

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, jumlah penduduk Indonesia semakin bertambah seiring bertambahnya waktu. Tercatat penambahan penduduk Indonesia yang begitu pesat pada tahun 2015 sebanyak 259.100.000 jiwa menjadi 273.800.000 jiwa pada tahun 2021. Penambahan penduduk yang semakin besar, berdampak pula pada sektor kebutuhan energi. Salah satunya ialah kebutuhan bahan bakar rumah tangga. Semenjak program pemerintah yang menggantikan sumber bahan bakar rumah tangga dari minyak tanah menuju *Liquified Petroleum Gas* (LPG) pada tahun 2007, tentunya kebutuhan bahan bakar rumah tangga pun semakin meningkat. Berdasarkan data kebutuhan konsumsi LPG di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 5.079.000 ton dan terjadi peningkatan yang sangat pesat pada tahun 2021 mencapai 8.358.499 ton [1]. Selain itu, pada tahun 2021 tercatat oleh Kementerian Migas ESDM, sebanyak 6.336.354 ton merupakan impor dan sebanyak 1.902.557 ton merupakan hasil produksi dalam negeri. Perbedaan yang sangat signifikan ini berpengaruh pada perekonomian dalam negeri, sehingga dibutuhkan bahan bakar rumah tangga alternatif agar dapat menutupi pengeluaran negara yang begitu besar, salah satunya ialah dimetil eter (DME).

DME merupakan senyawa organik yang umum digunakan sebagai pendorong aerosol dan reagen dalam pembuatan senyawa terapan seperti dimetil sulfat dan asam asetat. Di beberapa negara maju telah menggunakan DME sebagai energi alternatif pengganti LPG, salah satunya Jepang. Sebagaimana yang telah dilansir oleh Presiden Joko Widodo (Jokowi), proyek penggantian LPG menjadi DME akan dilakukan pada tahun 2026 [2], [3]. Hingga saat ini, penggunaan DME menjadi bahan baku alternatif LPG telah dilakukan. Dimana, kandungan dalam bahan bakar LPG telah mengandung campuran DME sebanyak 20% [4]. Penggantian bahan bakar LPG menjadi DME untuk saat ini masih belum dapat dilakukan, karena untuk mengganti bahan bakar LPG seluruhnya menjadi DME membutuhkan biaya yang cukup tinggi dalam memodifikasi peralatan rumah tangga. Sehingga, campuran DME 20% ke dalam bahan bakar LPG tidak perlu modifikasi khusus.

Hingga saat ini, tercatat hanya ada satu pabrik penghasil DME, yaitu PT. Bumi Tangerang Gas Industri yang berlokasi di Tangerang dengan kapasitas produksi 12.000 ton/tahun [5]. Pemilihan bahan bakar alternatif DME tentunya melewati berbagai tahapan pemikiran. Dimana, DME memiliki sifat kimia dan fisika yang hampir menyerupai LPG [4], dan emisi CO₂ yang dihasilkan jauh lebih sedikit dibandingkan LPG, sebesar 745 kg CO₂/tahun untuk DME dan 930 kg CO₂/tahun untuk LPG [6]. Selain itu, DME merupakan senyawa yang dapat disintesa dengan berbagai bahan baku berupa gas alam, batu bara, dan biomassa. Pemanfaatan biomassa sebagai bahan baku pembuatan DME dapat membantu negara dalam mengatasi limbah yang ada. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tercatat hingga tahun 2015 produksi jagung Indonesia mencapai 19.612.435 ton [7], dengan komposisi tongkol jagung dalam jagung mencapai 15-18% [8]. Sehingga limbah tongkol jagung diperoleh mencapai 3.530.238 ton pada tahun 2015. Dengan berbagai kebutuhan dan keunggulan yang ada, pembangunan pabrik DME di Indonesia dengan bahan baku limbah tongkol jagung sebagai biomassa pada tahun 2028 layak untuk dilakukan.

