluene adalah oksidasi substituent metil dan hidrogenasi gugus fenil. Substitusi elektrofilik hanya sebatas proses nitrasi toluene untuk memproduksi mononitrotoluen dan dinitrotoluenes. Senyawa ini merupakan bahan intermediate sintesis yang penting. Penggunaan utama dari

toluene adalah sebagai campuran yang ditambahkan ke bensin untuk meningkatkan nilai oktan. Toluene juga digunakan untuk memproduksi benzene dan sebagai pelarut dalam cat, pelapis, pengharum sintesis, lem, tinta dan agen-agen pembersih. Toluene juga digunakan dalam produksi polimer yang digunakan untuk membuat nilon, botol soda plastik dan poliuretan serta untuk obat-obatan, pewarna, produk kosmetik kuku (Matar and Hatch, 1994).

### 2.1.1.3 Xylene

Xylen adalah cincin benzene dimana dua atom hidrogennya digantikan oleh dua gugus metil. Xylen,  $C_6H_4(CH_3)_2$  memiliki tiga isomer. Penggantian dari dua atom hidrogen ini memiliki tiga pola yaitu ortho-, meta-, para-. Ketiga pola tersebut bisa dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



**Gambar 2.3** Struktur Molekul Xylen (Burdick and Leffler, 2001).

Isomer-isomer tersebut adalah ortho-xylen, meta-xylen, dan para-xylen. Setiap isomer tersebut memiliki sifat yang khas. Dari tiap isomer memiliki titik beku yang berbeda, dimana xilen akan berubah dari fasa liquid menjadi Kristall, lalu titik didih, dimana xilen akan berubah dari fasa liquid menjadi uap. Campuran dari ketiga isomer xilen ini biasa diperdagngkan sebagai komoditas. Xilene dapat digunakan sebagai bahan kimia dasar di industry. Xilen dapat teroksidasi dimana gugus metil berubah menjadi gugus karboksilat. Orto- xilen akan membentuk terephthalic acid. Terephthalic acid merupakan salah satu bahan dalam pembuatan polyesters. Terephthalic acid dapat bereaksi dengan ethylene glycol

membentuk ester polyethylene terephthalate (PET). Bahan PET merupakan bahan plastic yang digunakan sebagai wadah makanan. Perkiraan penggunaan xilen diseluruh dunia mencapai 30 juta ton pertahun.

### 2.1.2 Bahan Baku Pembuatan BTX

Bahan baku untuk pembuatan BTX adalah sebagai berikut

#### a. Naphta

*Naphta* adalah produk hidrokarbon cair yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi yang mempunyai sifat mudah menguap dan sangat mudah terbakar. Naphta terdiri dari C5-C8 dan mendidih pada range 100-300 0F. *Naphta* digunakan sebagai komponen pembuatan Mogas (*Motor Gasoline*), bahan pelarut (*solvent*), dan sebagai bahan baku industri petrokimia. *Naphta* dihasilkan dari proses distilasi minyak bumi dan hasil konversi (*Reforming dan Cracking*) produk minyak bumi lainnya. Terdapat beberapa jenis produk *naphta* yang dibedakan berdasarkan *density (specific gravity)* dan hasil analisis PONA (Parafin, Olefin, Naphtene, dan Aromatic).

*Naphta* diproduksi dari distilasi atmosferik dan dari beberapa unit pengolahan *secondary* di kilang.

*Naphta* diproduksi dari beberapa unit :

#### a. Crude Distillation Unit (CDU)

Produksi *naphta* di kilang terdiri dari dua proses yaitu produksi dari CDU dan refraksionasi pematangan *naphta* untuk menghilangkan komponen yang lebih ringan dan berat.

b. Unit pengolahan secondary (distilat *hydrocrackers*, *Delayed Coker Unit* dan *Resid Hydrocrackers*).

Dibandingkan dengan *straight run naphta*, *hydrocraker naphta* memiliki parafin yang sedikit dan kandungan naphten yang lebih tinggi. *Naphta* yang dihasilkan dari *coker* atau *resid hydrocracker* biasanya memiliki kandungan

nitrogen, sulfur dan olefin yang tinggi dan memerlukan *hydrotreating* sebelum *blending* ke kolam *naphtha*.

Umpan *naphtha* yang digunakan pada perancangan unit *hydrotreating* ini adalah *heavy naphtha* dan *coker naphtha*. Karakteristik *heavy naphtha* dan *coker naphtha* dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

**Tabel 2.1** Karakteristik *Heavy Naphtha* dari *Hydrocracker*

Property	Units	C <sub>5</sub> -180°F	180-320°F
Gravity	°API	79	52.5
Density	g/mL	0.672	0.769
Aniline point	°F		107
Distillation	°F		
IBP		110	215
10%		115	225.0
30%		125	245.0
50%		135	260.0
70%		150	270
90%		170	295
EP		195	325
PONA	Vol %		
Paraffins		74	27
Naphthenes		22	58
Aromatics		4	15
Sulfur	ppm	<10	<10
Octane number	Clear, F-1	77	61

