

# BAB I

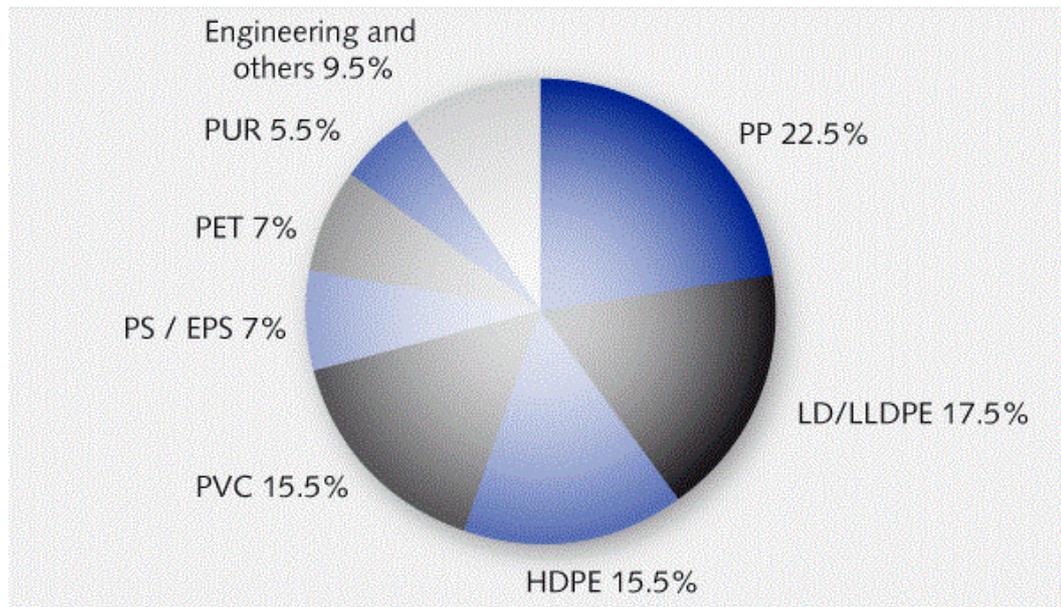
## LATAR BELAKANG

### 1.1 Pendahuluan

Bensin salah satu jenis bahan bakar minyak yang dimaksudkan untuk kendaraan bermotor roda dua, tiga, dan empat. Secara sederhana, bensin tersusun dari hidrokarbon rantai lurus, mulai dari C7 (heptana) sampai dengan C11. Dengan kata lain, bensin terbuat dari molekul yang hanya terdiri dari hidrogen dan karbon yang terikat antara satu dengan yang lainnya sehingga membentuk rantai. Pada tahun 2016 sendiri, konsumsi bensin di Indonesia mencapai 19,7 juta kiloliter (BPH Migas, 2016).

Konsumsi barang-barang berbahan plastik semakin meningkat, terutama pada limbah rumah tangga. Barang berbahan plastik tidak dapat membusuk, tidak dapat menyerap air, tidak dapat berkarat dan pada akhirnya tidak dapat diuraikan dalam tanah sehingga menimbulkan masalah bagi lingkungan. Jika sampah jenis ini mencemari tanah, maka memerlukan waktu ratusan tahun agar dapat terurai. Walaupun plastik bisa terurai, namun partikel partikel plastik akan meracuni tanah. Jika plastik dibakar, justru akan menghasilkan asap yang berbahaya bagi pernapasan manusia.

Plastik tersusun dari komponen hidrokarbon yang juga merupakan komponen penyusun minyak bumi sehingga limbah plastik sangat berpotensi untuk dikonversi menjadi BBM. Adapun jenis BBM yang dihasilkan dari limbah plastik seperti minyak tanah, bensin, dan solar. Plastik terdiri dari tujuh jenis yaitu PET (*polyethylene*), HDPE (*High Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*polypropylene*), PS (*Polystyrene*), dan bahan plastik lain (BPA, *polycarbonate*). Menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia (KNLH) menjelaskan jumlah sampah yang terdapat di seluruh Indonesia mencapai 38.5 juta ton per tahun. Sampah tersebut dominan berada di pulau Jawa (21.2 juta ton per tahun). Untuk mengetahui persentase dari masing-masing jenis yang mengacu pada konsumsi plastik global, sehingga didapatkan komposisi jenis sampah plastik yang paling banyak digunakan seperti terlihat pada gambar 1.1.



