

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Carboxymethylcellulose (CMC) atau dikenal juga sebagai *cellulose gum* telah dikenal sejak akhir Perang Dunia I. Produk ini diperkenalkan pertama kali oleh Jansen pada tahun 1918 di Jerman. Produksi komersial pertama dilakukan pada awal tahun 1920-an. Pada waktu itu CMC yang diproduksi merupakan *crude grade* yang digunakan sebagai *adhesive*. *Adhesive* adalah suatu bahan yang digunakan untuk menyatukan atau menyambungkan suatu bahan yang sama ataupun berbeda jenis materialnya, baik itu logam dengan logam, logam dengan kayu, logam dengan karet dan sebagainya. Peningkatan pesat dalam kegiatan riset industrial terjadi pada tahun 1930-an. Hal ini ditandai dengan dikeluarkannya beberapa *patent* selama periode 1936 -1941. Selama Perang Dunia II, CMC digunakan dalam deterjen sintetis sebagai anti redeposisi di Jerman. Setelah itu penggunaan CMC mulai berkembang di Amerika Serikat. Produksi komersial pertama dilakukan pada tahun 1946 oleh *Hercules Powder Company*. Pada tahun 1963, total produksi CMC di Amerika Serikat mencapai lebih dari 19400 ton. Sedangkan pada tahun 1983 produksi CMC di dunia mencapai 300000 ton per tahun.

Saat ini selain *crude grade*, telah diproduksi *pure grade* yang dapat digunakan dalam industri makanan dan farmasi. Di Indonesia, CMC digunakan sebagai bahan baku pembantu (penunjang) terutama dalam industri kertas, tekstil, deterjen, keramik, *ice cream*, farmasi, dan perekat. Produksi CMC pertama di Indonesia dilakukan pada tahun 1995 oleh PT Risyad Brasali Chemindo. Pada tahun 1997 didirikan pabrik CMC kedua yaitu PT Humpuss Karboksimetil Selulosa, dan baru beroperasi komersial pada tahun 2000. Rata – rata konsumsi CMC dari tahun 2013 sampai dengan 2017 yaitu 6527 ton/tahun. Sedangkan rata – rata produksi CMC di Indonesia dari tahun 2013 sampai dengan 2017 yaitu 4624 ton/tahun. Hal ini menunjukkan Indonesia masih melakukan impor CMC. Hal ini yang menjadi dasar untuk mendirikan pabrik di Indonesia.

I.2. Analisis Pasar dan Penentuan Kapasitas Produksi

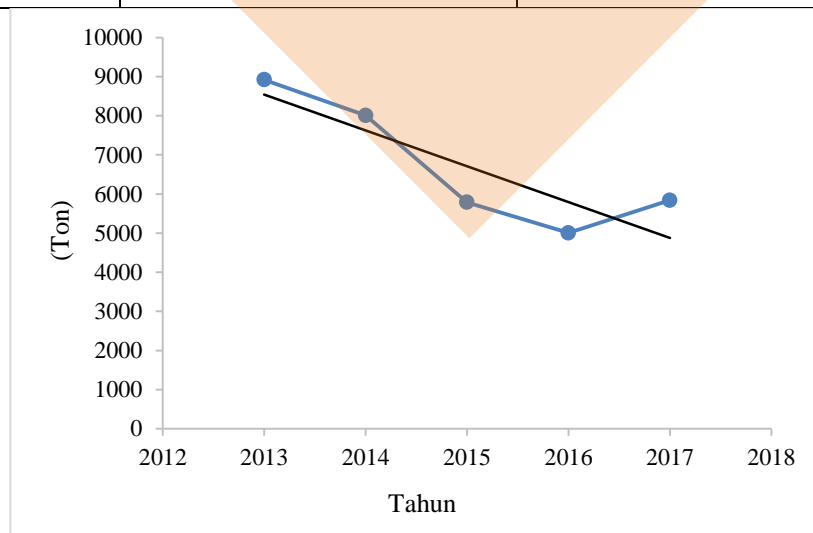
Analisis pasar bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari segi konsumsi, perusahaan pesaing, pertumbuhan pasar, atas produk yang akan dihasilkan. Sehingga jika semua hal tersebut sudah diketahui nantinya perusahaan tidak akan salah dalam merancang strategi memasarkan produknya dan menentukan waktu yang tepat untuk memperbesar kapasitas produksinya.