I.2 Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Dimetil Eter (DME) dan *Liquified Petroleum Gas* (LPG)

DME adalah senyawa eter yang paling sederhana dengan rumus kimia CH₃OCH₃ yang memiliki kemiripan dalam sifat fisika dan kimia dengan LPG. Tentunya DME dapat diperoleh melalui proses dehidrasi metanol. LPG merupakan bahan bakar campuran gas hidrokarbon seperti propane, butana dan propilena yang berbentuk *liquid* pada tekanan 24 bar untuk mempermudah dalam penyimpanan. Berikut Tabel I.1 perbandingan karakteristik antara DME dan LPG [4], [9], [10]:

Tabel I.1. Perbandingan DME dan LPG

Karakteristik	DME	LPG	
		Propana	n-Butana
Rumus Kimia	CH ₃ OCH ₃	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Titik Didih (°C)	-25,1	-42	-0,5
Densitas Cair (gr/cm ³ , 20 °C)	0,67	0,49	0,57

Densitas Gas relatif (udara=1)	1,59	1,52	2,07
Tekanan uap (Mpa, 25 °C)	0,61	0,93	0,24
Laju Pembakaran maks. (cm/s)	50	43	41
<i>Explosion limit</i> (%)	3,4-17	2,1-9,4	1,9-8,4
Temperatur nyala (°C)	235	470	365
LHV (MJ/Nm ³)	59,3	91	118
LHV (MJ/kg)	28,8	46,3	45,7
Nilai Panas (kcal/kg)	7.749		12.075
Emisi (kg CO ₂ /tahun)	930		745
Nilai kalor (MJ/kg)	30,5		50,56
Efisiensi (%)	64,7-68,9		53,75-59,13

Keterangan:

LHV = Lower Heating Value

Dari tabel perbandingan karakteristik antara DME dan LPG, dapat dilihat terdapat beberapa sifat fisika maupun kimia dari DME yang hampir mendekati dan diantara LPG. Sehingga, penggunaan DME sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG dapat dilakukan. Akan tetapi, nilai LHV DME yang lebih rendah dari LPG berpengaruh pada panas yang dihasilkan DME. Sehingga, jumlah DME yang akan digunakan nantinya haruslah lebih banyak sekitar 1,4 kg DME untuk 1 kg LPG. Untuk tingkat *safety* dari tabung gas DME, memiliki tekanan yang lebih rendah dibandingkan gas LPG komersial. Tekanan DME komersial setara dengan 5,9 bar dan tekanan LPG setara dengan 24 bar.

I.2.2. Tongkol Jagung (*corncob*)

Tongkol jagung bagian dalam organ betina tempat menempelnya bulir. Umumnya jagung dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu kulit, bulir, dan tongkol. Bulir jagung digunakan sebagai sumber makanan manusia, sedangkan kulit dan tongkolnya yang merupakan limbah dari tanaman jagung biasanya digunakan dalam pakan ternak. Kandungan (%berat) yang dimiliki tongkol jagung dapat dilihat pada tabel berikut [11]:

Tabel I.2. Komposisi tongkol jagung

C	H	N	S	O	HHV (MJ/kg)
50,15	5,9	0,42	0,03	43,5	19,14

Keterangan:

HHV = Higher Heating Value

I.2.3. Gas Sintetis atau *Synthetic Gas* (Syngas)

Gas sintetis atau *Synthetic gas* merupakan campuran gas yang terdiri dari gas hidrogen dan karbon monoksida. Gas sintetis biasanya dapat diperoleh dari gas alam, batu bara, dan juga biomassa. Proses penghasilan gas sintetis dari biomassa dan batu bara melalui proses gasifikasi. Berikut tabel yang merangkum sifat fisika dan kimia dari gas H₂ dan CO [12], [13]:

Tabel I.3. Perbandingan gas H₂ dan CO

Karakteristik	Satuan	Hidrogen	Karbon Monoksida
Rumus Kimia	-	H ₂	CO
Berat Molekul	kg/kmol	2,02	28,01
Bentuk Fisik	-	Gas	Gas
Warna	-	Tidak berwarna	Tidak berwarna
Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau
Titik leleh	°C	-295,15	-211,6
Titik didih	°C	-253	-191,52
Densitas gas	kg/m ³	1,33	1,15

I.3 Kegunaan dan Keunggulan Produk

DME merupakan senyawa eter paling sederhana dengan rumus molekul CH₃OCH₃. Dalam dunia industri, DME sering digunakan sebagai gas pendorong aerosol dalam produk kosmetik, sabun, krim cukur, maupun semprotan rambut. Selain itu, di beberapa negara maju DME dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG, seperti di Jepang. Hal ini didukung oleh sifat fisika dan

kimia dari DME. Data perbandingan antara DME dan LPG dapat dilihat pada Tabel I. Berdasarkan nilai panas LPG dan nilai kalor, tentunya memiliki perbedaan yang cukup dengan DME. Akan tetapi, nilai emisi CO₂ yang dihasilkan DME per tahunnya jauh lebih sedikit dan efisiensi pembakarannya mencapai 64,7-68,9% yang lebih tinggi dari LPG. Sehingga, DME dapat digunakan bahan bakar alternatif pengganti LPG.