**Gambar 1.1.** Persentase Konsumsi Sampah Plastik Global

(Sumber : Plastic Europe)

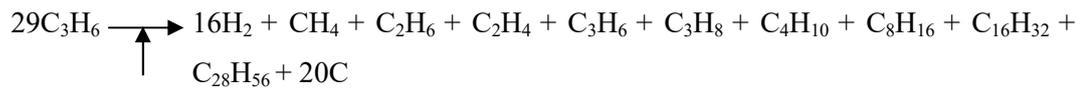
Penanganan limbah plastik pada saat ini umumnya hanya dibuang (*landfill*), dibakar, dibuat barang-barang kerajinan dan didaur ulang (*recycle*). Daur ulang limbah plastik merupakan satu-satunya cara yang dapat mengurangi jumlah limbah plastik. Namun kenyataannya hanya 4% dari limbah plastik yang dapat didaur ulang dan bahan hasil daur ulang mempunyai kualitas yang rendah sehingga metode daur ulang dipandang belum efisien untuk memecahkan masalah limbah plastik (Kadir,2012). Alternatif lain penanganan limbah plastik yang saat ini banyak dikembangkan adalah mengkonversi limbah plastik menjadi Bahan bakar Minyak (BBM).

Mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dapat dilakukan dengan proses *cracking* (perengkahan). *Cracking* adalah proses memecah rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Hasil dari proses *cracking* plastik ini dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Ada tiga macam proses *cracking* yaitu *hydrocracking*, *thermal cracking* dan *catalytic cracking* (Panda, 2011).

*Hydrocracking* adalah proses *cracking* dengan mereaksikan plastik dengan hidrogen di dalam wadah tertutup yang dilengkapi dengan pengaduk pada

temperature antara 423 – 673 K dan tekanan hidrogen 3 –10 MPa. Dalam proses *hydrocracking* dibantu dengan katalis. Penelitian tentang proses *hydrocracking* telah dilakukan oleh Rodiansono (2005) yang melakukan penelitian *hydrocracking* sampah plastik polipropilena menjadi bensin (hidrokarbon C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub>) menggunakan katalis NiMo/Zeolit dan NiMo/Zeolit-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Proses *hydrocracking* dilakukan dalam reaktor semi alir (semi flow-fixed bed reactor) pada temperature 300, 360, dan 400°C; rasio katalis/umpan 0,17; 0,25; 0,5 dengan laju alir gas hidrogen 150 mL/jam. Uji aktivitas katalis NiMo/zeolite yang menghasilkan selektivitas produk C<sub>7</sub>-C<sub>8</sub> tertinggi dicapai pada temperatur 360 °C dan rasio katalis/umpan 0,5. Kinerja katalis NiMo/zeolit menurun setelah pemakaian beberapa kali, tetapi dengan proses regenerasi kinerjanya bisa dikembalikan lagi (Surono, 2013).