I.2.1. Perkembangan Impor CMC di Indonesia

Jenis CMC yang paling banyak diimpor Indonesia adalah jenis CMC granular. Impor CMC didatangkan dari banyak negara namun dalam jumlah yang besar didatangkan dari negara Jepang, Finlandia, Perancis, Italia, Belanda, China, Jerman, Swedia, dan AS. Untuk jelasnya, perkembangan impor CMC Indonesia sejak tahun 2013 hingga 2017 dapat dilihat dalam tabel 1.1

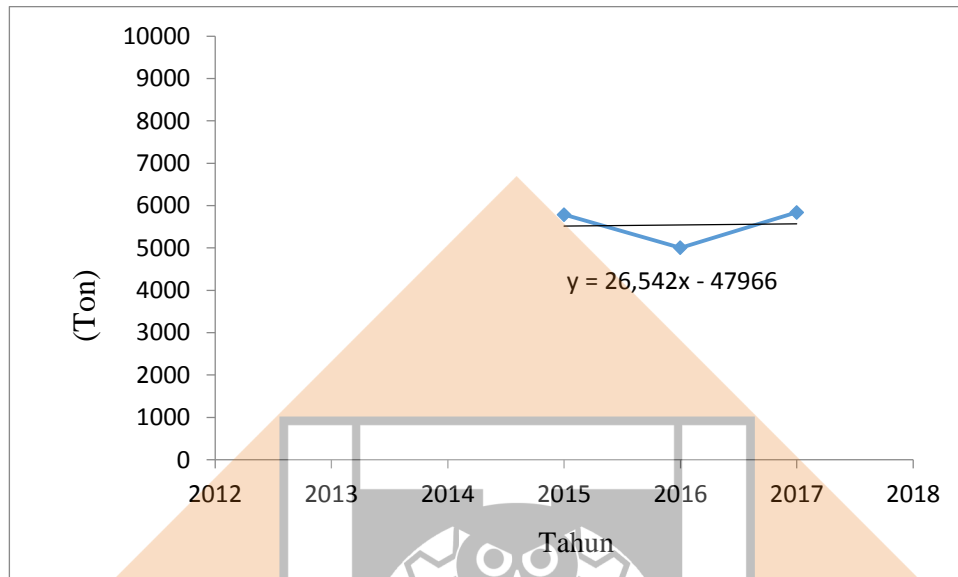
Tabel 1.1 Data Impor CMC Indonesia Tahun 2013 - 2017

Tahun	Jumlah Impor (Ton/tahun)	Sumber
2013	8920	Badan pusat statistik, 2013
2014	8006	Badan pusat statistik, 2014
2015	5787	Badan pusat statistik, 2015
2016	5003	Badan pusat statistik, 2016
2017	5840	Badan pusat statistik, 2017



Gambar 1.1 Linearisasi Perkembangan Impor CMC Indonesia

Dari data yang didapatkan pada tahun 2013 sampai 2017 data impor CMC mengalami perubahan yang signifikan. Sehingga untuk menghitung data impor yang relevan hanya tahun 2015 sampai 2017 untuk menghitung proyeksi perkembangan impor di tahun 2018 sampai 2022 dengan cara dihitung dari persamaan grafik tahun 2015 – 2017 yaitu $Y = 26.542X - 47966$



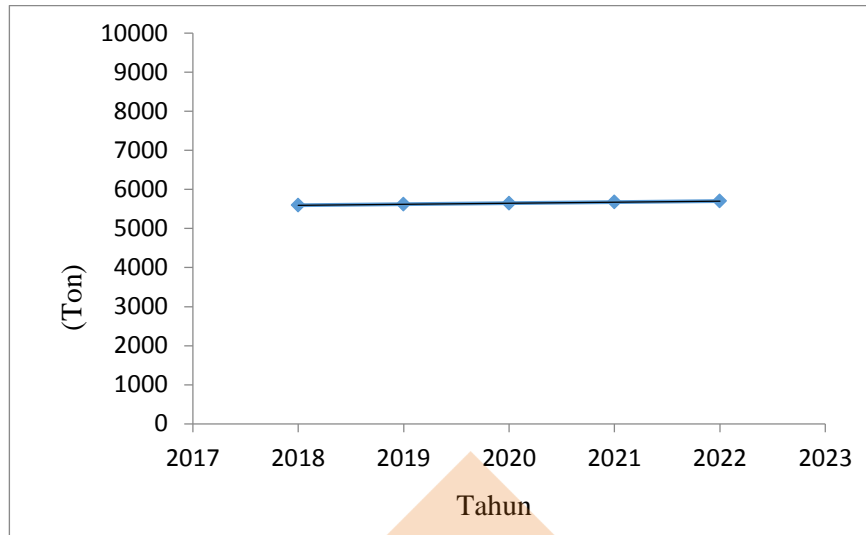
Gambar 1.2 Linearisasi Perkembangan Impor CMC Indonesia