Keunggulan DME berikutnya ialah DME lebih ekonomis dibandingkan dengan LPG. Hal ini dapat ditinjau dari proses sintesa DME. DME dapat disintesa dari berbagai macam bahan baku seperti gas alam, batu bara, dan biomassa. Dengan keunggulan proses sintesa menggunakan batu bara, maka dapat mendukung program pemerintah dalam hilirisasi bahan baku, sehingga dapat menekan nilai ekspor batu bara yang mencapai 6,6 juta ton pada tahun 2022 [14], [15]. Selain itu, dengan menggunakan DME sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG, tentunya dapat menekan nilai impor LPG yang tinggi. Keunggulan lainnya ialah DME merupakan senyawa yang dapat terurai diudara, tidak merusak lapisan ozon, nyala api lebih biru dan stabil, serta tidak menghasilkan polutan, nitrogen oksida, dan tidak mengandung sulfur.

I.4 Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar

I.4.1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan DME adalah limbah tongkol jagung. Hingga saat ini, limbah tongkol jagung di Indonesia masih digunakan untuk keperluan pakan hewan ternak. Tercatat pada tahun 2015 produksi jagung di Indonesia mencapai 19.612.435 ton dan limbah tongkol jagung yang dihasilkan mencapai 3.530.238 ton. Produksi jagung terbesar di Indonesia terletak pada Provinsi Jawa Timur, sebanyak 6.131.163 ton. Sehingga, pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan baku pembuatan DME sangatlah menguntungkan, baik dari segi ekonomi maupun lingkungan. Berikut data produksi jagung dan limbah tongkol jagung dari tahun 1993-2028 dengan bantuan metode *Forecast* [7]:

Tabel I.4. Produksi Jagung Indonesia tahun 1993-2028

Tahun	Jumlah (ton)	Tahun	Jumlah (ton)
1993	6.355.214	2011	17.643.250
1994	6.572.146	2012	19.387.022
1995	8.142.863	2013	18.511.853

1996	9.200.807	2014	19.008.426
1997	8.671.647	2015	19.612.435
1998	10.110.557	2016	20.453.764
1999	9.204.036	2017	21.085.070
2000	9.676.899	2018	21.716.375
2001	9.347.192	2019	22.347.681
2002	9.654.105	2020	22.978.986
2003	10.886.442	2021	23.610.292
2004	11.225.243	2022	24.241.597
2005	12.523.894	2023	24.872.903
2006	11.609.463	2024	25.504.208
2007	13.287.527	2025	26.135.513
2008	16.317.252	2026	26.766.819
2009	17.629.748	2027	27.398.124
2010	18.327.636	2028	28.029.430

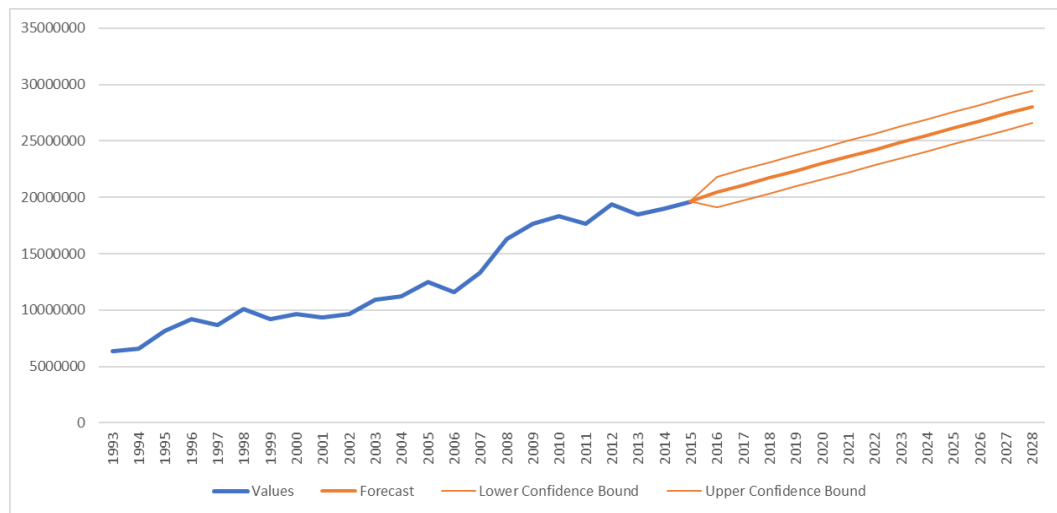
Tabel I.5. Produksi Limbah Tongkol Jagung di Indonesia tahun 1993-2028