*Thermal cracking* adalah termasuk proses *pyrolysis*, yaitu dengan cara memanaskan bahan polimer tanpa oksigen. Proses ini biasanya dilakukan pada temperatur antara 350°C sampai 900°C. Dari proses ini akan dihasilkan arang, minyak dari kondensasi gas seperti parafin, isoparafin, olefin, naphthalene dan aromatik, serta gas yang memang tidak bisa terkondensasi. Bajus dan Hajekova, 2010, melakukan penelitian tentang pengolahan campuran 7 jenis plastik menjadi minyak dengan metode *thermal cracking*. Tujuh jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini dan komposisinya dalam persen berat adalah HDPE (34,6%), LDPE (17,3%), LLPE (17,3%), PP (9,6%), PS (9,6%), PET (10,6%), dan PVC (1,1%). Penelitian ini menggunakan batch reactor dengan temperatur dari 350 sampai 500°C. Dari penelitian ini diketahui bahwa *thermal cracking* pada campuran 7 jenis plastik akan menghasilkan produk yang berupa gas, minyak dan sisa yang berupa padatan. Adanya plastik jenis PS, PVC dan PET dalam campuran plastik yang diproses akan meningkatkan terbentuknya karbon monoksida dan karbon dioksida di dalam produk gasnya dan menambah kadar *benzene*, *toluene*, *xylene*, *styrene* di dalam produk minyaknya. Reaksi *Thermal cracking* pada salah satu jenis plastik *Propylene* dapat dilihat pada persamaan 1.1.



Persamaan 1.1 *Propylene Thermal Cracking*

Metode *catalytic cracking* menggunakan katalis untuk melakukan reaksi peretakan. Dengan adanya katalis, dapat mengurangi temperatur dan waktu reaksi. Osueke dan Ofundu (2011) melakukan penelitian konversi plastik *low density polyethylene* (LDPE) menjadi minyak. Proses konversi dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan *thermal cracking* dan *catalyst cracking*. *Pyrolysis* dilakukan didalam tabung stainless steel yang dipanaskan dengan elemen pemanas listrik dengan temperatur bervariasi antara 475 – 600°C. Kondenser dengan temperatur 30 – 35°C, digunakan untuk mengembunkan gas yang terbentuk setelah plastik dipanaskan menjadi minyak. Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah silica alumina. Dari penelitian ini diketahui bahwa dengan temperatur pirolisis 550 °C dan perbandingan katalis/sampah plastik 1 : 4 dihasilkan minyak dengan jumlah paling banyak. Pada tahun 2013, Nugraha dkk melakukan penelitian mengenai pembuatan *fuel* dari *liquid* hasil pirolisis plastik *polipropilen* melalui proses *reforming* dengan katalis NiO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Bahan baku yang digunakan adalah plastik jenis *Polipropilen* (PP). Hasil penelitian ini menunjukkan % yield aromatis terbesar pada proses *reforming* minyak hasil pirolisis plastik *polipropilen* dihasilkan dengan kondisi operasi 14 % *loading* Ni pada katalis, temperatur *reforming* 500°C serta laju reaktan sebesar 217 mL/jam (Suroño, 2013).

Berdasarkan ketiga proses konversi diatas, maka untuk pengolahan skala industri dipilihlah proses *thermal cracking* (*pyrolysis*) karena proses ini lebih ekonomis serta efisien pemakaiannya dibandingkan kedua jenis proses lainnya

## 1.2 Kapasitas

Penentuan kapasitas produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) didasarkan pada kebutuhan BBM dan ketersediaan bahan baku yang ada. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2008), jumlah sampah plastik yang dihasilkan adalah sebesar 14% dari tumpukan sampah. Setiap sampah plastik yang dihasilkan 22,5 % adalah

jenis plastik *polypropylene* (PlasticEurope, 2012). Jumlah sampah plastik jenis PP pada beberapa provinsi di pulau Jawa dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.1** Jumlah Sampah Plastik Masing-Masing Provinsi di Pulau Jawa

No	Wilayah	Jumlah Sampah (ton/tahun)	Jumlah Sampah Plastik (ton/tahun)	Jumlah Sampah Jenis Polypropylene (ton/tahun)
1	Banten	2.151.944	301.272	67.7862
2	DKI Jakarta	1.832.026	256.484	57.708,9
3	Jawa Barat	8.407.728	1.177.082	264.843,45
4	Jawa Tengah	6.079.345	851.108	191.499,3
5	Jawa Timur	6.992.561	978.959	220.265,76
6	Daerah Istimewa Yogyakarta	662.252	92.715	20.860,875
	<b>Total</b>	<b>26.125.856</b>	<b>3.657.620</b>	<b>822.964,46</b>