$$\begin{aligned}
 2018: Y &= 26.542X - 47966 \\
 &= 26.542 (2018) - 47966 \\
 &= 5596 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan tahun 2019 – 2022 sama seperti tahun 2018, Y sebagai jumlah CMC dan X sebagai tahun

Tabel 1.2 Perkembangan Impor CMC Indonesia 2018 - 2022

Tahun	Jumlah Impor (Ton/tahun)
2018	5596
2019	5622
2020	5649
2021	5675
2022	5702



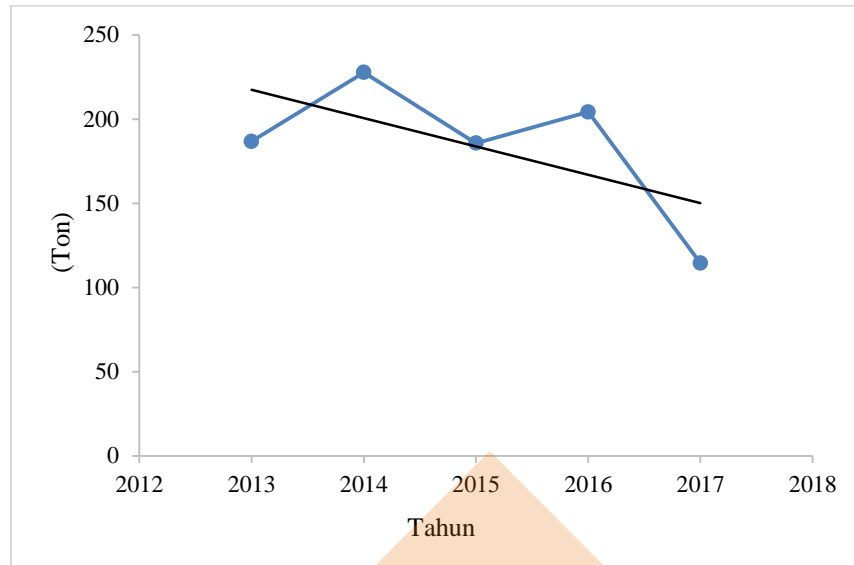
Gambar 1.3 Proyeksi Impor CMC Indonesia Tahun 2018 - 2022

I.2.2. Perkembangan Ekspor CMC di Indonesia

Selama tahun 2013 hingga tahun 2017 tercatat Indonesia melakukan ekspor dengan jumlah yang sedikit dari tahun ke tahun. Untuk lebih jelasnya perkembangan ekspor CMC Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.3

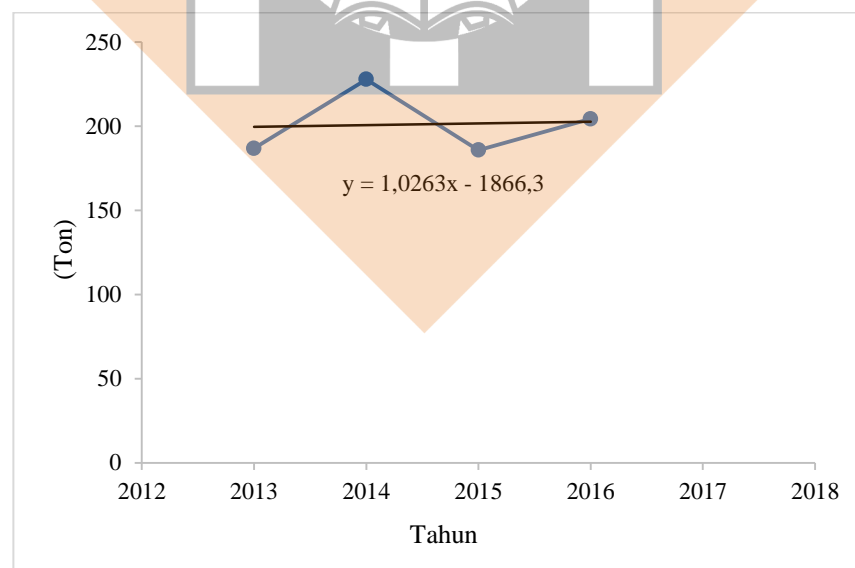
Tabel 1.3 Data Ekspor CMC Indonesia Tahun 2013 - 2017