**Tabel 2.2.** Karakteristik *Coker Naphtha*

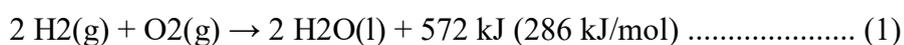
Property	Units	Value
Gravity	°API	82.1
Density, 60/60°F	kg/L	0.662
Distillation		
IBP		
10 vol %	°F	118
50 vol %	°F	126
90 vol %	°F	147
RON clear		81.8
PONA		
Paraffins	Vol %	36
Olefins	Vol %	56
Naphthenes	Vol %	0
Aromatica	Vol %	8.0
Bromine number		70.0
Nitrogen content	ppm	100.0
Sulfur	Wt %	0.10
Reid vapor pressure	kPa @ 100°F	91

b. Hydrogen

Hidrogen adalah unsur kimia pada tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non-logam, bervalensi tunggal, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar. Hidrogen adalah unsur paling melimpah dengan persentase kira-kira 75% dari total massa unsur alam semesta. Senyawa hidrogen relatif langka dan jarang dijumpai secara alami di bumi, dan biasanya dihasilkan secara industri dari berbagai senyawa hidrokarbon seperti metana. Unsur ini ditemukan dalam kelimpahan yang besar di bintang-bintang dan planet-planet gas raksasa. Di seluruh alam semesta ini, hidrogen kebanyakan ditemukan dalam keadaan atomik dan plasma yang sifatnya berbeda dengan molekul hidrogen. Sebagai plasma, elektron hidrogen dan proton terikat bersama, dan menghasilkan konduktivitas elektrik yang sangat tinggi dan daya pancar yang tinggi (menghasilkan cahaya dari matahari dan bintang lain).

Hidrogen juga adalah unsur paling melimpah dengan persentase kira-kira 75% dari total massa unsur alam semesta. Kebanyakan bintang dibentuk oleh hidrogen dalam keadaan plasma. Senyawa hidrogen relatif langka dan jarang dijumpai secara alami di bumi, dan biasanya dihasilkan secara industri dari berbagai senyawa hidrokarbon seperti metana. Hidrogen juga dapat dihasilkan dari air melalui proses elektrolisis. Hidrogen atau H<sub>2</sub> mempunyai kandungan energi per satuan berat tertinggi, dibandingkan dengan bahan bakar manapun. Gas hidrogen sangat mudah terbakar dan akan terbakar pada konsentrasi rendah 4% H<sub>2</sub> di udara bebas. Entalpi pembakaran hidrogen adalah -286 kJ/mol.

Hidrogen terbakar menurut persamaan kimia:



Ketika dicampur dengan oksigen dalam berbagai perbandingan, hidrogen meledak seketika disulut dengan api dan akan meledak sendiri pada temperatur 560 °C. Lidah api hasil pembakaran hidrogen-oksigen murni memancarkan gelombang ultraviolet dan hampir tidak terlihat dengan mata telanjang. Oleh

karena itu, sangatlah sulit mendeteksi terjadinya kebocoran hidrogen secara visual.

➤ Karakteristik Gas Hidrogen

Hidrogen adalah gas ringan (lebih ringan dari udara), tidak berwarna dan tidak berbau. Jika terbakar tidak menunjukkan adanya nyala dan akan menghasilkan panas yang sangat tinggi .

**Tabel 2.3** Karakteristik Gas Hidrogen

Parameter	Keterangan
Titik lebur	-259,14 <sup>0</sup> C
Titik didih	-252,87 <sup>0</sup> C
Warna	tidak berwarna
Bau	tidak berbau
Densitas	0,08988 g/cm <sup>3</sup> pada 293 K
Kapasitas panas	14,304 J/g <sup>0</sup> K

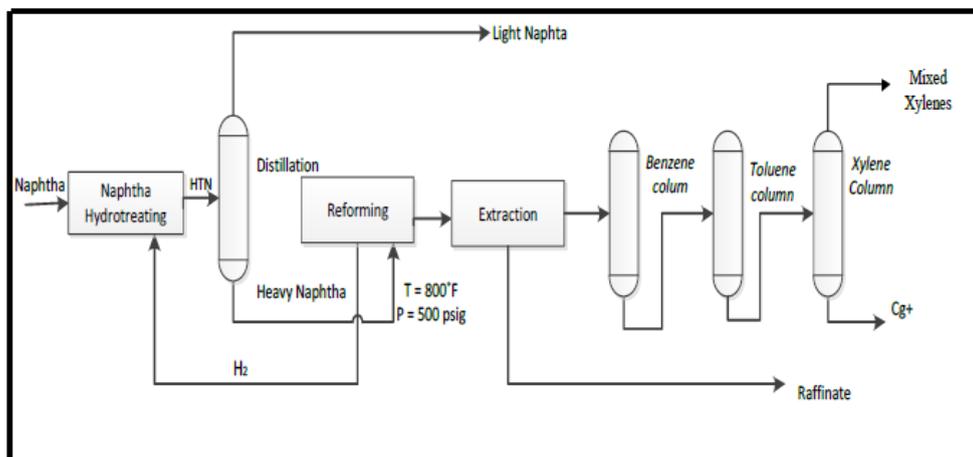
(Sumber; <http://id.wikipedia.org/wiki/Hidrogen>, 2013)

## 2.2. Tinjauan Proses

Untuk memproduksi BTX secara umum dibagi menjadi 3 metode dalam proses pembuatannya.

### 2.2.1 Catalytic Reforming

Catalytic Reforming merupakan proses utama dalam produksi BTX, yang mengubah nafta oktan rendah menjadi gasoline dengan nilai oktan yang tinggi serta menghasilkan banyak hidrokarbon aromatis pada BTX. Reaksi utama pada proses ini yaitu dehidrogenasi naftalen menjadi aromatis.