Sumber: Statistik Indonesia 2016, Badan Pusat Statistik (BPS) Masing-Masing Daerah di Indonesia

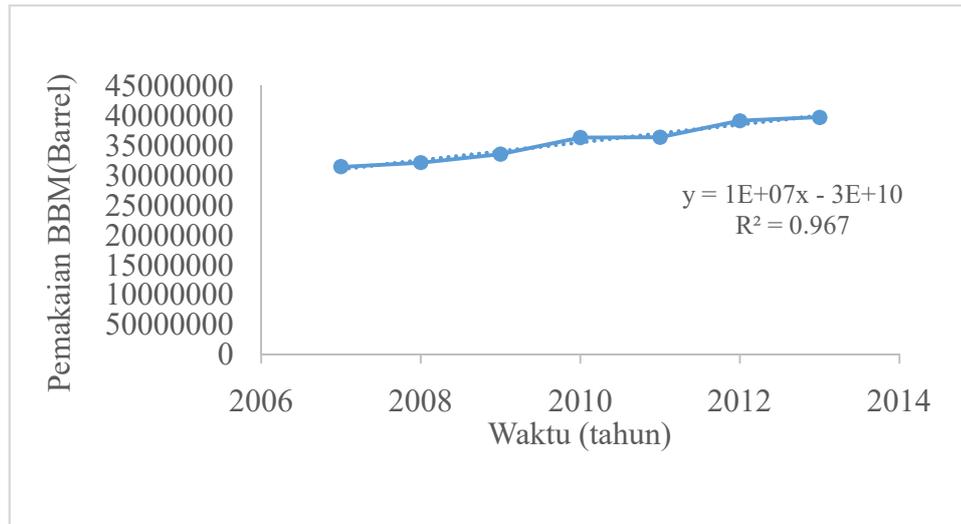
Data pemakaian BBM di Indonesia dari tahun 2007-2013 dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.2** Pemakaian BBM di Indonesia

Tahun	Pemakaian BBM (Barel/tahun)
2007	314.200.000
2008	321.000.000
2009	335.300.000
2010	363.100.000
2011	363.800.000
2012	391.500.000
2013	397.200.000

Sumber: Kementerian ESDM, 2015

Maka dari Tabel 1. di atas dapat diplot grafik seperti yang digambarkan pada gambar 1.2



**Gambar 1.3.** Regresi perkiraan kebutuhan minyak tahun 2007 – 2014

Dari gambar 1.3 di atas dapat diprediksi pemakaian BBM pada tahun 2025 sebesar 2.975.000.000 barel per tahun.

Pabrik Bahan Bakar Minyak (BBM) dari sampah plastik jenis PP merupakan pabrik yang belum didirikan di Indonesia sehingga kapasitas produksi pabrik yang akan dibuat pada tahun 2025 berdasarkan ketersediaan bahan baku. Dari tabel 1. dapat dilihat total ketersediaan bahan baku sampah plastik di pulau Jawa sebesar 3.657.620 ton/tahun dengan daerah Jawa Barat menyumbang sampah plastik terbanyak diantara daerah-daerah lainnya yaitu sebesar 1.177.082 ton/tahun, sehingga pabrik BBM didirikan di daerah yang memiliki ketersediaan bahan baku terbanyak. Bahan baku yang digunakan berasal dari seluruh sampah plastik jenis PP di pulau Jawa. Demi keamanan ketersediaan bahan baku, maka digunakan bahan baku sebesar 70% dari jumlah sampah plastik jenis PP yang ada yaitu sebesar 570.000 ton per tahun.