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/tahun)	Sumber
2013	187	Badan pusat statistik, 2013
2014	228	Badan pusat statistik, 2014
2015	186	Badan pusat statistik, 2015
2016	204	Badan pusat statistik, 2016
2017	114	Badan pusat statistik, 2017



Gambar 1.4 Linearisasi Perkembangan Ekspor CMC Indonesia

Dari data yang didapatkan pada tahun 2013 sampai 2017 data ekspor CMC mengalami penurunan yang signifikan di tahun 2016 ke 2017. Sehingga untuk menghitung data ekspor yang relevan hanya digunakan data pada tahun 2013 sampai 2016 untuk menghitung proyeksi perkembangan impor di tahun 2018 sampai 2022 dengan cara dihitung dari persamaan grafik tahun 2013 – 2016 yaitu $Y = 1.0263X - 1886.3$



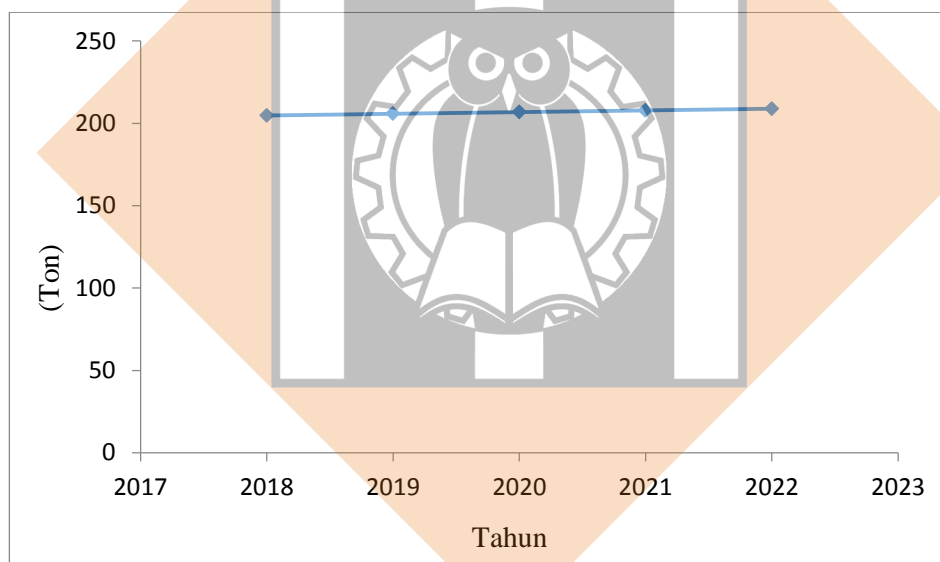
Gambar 1.5. Linearisasi Perkembangan Ekspor CMC Indonesia

$$\begin{aligned}
 2018: Y &= 1.0263X - 1886.3 \\
 &= 1.0263 (2018) - 1886.3 \\
 &= 205 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan tahun 2019 – 2022 sama seperti tahun 2018, Y sebagai jumlah CMC dan X sebagai tahun

Tabel 1.4 Perkembangan Ekspor CMC Indonesia 2018 - 2022

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/tahun)
2018	205
2019	206
2020	207
2021	208
2022	209