**Gambar 2.4** Blok Diagram Pengolahan Nafta menjadi BTX pada Unit Reformasi Katalitik ( Bonacci *et al.*, 1975)

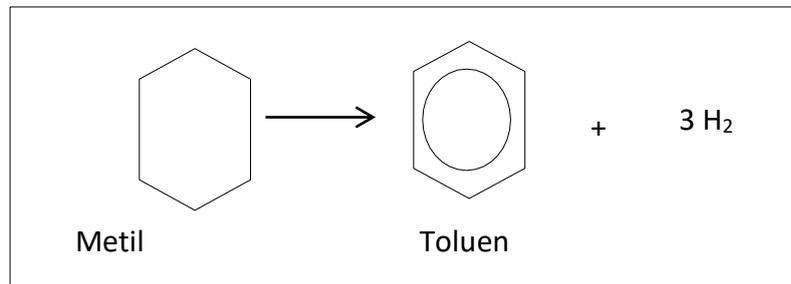
Umpan dari proses *Catalytic Reforming* berupa *Straight Run Naphta*, *thermally cracked naphta*, *catalitically cracked naphta*, *hydrocrackate*, maupun campurannya. Pada tahap awal, nafta akan mengalami proses desulfurasi yaitu untuk menurunkan kandungan sulfur pada umpan. Pengurangan sulfur berguna untuk menghindari terjadinya keracunan katalis pada unit reformasi katalitik. Kemudian pada langkah kedua yaitu proses reformasi katalitik, dimana *low-sulfur naphta* akan mengalami proses *reformed* dengan bantuan katalis. Dimana pada proses *reformed* ini rantai hidrokarbon lurus menjadi cincin benzen sehingga terbentuk senyawa aromatik. Selanjutnya adalah proses distilasi, pada unit ini

umpan akan terfraksi menjadi benzen, toluen, dan xilen (BTX). Reforming hidrokarbon merupakan suatu metode yang digunakan untuk menaikkan nilai oktan dan konsentrasi aromatik pada fraksi hidrokarbon tersebut, katalis yang digunakan platinum, suhu yang digunakan berkisar antara 700-1050 °F dengan tekanan berkisar antara 25-1.000 psig (Vorhis *et al.*, 1980).

Reaksi Kimia secara umum pada Heavy Nafta, yaitu :

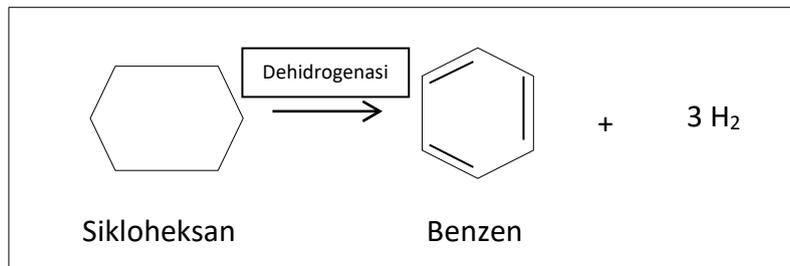
### 1. Dehidrogenasi

Dehidrogenasi naftena menjadi aromatik dibantu oleh hanya ini inti aktif logam



katalis saja, yaitu:

**Gambar 2.5** Reaksi Dehidrogenasi menghasilkan Toluen (Jones and Pujado., 2006)

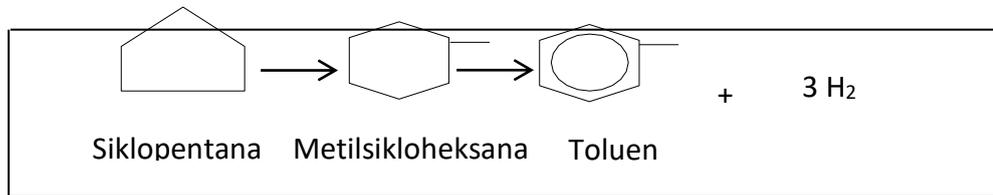


**Gambar 2.6** Reaksi Dehidrogenasi menghasilkan Benzen (Jones and Pujado., 2006)

Reaksi ini adalah endotermik yang berjalan cepat pada suhu tinggi dan tekanan rendah. Selain itu ada tiga reaksi utama lain dan reaksi samping yang terjadi dengan bantuan kedua jenis inti aktif katalis yaitu: inti aktif logam (M) dan inti aktif asam (A). Mekanisme reaksi tersebut melalui pembentukan senyawa antara ion karbonium yang dihasilkan dari reaksi hidrokarbon tak jenuh yaitu masing-masing dari dehidrogenasi molekul paraffin dan naftena umpan nafta, dan

proton ( $H^+$ ) dari inti aktif asam.

## 2. Isomerisasi

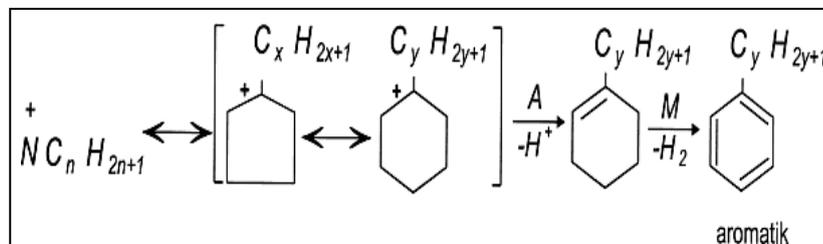


**Gambar 2.7** Reaksi Isomerisasi (Jones and Pujado., 2006)

Gambar 2.7 merupakan reaksi isomerisasi ion karbonium alkyl-sikloamil menjadi ion-alkil sikloheksil yang akan menjadi produk aromatic setelah pelepasan proton dan dehidrogenasi. Reaksi ini bersifat endotermik dan berjalan cepat pada temperatur tinggi dan tekanan rendah.