Tahun	Jumlah (ton)	Tahun	Jumlah (ton)
1993	1.143.939	2011	3.175.785
1994	1.182.986	2012	3.489.663
1995	1.465.715	2013	3.332.133
1996	1.656.145	2014	3.421.516
1997	1.560.896	2015	3.530.238
1998	1.819.900	2016	3.681.677
1999	1.656.726	2017	3.795.312
2000	1.741.842	2018	3.908.947
2001	1.682.495	2019	4.022.582
2002	1.737.739	2020	4.136.217
2003	1.959.560	2021	4.249.852
2004	2.020.544	2022	4.363.487
2005	2.254.301	2023	4.477.122
2006	2.089.703	2024	4.590.757

2007	2.391.755	2025	4,704,392
2008	2.937.105	2026	4.818.027
2009	3.173.355	2027	4.931.662
2010	3.298.974	2028	5.045.297

Keterangan:

Perhitungan produksi tongkol jagung dilakukan dengan data kandungan tongkol jagung pada tanaman jagung sebesar 18% [8].



Gambar I.1. Hasil *Forecast* Produksi Jagung di Indonesia pada tahun 1993-2028

I.4.2. Analisis Pasar

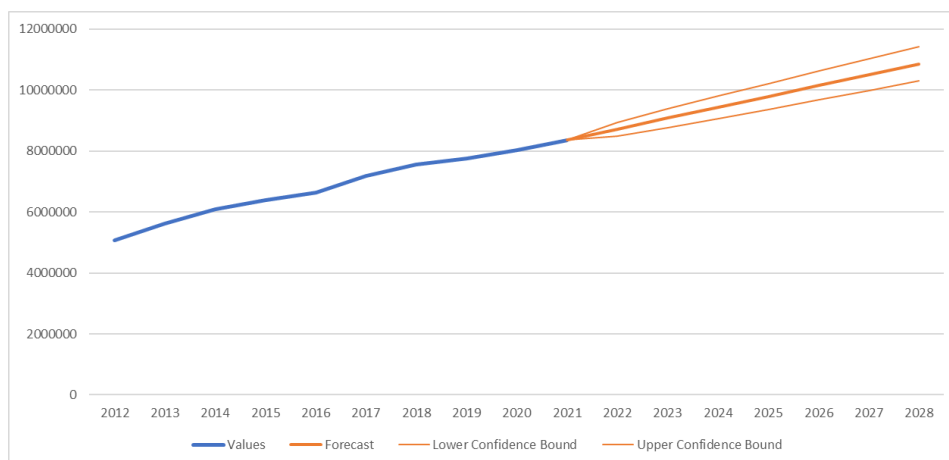
Dalam perancangan pabrik DME ini, tentunya diperlukan analisis pasar untuk melihat seberapa besar kebutuhan produk yang dibutuhkan pasar nantinya. Dalam analisis pasar dibutuhkan beberapa data pendukung seperti konsumsi, produksi, impor, dan ekspor. Data konsumsi DME di Indonesia dilakukan dengan mengasumsi produk DME akan digunakan sebagai bahan baku alternatif pengganti LPG. Berdasarkan data dari Kementrian Migas ESDM, hingga tahun 2021 tercatat penggunaan LPG mencapai 8.358.499 ton. Dimana, peningkatan jumlah konsumsi LPG terus meningkat tiap tahunnya. Untuk menganalisa jumlah konsumsi LPG di Indonesia pada tahun 2028, digunakannya metode analisa *Forecast* dengan aplikasi excel.

Salah satu alasan pembangunan pabrik DME berbahan dasar tongkol jagung pada tahun 2028, yaitu untuk memenuhi tingkat konsumsi LPG yang sangat besar.

Hingga saat ini hanya ada satu pabrik penghasil DME, yaitu PT. Bumi Tangerang Gas Industri dengan jumlah produksi 12.000 ton/tahun [16].