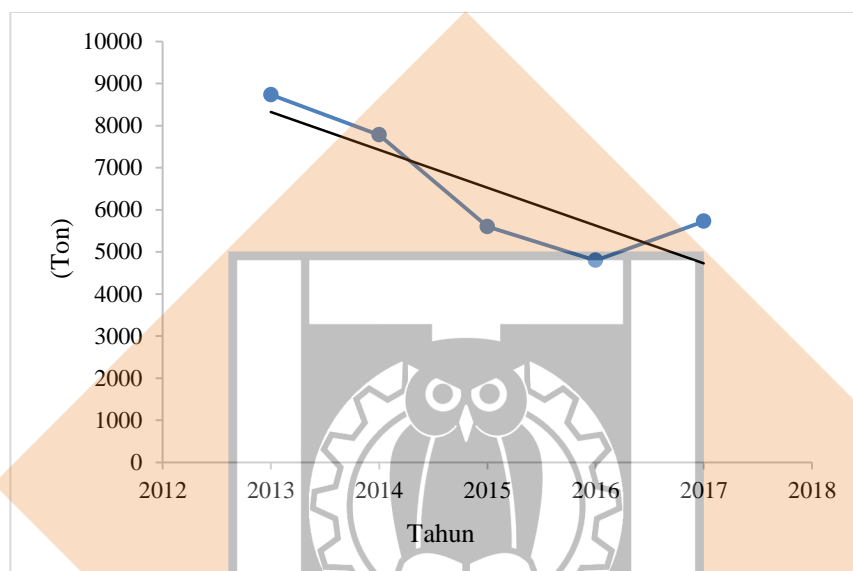
Gambar 1.6 Proyeksi Ekspor CMC Indonesia Tahun 2018 – 2022

I.2.3. Perkembangan Konsumsi CMC di Indonesia

Selama tahun 2013 hingga tahun 2017 tercatat konsumsi Indonesia dengan pertumbuhan yang stabil dari tahun ke tahun. Untuk lebih jelasnya perkembangan konsumsi CMC Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.5

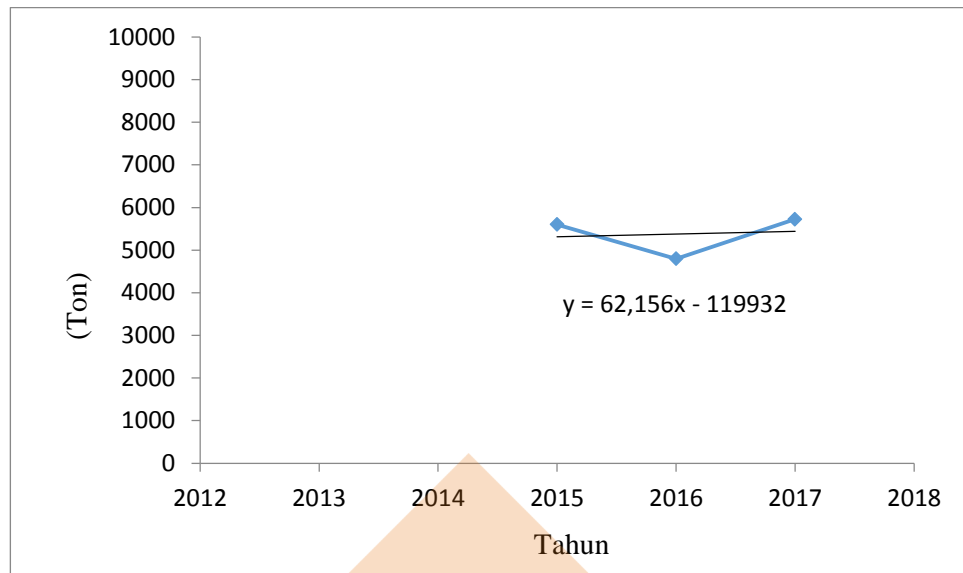
Tabel 1.5 Perkembangan Konsumsi CMC Indonesia Tahun 2013 - 2017

Tahun	Jumlah Konsumsi (Ton/tahun)	Sumber
2013	8733	Badan pusat statistik, 2013
2014	7779	Badan pusat statistik, 2014
2015	5602	Badan pusat statistik, 2015
2016	4799	Badan pusat statistik, 2016
2017	5726	Badan pusat statistik, 2017



Gambar 1.7 Linearisasi Perkembangan Konsumsi CMC Indonesia

Dari data yang didapatkan pada tahun 2013 sampai 2017 data konsumsi CMC mengalami perubahan yang signifikan. Sehingga untuk menghitung data konsumsi yang relevan hanya tahun 2015 sampai 2017 untuk menghitung proyeksi perkembangan impor di tahun 2018 sampai 2022 dengan cara dihitung dari persamaan grafik tahun 2013 – 2016 yaitu $Y = 62.156X - 119932$