## 3. Dehidrosiklasi

Siklisasi ion karbonium alkil akan menghasilkan ion alkil-sikloheksil yang kemudian menjadi produk aromatic setelah pelepasan proton dan reaksi ini bersifat eksotermik dan berjalan baik pada temperatur dan tekanan tinggi. Dehidrosiklasi dapat dilihat pada Gambar 2.8 yaitu:



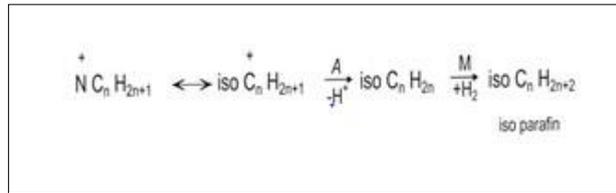
**Gambar 2.8** Reaksi Dehidrosiklisasi (Nasution *et al.*, 2011)

### a. *Hydrocracking* Parafin

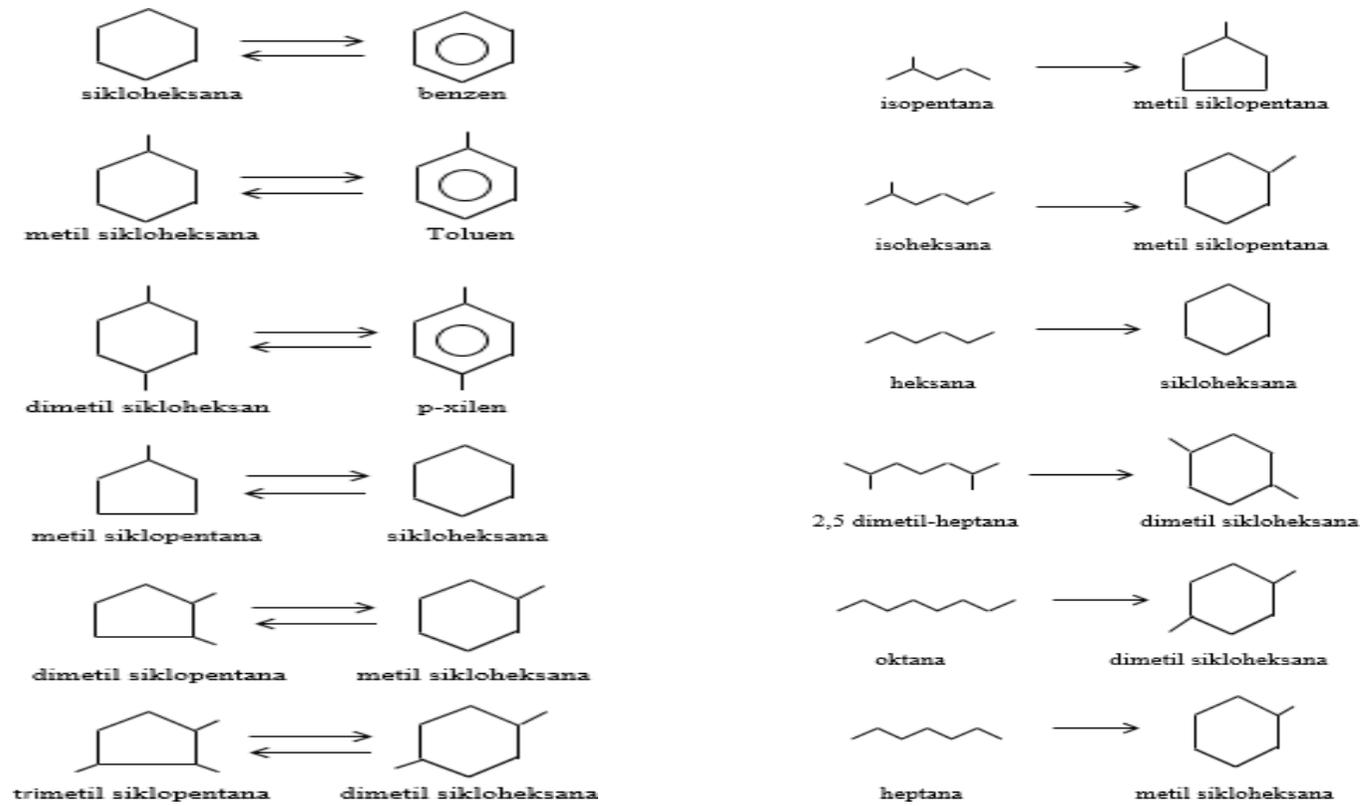
Reaksi parafin dengan katalis asam lainnya yaitu cracking menjadi produk yang lebih ringan. Nilai oktan meningkat melalui penghilangan spesies parafin yang bernilai oktan rendah dari produk liquid dengan mengkonversi menjadi gas, parafin dengan berat molekul yang lebih rendah.