Tabel I.6. Data Konsumsi LPG di Indonesia tahun 2012-2028 [1]

Tahun	Jumlah (ton)
2012	5.079.000
2013	5.607.430
2014	6.093.138
2015	6.376.990
2016	6.642.633
2017	7.190.871
2018	7.562.893
2019	7.765.541
2020	8.023.805
2021	8.358.499
2022	8.718.910
2023	9.075.944
2024	9.432.978
2025	9.790.012
2026	10.147.046
2027	10.504.080
2028	10.861.114



Gambar I.2. Hasil analisa *Forecast* Konsumsi LPG di Indonesia

Selain itu, terdapat dua proyek yang akan membangun pabrik penghasil DME, yaitu PT. *Green Globe Energies* (GGE) dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun dan kerja sama antara PT. Pertamina, PT. Bukit Asam, dan *Air Products and Chemicals Inc.* dengan kapasitas produksi 1,4 juta ton/tahun [17], [18].

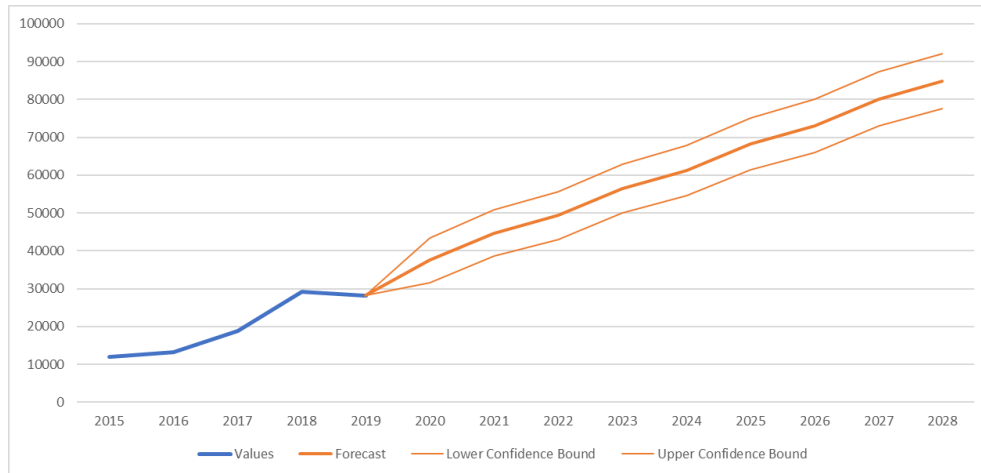
Tabel I.7. Pabrik Produksi DME yang akan dan sudah berjalan

Pabrik DME	Jumlah Produksi (ton/tahun)
PT. Bumi Tangerang Gas Industri	12.000
PT. Green Globe Energies dan KOGAS (<i>Korean Gas Company</i>)	50.000
PT. Pertamina, PT. Bukit Asam, dan Air Products and Chemicals Inc.	1.400.000
TOTAL	1.462.000

Berdasarkan data dari BPS pada tahun 2019, kebutuhan impor DME Indoneisa mencapai 28.254 ton [19]. Untuk memprediksi pergerakan jumlah impor pada tahun 2028, dilakukanlah analisa menggunakan metode *Forecast* dengan aplikasi excel. Dari hasil analisa *Forecast* didapatkan pada tahun 2028 impor DME Indonesia mencapai 84.811 ton.

Tabel I.8. Kegiatan impor DME hingga tahun 2028

Tahun	Jumlah (ton)
2015	11.960
2016	13.200
2017	18.830
2018	29.115
2019	28.254
2020	37.521
2021	44.647
2022	49.344
2023	56.470
2024	61.166
2025	68.292
2026	72.989
2027	80.115
2028	84.811



Gambar I.3. Hasil Analisis *Forecast* Impor DME Indonesia pada tahun 2015-2028

Dari hasil analisis data konsumsi, produksi, dan impor, terlihat masih banyak kebutuhan DME yang masih dibutuhkan. Sehingga, kegiatan ekspor diasumsikan tidak terjadi. Dalam penentuan kapasitas produksi dari pabrik DME berbahan dasar tongkol jagung mengadaptasi teknologi dari Y. Li, dkk., 2009 dan T. Wang, dkk. 2010 [20], [21]. Berdasarkan Tabel () dengan input massa tongkol jagung sebanyak 50 kg tongkol jagung/jam dapat menghasilkan DME sebanyak 7 kg DME/jam. Apabila diasumsikan kapasitas produksi dalam satu tahun (330 hari) maka membutuhkan 396.000 kg tongkol jagung/tahun untuk menghasilkan 55.440 kg DME/tahun. Untuk menentukan kapasitas produksi pabrik DME kami, diperlukan data produksi DME secara global.