### 1.3 Lokasi Pabrik

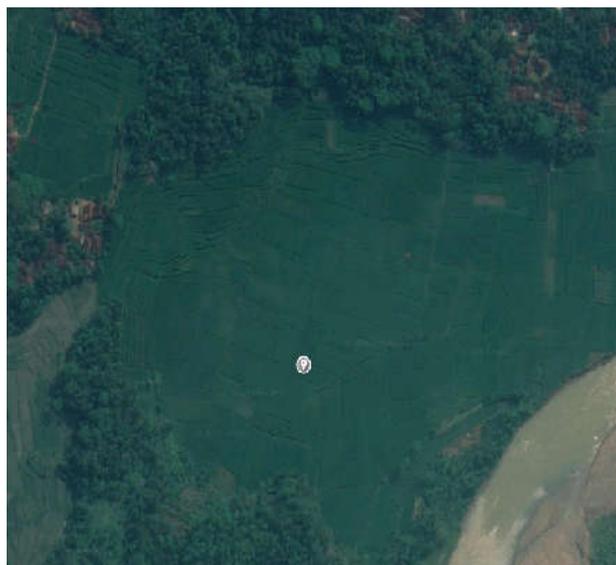
Opsipemilihanlokasiuntukpendirianpabrik BBM dari sampah plastic direncanakan berada di Pulau Jawa dan Kalimantan, yang meliputi Kabupaten Sukabumi dan Jepara, serta Kabupaten Landak yang ada di Pulau Kalimantan. Pemilihan lokasi tersebut dilakukan dengan menggunakan analisa SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities and Threat*)

### 1.3.1 Alternatiflokasi 1 (KabupatenSukabumi)

Kabupatensukabumiadalahsebuahkabupaten di Tatar Pasundan, ProvinsiJawa Barat, Indonesia. Ibukotanyaadalah Kota Palabuhanratu. KabupatenSukabumimerupakanKabupatenterluaskedua di PulauJawasetelahKabupatenBanyuwangi di ProvinsiJawaTimur. KabupateniniberbatasandenganKabupaten Bogor di utara, KabupatenCianjur di timur, SamudraHindia di selatan, sertaKabupatenLebak di barat.Denganluaswilayah 4.128 km<sup>2</sup>, KabupatenSukabumimerupakanKabupatenterluaskedua di JawasetelahKabupatenBanyuwangi. Batas wilayahKabupatenSukabumi 40 % berbatasandenganlautandan 60% merupakadaratan. Wilayah KabupatenSukabumimemiliki areal yang relatifluasyaitu ± 419.970 ha. Batas wilayahadministrasiKabupatenSukabumimeliputi:

- Sebelah Utara berbatasandenganKabupaten Bogor
- Sebelah Selatan berbatasandenganSamuderaHindia
- Barat berbatasandenganKabupatenLebak
- TimurberbatasandenganKabupatenCianjur

Peta alternatiflokasipabrik di KabupatenSukabumidapatdilihatpadagambar 1.2 berikut:



**Gambar 1.4** Peta KabupatenSukabumi

Sumber: Google maps Kabupaten Sukabumi, 2019

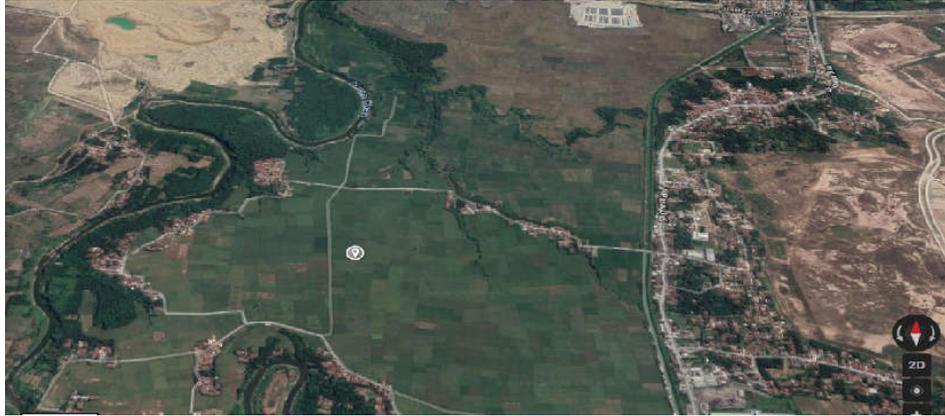
### 1.3.2 Alternatif Lokasi 2 (Kabupaten Karawang)