b. Dehidroisomerasi Parafin

Ion karbonium normal alkil berisomerasi menjadi ion iso-alkil yang akan menjadi produk iso-parafin setelah pelepasan proton dan hidrogenasi, reaksinya adalah sebagai berikut :



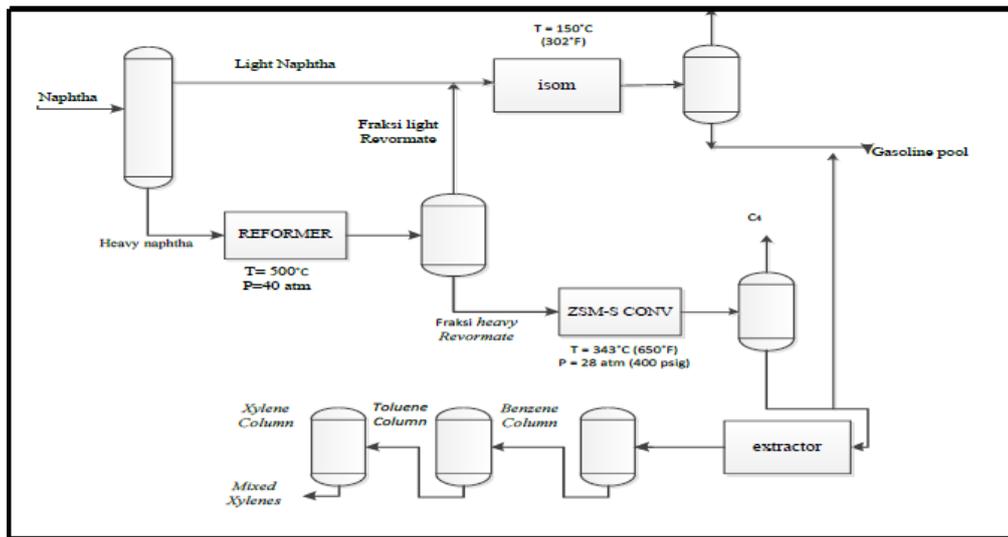
**Gambar 2.9** Dehidrogenasi Parafin ( Nasution et.al, 2011)



Gambar 2.10 Reaksi Reforming

c. *Steam Cracking*

Proses steam cracking adalah proses untuk meningkatkan nilai guna dari nafta. Umpan nafta dapat terdiri dari *light naphtha*, *heavy naphtha* ataupun kombinasi dari keduanya. Proses *steam cracking* merupakan proses yang paling penting dalam industri petrokimia yang bertujuan untuk memaksimalkan produksi. 3Proses *cracking* dapat dipecah menjadi tiga bagian diantaranya pirolisis, fraksinasi primer dan fraksinasi produk (Mall, 2010). *Steam cracked naphtha* memiliki angka bromine 80-140 dan angka diene 15-30 sedangkan temperatur operasinya berada pada *range* temperatur 400°F-800°F ( Eng. J *et al.*, 1964).



**Gambar 2.11** Blok Diagram Proses *Steam Cracking* (Vasant *et al.*, 2008).

Umpan nafta akan masuk kedalam *hidrotreater*, hal ini berguna untuk menghilangkan *impurities*. Lalu, nafta akan mengalami proses *cracking* lalu, produk dari proses *cracking* didestilasi untuk menghasilkan BTX (Vasant *et al.*, 2008).

d. *Combination*

*Proses for Pruducting LPG and Aromatic Rich Material from Naphta*  
Pada proses ini produk reformat dari hasil *catalytic cracking* khususnya C5<sup>+</sup> diproses lagi untuk menghasilkan produk yang signifikan yaitu LPG dan BTX.



Setelah meninjau beberapa proses yang telah ada didapatkan perbandingan antar proses yang dapat dilihat pada tabel 2.4

**Tabel 2.4** Perbandingan antar proses

Jenis Proses	Kondisi operasi		
	T	Konversi dan Selektivitas	Proses pendukung
Catalytic Reforming	371- 565	98% dan 52%	Destilasi
Steam Creaking	545	60%	Destilasi
Combination Proses for Producting LPG and Aromatic Rich Material From Naphta	287	-	Destilasi

Setelah mempelajari dan membandingkan ketiga proses diatas maka diperlukan untuk menggunakan proses catalytic reforming sebagai acuan dalam merancang pabrik pembuatan benzene, toluene, xylene (BTX) alasan pemilihan tersebut berdasarkan konversi reaksi yang terjadi 98%. Disamping itu waktu tinggal yang digunakan lebih sedikit.

### 2.3 Sifat Fisika dan Kimia

Karakteristik suatu zat akan menentukan bagaimana cara memanfaatkan zat tersebut. Dalam hal ini sifat-sifat suatu zat dapat dibagi menjadi sifat-sifat fisika dan kimia. Berikut ini sifat fisika dan kimia untuk produksi BTX dari Naphta