Tabel I.9. Proses Sintesa DME [20], [21]

Proses	Input	Output
Pirolisis/Gasifikasi	50 kg/jam	45 Nm ³ /jam
<i>Raw bio-syngas treatment</i>	16,5 kg/jam	35,2 Nm ³ /jam
DME <i>synthesis</i>	35,2 Nm ³ /jam	7 kg/jam

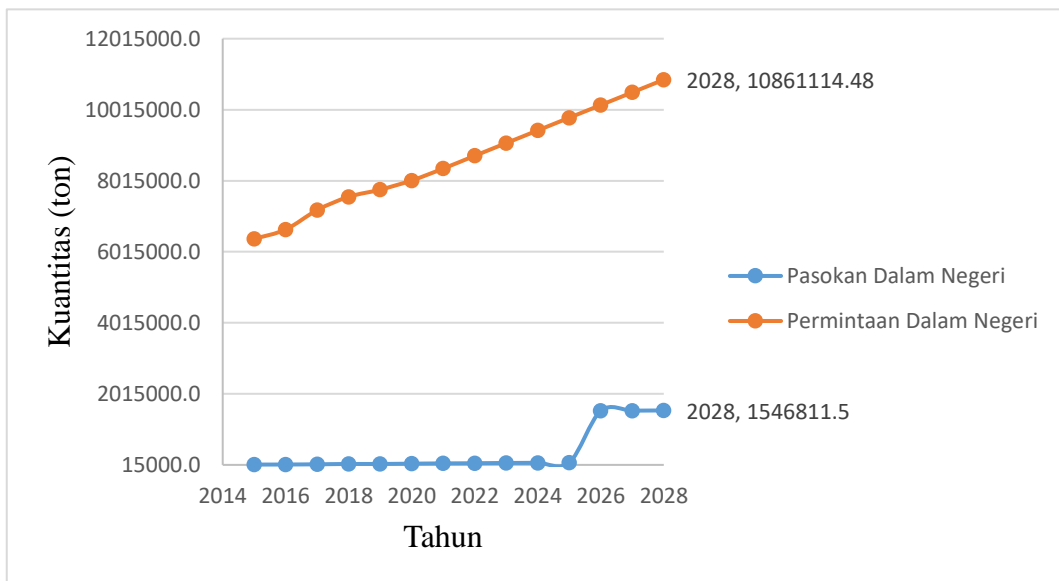
Selain melihat data kapasitas produksi pabrik DME secara global, tentunya perhitungan kekosongan pasar DME perlu dilakukan. Perhitungan kekosongan pasar dilakukan pada tahun 2028, dimana pabrik DME berbahan dasar tongkol jagung akan didirikan.

Tabel I.10. Data Kapasitas Produksi Pabrik DME Global

Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Ref.
TOYO Company	China	110.000	[22]
Mitsubishi Corp.	Jepang	87.600	[23]
Bio Friends	Korea Selatan	5.000	[24]
Shenhua Ningxia Coal Group Co., Ltd.	China	210.000	[25]
Shanxi Lanhua Clean Energy Co., Ltd.	China	140.000	[26]
Oberon Fuels	USA	3.775	[27]
Nouryon	Belanda	45.000	[28]
PCC	Rusia	20.000	[29]
Shell	Jerman	35.000	[30]
Tarkim	Turki	20.000	[31]
Rata-rata Kapasitas Produksi (ton/tahun)		67.638	

Keterangan:

Ref. = Referensi



Gambar I.4. Grafik Penentuan Kebutuhan Pasar DME di Indonesia Tahun 2028.

Kekosongan Pasar = *Supply – Demand*

Kekosongan Pasar = 1.546.811,5 – 10.861.114,48

Kekosongan Pasar = -9.314.302,98 ton DME

Dari hasil perhitungan kekosongan pasar didapatkan hasil -9.314.302,98 ton DME.

Hasil negatif dalam perhitungan menandakan bahwa adanya kebutuhan pasar yang

belum terpenuhi. Sehingga, ditinjau dari hasil perhitungan dan Tabel I,10., kami menentukan kapasitas produksi pabrik DME berbahan dasar tongkol jagung sebesar 100.000 ton DME/tahun dengan membutuhkan bahan baku tongkol jagung sebesar 548.872 ton tongkol jagung/tahun. Sehingga, dapat memenuhi 1,07% dari kekosongan pasar.