Adalah sebuah kabupaten di Tatar Pasundan Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Ibukotanya adalah Karawang. Koordinat Kabupaten Karawang beradapada  $107^{\circ}02'$ – $107^{\circ}40'$  BT,  $5^{\circ}56'$ – $6^{\circ}34'$  LS, dengan batas-batas wilayah meliputi:

- Sebelah Utara berbatasan dengan Laut Jawa
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Cianjur
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Subang
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Bogor dan Bekasi

Kabupaten ini memiliki luas wilayah  $1.737,53 \text{ km}^2$ , dengan jumlah penduduk 2.125.234 jiwa (sensus 2010) yang berarti berkepadatan 1.223 jiwa per  $\text{km}^2$ . Wilayah Kabupaten Karawang sebagian besar dataran pantai yang luas, terhampar di bagian pantai Utara dan merupakan endapan batuan sedimen yang dibentuk oleh bahan-bahan lepas terutama endapan laut dan aluvium vulkanik. Sedangkan di bagian tengah kawasan perbukitan yang sebagian besar terbentuk oleh batuan sedimen, sedang di bagian Selatan terdapat Gunung Sanggabuana dengan ketinggian  $\pm 1.291 \text{ m}$  di atas permukaan laut.

Sebagian besar wilayah Kabupaten Karawang adalah dataran rendah, dan di sebagian kecil di wilayah selatan berupa dataran tinggi. Kabupaten Karawang merupakan lokasi dari beberapa kawasan industri, antara lain Karawang International Industry City KIIC, Kawasan Surya Cipta, Kawasan Bukit Indah City atau BIC di jalur Cikampek (Karawang). Sedangkan di bidang pertanian, Karawang terkenal sebagai lumbung padi Jawa Barat. Peta alternatif lokasi pabrik di Kabupaten Ciamis dapat dilihat pada gambar 1.2 berikut



**Gambar 1.5** Peta Kabupaten Karawang

(Sumber: Google maps kabupaten Karawang, 2019)

### 1.3.3 Alternatif Lokasi 3 (Kabupaten Ciamis)

Ciamis sebagai salah satu provinsi di Jawa Barat, ibukotanya adalah Ciamis Kota. Dengan batas wilayah meliputi:

- Utara berbatasan dengan Kabupaten Majalengka dan Kabupaten Kuningan, sebelah
- Barat dengan Kabupaten Tasikmalaya dan Kota Tasikmalaya,
- sebelah Timur dengan Kota Banjar dan Provinsi Jawa Tengah,
- Selatan dengan Samudera Indonesia.

Berdasarkan letak geografisnya Kabupaten Ciamis berada pada posisi strategis yang dilalui jalan Nasional lintas Provinsi Jawa Barat Provinsi Jawa Tengah dan jalan Provinsi lintas Ciamis – Cirebon – Jawa Tengah. Letak astronomisnya berada pada  $108^{\circ}20'$  sampai dengan  $108^{\circ}40'$  Bujur Timur dan  $7^{\circ}40'20''$  sampai dengan  $7^{\circ}41'20''$  Lintang Selatan. Luas wilayah Ciamis sebesar 244,479 Ha atau 7,73% dari total luas daratan Provinsi Jawa Barat. Dalam konteks pengembangan wilayah Provinsi Jawa Barat, sebagian besar wilayah Kabupaten Ciamis berupa pegunungan dan dataran tinggi, kecuali di perbatasan dengan Jawa Tengah bagian selatan, serta sebagian wilayah pesisir.