### 2.3.1 Bahan Baku dan Produk

**Tabel. 2.5** Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku serta Produk

Komponen	Rumus Molekul	Berat Molekul (g/mol)	Wujud	Tekanan Uap 25°C	Titik Didih °C	Densitas g/cm <sup>3</sup>
<b>Sifat Fisika</b>						
Naphten dan Parafin						
Methyl Cyclo Hexan	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>	112	Cair	34.71	101	0.776
Cyclo Hexan	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	84	Cair	40.75	80	0.773
Dimethyl Cyclo Hexan	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	112	Cair	34.71	110	0.734
Dimethyl Cyclo Pentan	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	98	Cair	33.69	49	0.787
Pentan	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72	Cair	33.69	36	0.621
Hexan	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86	Cair	30.12	69	0.656
Heptan	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	100	Cair	27.36	98	0.682
Octan	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	114	Cair	24.86	143	0.699
<b>Sifat Kimia</b>						
Tidak dapat larut pada air dingin dan air panas, mudah terbakar						
Produk						
Benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78	Cair	48.98	80	0.876
Toluen	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	82	Cair	41.09	110	0.867
Xylen	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	106	Cair	35.11	139	0.8669
<b>Sifat Kimia</b>						
Mudah menguap, mudah terbakar						
Bahan Pendukung						
Hydrogen	H <sub>2</sub>	2	Gas	12.97	-259	0.08988
Nitrogen	N <sub>2</sub>	28	Gas	33.93	-195	1.153
<b>Sifat Kimia</b>						
Mudah menguap, mudah terbakar						

### 2.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

### 2.3.1 Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan oleh pabrik yang akan didirikan adalah nafta. Adapun spesifikasi nafta yang digunakan adalah sebagai berikut.

**Tabel 2.6.** Spesifikasi Bahan Baku

Parameter	Light Naphtha	Heavy Naphtha
Range The Boiling Point (°F)	C5-200	200-340
Yield vol (%)	0.48	3.2
Gravity °API	70.7	51.1
Sulfur wt (%)	0.007	0.009
Paraffin vol (%)	66.1	31
Naphtha vol (%)	33.5	62
Aromatic vol (%)	0.4	7

(Sumber: Oil & Gas Journal Data Book, 2008)

### 2.3.2 Spesifikasi Produk

Pabrik yang akan didirikan menghasilkan produk berupa benzene, toluene, xilen (BTX). Spesifikasi produk yang diinginkan dapat dilihat pada Tabel 2.6, Tabel 2.7, dan Tabel 2.8.

#### 1. Benzene

Benzen yang akan diproduksi harus memenuhi permintaan *customer* (pelanggan). Pada Tabel 2.7 ditampilkan spesifikasi benzen skala industri.

**Tabel 2.7.** Spesifikasi Benzene

Parameter	Benzen
Kemurnian	99,85%
Fasa	Cair
Warna	Jernih
<i>Impurities</i>	Toluene 0,05% Non-aromatics 0,15% Water Content 0,02% Platinum-cobalt number 10 Sulfur cumpounds 2 ppm

(Sumber: Wiinsch, 2000; VIRENT BioFarm, 2005)

## 2. Toluen

Toluen yang akan diproduksi harus memenuhi permintaan *customer* (pelanggan). Pada Tabel 2.8 ditampilkan spesifikasi toluen skala industri.

**Tabel 2.8.** Spesifikasi Toluen

Parameter	Toluen
Kemurnian	99,84%
Fasa	Cair
Warna	Jernih, <i>sediment free</i>
<i>Impurities</i>	Benzen 300 ppm Total non-toluene aromatics 3000 ppm Sulfur 10 ppm

(Sumber: Wiinsch, 2000; VIRENT BioFarm, 2005)

## 3. Xilene

Benzen yang akan diproduksi harus memenuhi permintaan *customer* (pelanggan). Pada Tabel 2.9 ditampilkan spesifikasi xilene skala industri.

**Tabel 2.9.** Spesifikasi Xilene

Parameter	Xylen
Kemurnian	99,7%
Fasa	Cair
Warna	Jernih, <i>sediment free</i>
<i>Impurities</i>	O-xylene 0,1 wt% m-xylene 0,2 wt% Ethylbenzene 0,2 wt% Non-aromatics hydrocarbon 0,2 wt% Sulfur 1 ppm

(Sumber: Wiinsch, 2000; VIRENT BioFarm, 2005)

## 2.4 Bahan Penunjang

### 2.4.1 Katalis

Menurut Budhiarto Adhi (2008), katalis merupakan suatu bahan kimia yang dapat meningkatkan laju suatu reaksi tanpa bahan tersebut ikut bereaksi, dan setelah reaksi berakhir, bahan tersebut akan kembali ke bentuk awal tanpa terjadi perubahan kimia. Penggunaan katalis dapat menurunkan tingkat aktivasi energi yang dibutuhkan, membuat reaksi terjadi lebih cepat atau pada suhu yang lebih rendah.

Katalis dapat dibagi menjadi dua tipe yaitu heterogen dan homogen. Pada reaksi heterogen, katalis memiliki fasa yang berbeda dengan reaktan (bahan yang bereaksi), sedangkan pada reaksi homogen, katalis memiliki fasa yang sama dengan reaktannya.

Katalis heterogen adalah katalis yang dapat berlangsung di lebih dari satu fasa. Biasanya reaktan dan produk terdapat dalam bentuk gas atau cairan, sedangkan katalis yang digunakan dalam bentuk padatan. Reaksi katalitik terjadi pada permukaan katalis. Katalis heterogen memiliki keuntungan dibandingkan katalis homogen khususnya dalam pemisahannya karena produk yang terlarut dalam medium reaksi dapat dipisahkan dari katalisnya dengan menyaringnya. Persyaratan utama dalam katalisis heterogen adalah bahwa pereaksi fase gas atau larutan diadsorpsi ke permukaan katalis. Tidak semua permukaan atom memiliki tingkat efektifitas yang sama sebagai katalis, bagian yang efektif disebut sebagai sisi aktif katalis.