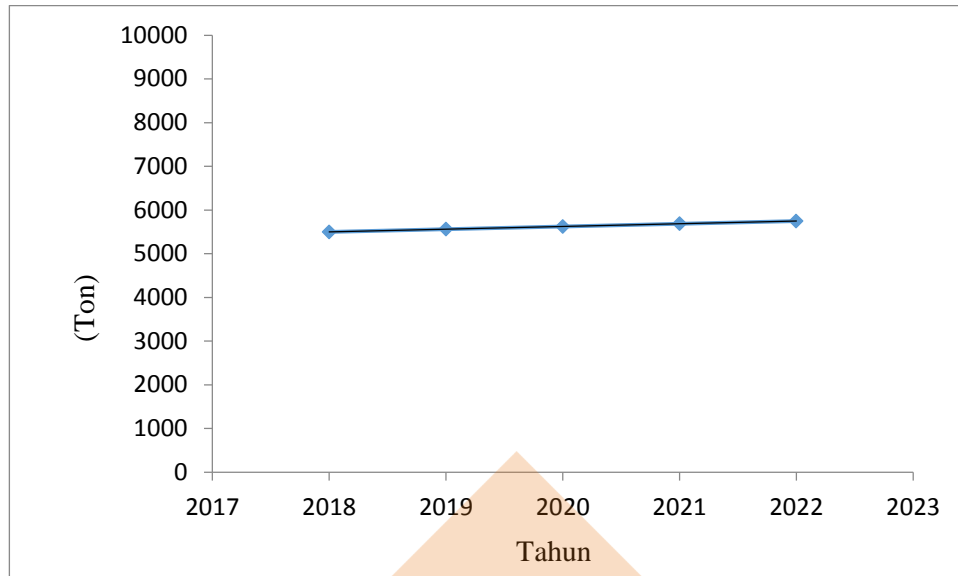
Gambar 1.8 Linearisasi Perkembangan Konsumsi CMC Indonesia

$$\begin{aligned}
 2018: Y &= 62.156X - 119932 \\
 &= 62.156 (2018) - 119932 \\
 &= 5499 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan tahun 2019 – 2022 sama seperti tahun 2018, Y sebagai jumlah CMC dan X sebagai tahun

Tabel 1.6 Perkembangan Konsumsi CMC Indonesia 2018 - 2022

Tahun	Jumlah Konsumsi (Ton/tahun)
2018	5499
2019	5561
2020	5623
2021	5685
2022	5747



Gambar 1.9 Proyeksi Konsumsi CMC Indonesia Tahun 2018 – 2022

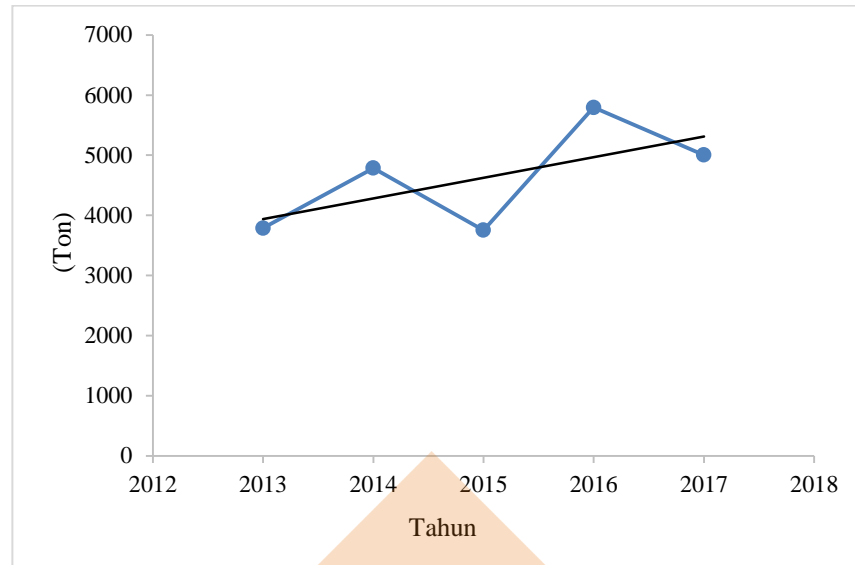
I.2.4. Perkembangan Produksi CMC di Indonesia

Hingga saat ini di dalam negeri telah ada tiga produsen yang memproduksi CMC, yaitu PT Risyad Brasali Chemindo dengan kapasitas produksi CMC mencapai 4000 ton per tahun. Selain itu, juga didirikan PT Humpuss Karboksimetil Selulosa dengan kapasitas pabrik sebesar 6000 ton per tahun dan PT Inti Cellulose Utama dengan kapasitas pabrik sebesar 300 ton/tahun.