**Gambar 1.6** Peta Kabupaten Ciamis

(Sumber: Google maps kabupaten Ciamis, 2019)

Tabel 1.3 Analisa SWOT

No	Lokasi	Variabel	Internal		Eksternal	
			<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan)
1.	Pelabuhanratu, Sukabumi, Jawa Barat	Bahan baku	Produksi limbah plastik tinggi	Bahan baku terbatas dan tergantung pada jumlah plastik yang dihasilkan	Dapat dikumpulkan di daerah sekitar	Dibuat jalan agar dapat mengangkut bahan baku
		Pemasaran	Transportasi darat	Perlu perbaikan jalan	Wilayah strategis dekat dengan pantai sehingga pemasaran bisa lewat darat dan laut	Melakukan promosi bahwa kualitas minyak plastic tidak kalah saing dengan minyak bumi
		Utilitas	Dekat dengan sungai	Air untuk utilitas harus diolah sendiri	Kebutuhan air diperoleh dari sungai dan listrik dari PLTU	Harus membangun instalasi sendiri

		Tenaga Kerja	Dapat diperoleh dari penduduk yang bermukim di sekitar pabrik	Pengalaman kerja di pabrik yang sejenis masih tergolong minim	Diperoleh dari penduduk sekitar serta dari provinsi sekitar	Meningkatkan kualitas SDM terlebih dahulu
		Kondisi Daerah	Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil	Wilayah yang relatif landai	Perizinan pendirian pabrik lebih mudah	Kepadatan penduduk cukup tinggi
2.	Teluk Jambe Barat, Kabupaten Karawang, Jawa Barat	Bahan baku	Ketersediaan bahan baku cukup tinggi	Bahan baku harus dikumpulkan dari beberapa daerah	Bahan baku sebagian besar tidak termanfaatkan	Membuat jaringan <i>supply</i> bahan baku yang terstruktur
		Pemasaran	Dapat dipasarkan menggunakan transportasi darat dan transportasi laut	Produk belum begitu dikenal	Wilayah strategis dekat dengan laut dan dilalui oleh tiga jalan tol, yaitu tol karawang, cipularang, dan cipali	Melakukan promosi bahwa kualitas minyak plastic tidak kalah saing dengan minyak bumi
		Utilitas	Dekat dengan sungai	Air untuk utilitas harus diolah sendiri	Debit air yang cukup tinggi untuk mencukupi kebutuhan	Harus membangun instalasi sendiri

		Tenaga Kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan provinsi sekitar	Pengalaman kerja di pabrik yang sejenis masih tergolong minim	Diperoleh dari penduduk sekitar serta dari provinsi sekitar	Meningkatkan kualitas SDM terlebih dahulu
		Kondisi Daerah	Terletak di kawasan industri	Kepadatan industri terus meningkat	Perizinan pendirian pabrik lebih mudah	Daerah sekitar rawan banjir
3.	Ciamis	Bahan baku	Produksi limbah plastik tinggi	Bahan baku terbatas dan tergantung pada jumlah plastik yang dihasilkan	Dapat dikumpulkan di daerah sekitar	Dibuat jalan agar dapat mengangkut bahan baku
		Pemasaran	Transportasi darat Transportasi laut	Perlu perbaikan jalan	Wilayah strategis dekat dengan pantai sehingga pemasaran bisa lewat darat dan laut	Melakukan promosi bahwa kualitas minyak plastic tidak kalah saing dengan minyak bumi

		Utilitas	Dekat dengan sungai	Air untuk utilitas harus diolah sendiri	Kebutuhan air diperoleh dari sungai dan listrik dari PLTU	Harus membangun instalasi sendiri
		Tenaga Kerja	Dapat diperoleh dari penduduk yang bermukim di sekitar pabrik	Perlu pelatihan tenaga kerja	Diperoleh dari penduduk sekitar serta dari provinsi sekitar	Meningkatkan kualitas SDM terlebih dahulu
		Kondisi Daerah	Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil	Wilayah yang relatif landai	Dekat pada sungai dan terletak dataran rendah	Kepadatan penduduk cukup tinggi