Katalis yang digunakan pada proses *naphta hydrotreating* adalah katalis heterogen yang terdiri atas *support catalyst* dan logam aktif, yaitu Nikel Molibdenum (NiMo). Kriteria katalis dan data-data katalis untuk proses *hydrotreating* ini dapat dilihat pada Tabel 2.10 dan Tabel 2.11.

**Tabel 2.10** Kriteria Katalis *Hydrotreating*

Indexes	Hydrotreating catalyst							
	GKD-205	GKD-300	GKD-700	GP-497	GO-70H	TK-551	S-12	KF-752
Bulk density, kg/m <sup>3</sup>	720	670	610	800	670	760	580	630
Content, wt. %								
CoO	–	–	–	–	4.5	–	4.6	4
NiO	4.0	3	3.2	2.4	–	3.8	–	–
Na <sub>2</sub> O	0.08	0.06	0.03	0.08	0.08	0.05	0.06	0.05
MoO <sub>3</sub>	12.3	9	10	11	13	17	15	20
Pore volume, cm <sup>3</sup> /g	0.4	0.38	0.41	0.42	–	0.48	0.58	–
Granule diameter, mm	2.7	2.5	2.6	2.7	2	1.5	1.7	1.5
Strength coefficient, N/mm	23	24	25	20	20	17	16	–
Specific surface area, m <sup>2</sup> /g	190	203	185	190	185	125	120	–

(Pennwell Corporation. Oklahoma)

**Tabel 2.11** Data katalis untuk proses *hydrotreating*

Properties	Keterangan
Bahan Dasar	Alumina
Bentuk	Extrudate
Ukuran	1/16 inchi
Logam lain	Ni, Mo
Warna	Hijau muda

#### 2.4.2 Supporting Katalis

Support katalis pada katalis  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (gamma alumina) berbentuk kubik, bersifat higroskopis dan larut dalam asam. Sifat tersebut menyebabkan alumina jenis ini dapat di aktivasi dan biasa digunakan sebagai katalis, pendukung katalis, dan kromatografi. Industry katalis mempunyai spesifikasi untuk sifat sifat yang harus dimiliki oleh alumina sebagai pendukung katalis. Gamma- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> merupakan pendukung katalis yang umum karena harganya yang relative murah, stabil pada suhu tinggi dan dapat dibuat dengan pori-pori yang bervariasi. Gamma alumina umumnya digunakan sebagai katalis maupun pendukung katalis dalam reaksi dehidrasi dan dehidrogenasi alcohol. Keaktifan dan kereaktifan katalis heterogen ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain luas permukaan katalis padatan, volume dan besarnya pori serta distribusi sisi aktif.

Bentuk katalis ditentukan oleh bentuk *support* katalis. Selain tergantung pada bahan katalitik, bahan promotor dan bahan pembawa (*carrier*),

efektifitas fungsi katalitik juga ditentukan oleh bentuk dan ukuran katalis. Katalis dapat berbentuk granular, *trilobe*, silinder, serbuk. Bentuk katalis sangat berkaitan dengan *void volume* dan penurunan tekanan dalam reaktor. Semakin besar *void volume*, maka semakin besar rongga dalam reaktor yang tidak terisi katalis sehingga *pressure drop* berkurang. (Budhiarto Adhi, 2008)

#### **2.4.3 Nikel Molibdenum (NiMo)**

Pemilihan tipe katalis bergantung pada aplikasi dan aktivitas / selektivitas yang diinginkan. Katalis NiMo cocok untuk proses hidrogenitrifikasi dan penjumlahan olefin. Katalis jenis NiMo yang merupakan larutan stabil dari logam molibdenum sebagai zat aktif dan nikel sebagai promotor. NiMo ini kemudian disangga oleh senyawa  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (gama-alumina) menjadi bentuk-bentuk trilob dengan luas permukaan yang optimal. (Budhiarto Adhi, 2008)

#### **2.4.4 Pt/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Katalis Pt/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sudah digunakan dalam berbagai reaksi catalytic reforming di industry pemurnian minyak bumi, karena memiliki keunggulan sebagai katalis yang memiliki stabilitas yang tinggi, aktivitas cukup tinggi pada temperature rendah maupun tinggi dan tidak mudah teracuni sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. kandungan logam dan asam dari katalis Pt/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sangat penting untuk keseimbangan jalannya reaksi hidrogenasi-dehidrogenasi dan terbentuknya aromatic. Platina (Pt) dalam katalis Pt/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> merupakan komponen aktif katalis yang berfungsi untuk meningkatkan reaksi hidrogenasi dan dehidrogenasi reaksi catalytic reforming. (Poparad et al. 2005)

## BAB III. TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES

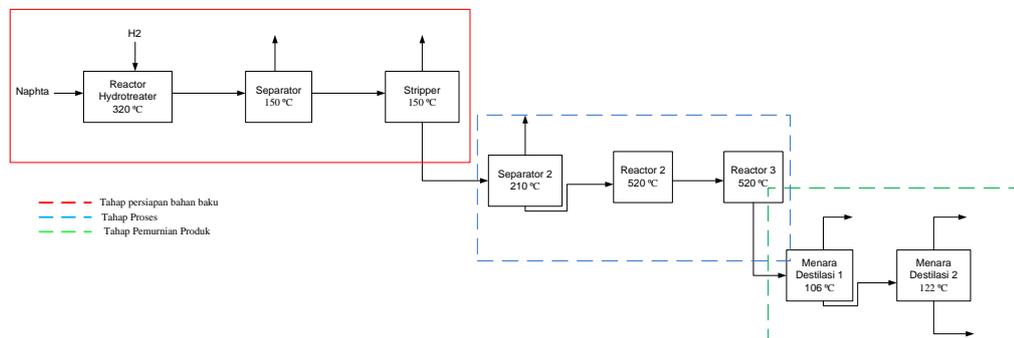
### 3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram

#### 3.1.1 Tahapan Proses

Secara garis besar pembuatan BTX (Benzene, Toluene, Xylene) dapat di kelompokkan menjadi 3 tahap, yaitu :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku
2. Tahapan Proses
3. Tahap Pemurnian Produk

#### 3.1.2 Blok Diagram



Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Pembuatan Benzene, Toluene, Xylene (BTX)

### 3.2 Deskripsi Proses dan Flowsheet

#### 3.2.1 Persiapan bahan baku

Tahapan persiapan bahan baku bertujuan untuk menghilangkan pengotor dari dalam kandungan naphta . Pada tahap ini umpan *naphtha* dipanaskan dalam *heater* sampai temperatur reaksi yaitu sekitar 320°C dan selanjutnya dipompa masuk ke dalam reaktor *fixed bed* yang berisi katalis. Hidrogen ditekan oleh kompresor lalu masuk ke dalam *heater* masuk ke dalam reaktor. Di dalam reaktor terjadi reaksi hidrodeshidrogenasi dan hidrogenasi. Produk dari reaktor dipisahkan dari hidrogen dalam separator dan hidrogen yang akan *recycle*. Gas *hydrogen* yang telah direcycle dialirkan ke dalam reaktor ditambah dengan

hidrogen *make up* untuk mempertahankan kemurnian gas hidrogen yang masuk reactor. Produk hidrokarbon bersama dengan pengotor, masuk ke dalam *stripper* untuk dipisahkan dari pengotor. Produk yang sudah bersih dari pengotor akan diproses dalam unit *Naphtha Reforming* untuk menaikkan angka oktan.

### 3.2.2 Tahapan Proses Pembuatan BTX

Tahapan proses di sebut juga dengan prose platforming berfungsi untuk mengkonversi *hydrotreated naphthadari* NHDT menjadi platformat yang disebut juga dengan *high-grade motor fuel*. Terjadi peningkatan *octane number* dalam konversi tersebut. Reaksi yang terjadi di tahap ini yaitu dehidrogenasi parafin, dan dehidrogenasi naften. Untuk melaksanakan reaksi tersebut dipergunakan katalis bimetalik (Pt-y/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dengan temperatur operasi  $520^\circ\text{C}$ , tekanan operasi  $9 \text{ kg/cm}^2$ , dan rasio minimum  $\text{H}_2$  terhadap hidrokarbon sebesar 1.6 . *Hydrotreated naphthadari* unit NHDT dipanaskan oleh HE-201 hingga temperaturnya  $415^\circ\text{C}$  lalu dipanaskan di HE-202 hingga temperaturnya  $520^\circ\text{C}$ . Umpan panas tersebut dimasukkan ke RFB-201. Pada dasar RFB-201 produk dimasukkan ke RFB-202. Produk V-2 dikeluarkan dengan temperatur  $520^\circ\text{C}$  dan kembali dimasukkan ke CD-201 untuk didinginkan sehingga temperaturnya menjadi  $210^\circ\text{C}$  untuk kemudian dialirkan ke bagian separator (SP-201) untuk dipisahkan fraksi berat dan gasnya dengan tekanan  $8.4 \text{ kg/cm}^2$  .

### 3.2.3 Pemurnian Produk

Proses pemurnian produk. Proses ini bertujuan untuk memurnikan produk keluaran proses platforming dengan destilasi. Fraksi minyak keluaran SP-201 dipompa oleh P-201 kemudian dialirkan dalam *heater* (HE-301) dikeluarkan dengan temperature  $106^\circ\text{C}$  ,dialirkan sebagai umpan ke menara destilasi (MD-301) yang memiliki temperatur operasi sebesar  $106^\circ\text{C}$ . Aliran produk bawah yang merupakan fraksi berat(toluene dan xylene) dengan temperatur  $122^\circ\text{C}$  dipecah menjadi dua, satu aliran dikembalikan ke MD-301 setelah dipompa oleh P-304 dan dipanaskan di RB-301 hingga temperaturnya mencapai  $106^\circ\text{C}$  dan aliran kedua (benzen) didinginkan oleh CD-301, dan dialirkan ke *accumulator* untuk

kemudian disimpan di tangki penyimpanan TP301. Aliran bawah MD-301 diteruskan ke MD-302 untuk memisahkan toluene dan xylene. Aliran keluaran dari MD-302 didinginkan dengan CD-302, dan dialirkan kedalam *accumulator* CD-302 kemudian disimpan di tangki penyimpanan TP-302. Aliran produk bawah MD-302 sebagian aliran dikembalikan ke MD-302 setelah dipompa oleh P-305 dan dipanaskan di RB-302 hingga temperaturnya mencapai 122°C, dan sebagian lagi didinginkan didalam *cooler* (C301) untuk diteruskan ketangki penyimpanan xylene TP-303.