Selama tahun 2013 hingga tahun 2017 tercatat produksi Indonesia dengan pertumbuhan yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Untuk lebih jelasnya perkembangan produksi CMC Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.7

Tabel 1.7 Perkembangan Produksi CMC Indonesia Tahun 2013 - 2017

Tahun	Jumlah Produksi (Ton/tahun)	Sumber
2013	3786	Badan pusat statistik, 2013
2014	4785	Badan pusat statistik, 2014
2015	3752	Badan pusat statistik, 2015
2016	5795	Badan pusat statistik, 2016
2017	5003	Badan pusat statistik, 2017



Gambar 1.10 Linearisasi Perkembangan Produksi CMC Indonesia

Dari grafik menunjukkan bahwa produksi CMC mengalami peningkatan di Indonesia. Untuk proyeksi produksi di tahun 2018 – 2022 dianggap stabil yaitu 5003 ton/tahun.

I.3. Penentuan Kapasitas Produksi

Dalam menentukan kapasitas produksi, perlu diketahui peluang pasar dalam negeri pada tahun rencana produksi pabrik yaitu 2022.

Neraca produksi CMC :

$$\text{Produksi} + \text{Impor} = \text{Kebutuhan} + \text{Ekspor} - \text{Peluang}$$

Tabel 1.8 Kebutuhan CMC Indonesia Tahun 2018 - 2022

Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)	Produksi (ton/tahun)	Konsumsi (ton/tahun)
2018	5596	205	5003	5499
2019	5622	206	5003	5561
2020	5649	207	5003	5623
2021	5675	208	5003	5685
2022	5702	209	5003	5747

Berdasarkan data proyeksi perkembangan produksi, impor, ekspor dan konsumsi CMC di Indonesia pada saat ini dan akan datang, di perkirakan akan terus meningkat. Maka dengan melihat proyeksi produksi, konsumsi, impor, dan ekspor pada tahun 2018 - 2022 dapat dilakukan perhitungan peluang pasar, dengan asumsi jumlah produksi CMC di Indonesia tetap. Berikut ini merupakan data perhitungan *supply demand* pada tahun 2022 :

Produksi 2022	=	5003 ton/tahun
Impor 2022	=	5702 ton/tahun
Konsumsi 2022	=	5747 ton/tahun
Ekspor 2022	=	209 ton/tahun
<i>Supply</i>	=	<i>Demand</i>
Produksi + Impor	=	Konsumsi + Ekspor – Peluang pasar
5003 + 5702	=	5747 + 209 – Peluang pasar
10705	=	5956 – Peluang pasar
Peluang Pasar	=	5956 – 10705
	=	-4749 ton/tahun

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa tidak ada peluang pasar karena *supply* lebih besar daripada *demand*.

Untuk menentukan apakah CMC akan diekspor atau diimpor maka dilihat terlebih dahulu data ekspor, impor, dan produksi di dunia pada tabel 1.9, 1.10, dan 1.11

Tabel 1.9 Ekspor CMC Dunia Dalam 5 Tahun Terakhir

Benua	Kebutuhan (Ton/Tahun)	Sumber
Australia	96	UN COMTRADE
Asia	94126	UN COMTRADE
Afrika	3659	UN COMTRADE
Eropa	48483	UN COMTRADE
Amerika Utara	6642	UN COMTRADE
Amerika Selatan	7427	UN COMTRADE

Tabel 1.10 Impor CMC Dunia Dalam 5 Tahun Terakhir

Benua	Kebutuhan (Ton/Tahun)	Sumber
Australia	2114	UN COMTRADE
Asia	9446	UN COMTRADE
Afrika	11188	UN COMTRADE
Eropa	14742	UN COMTRADE
Amerika Utara	37170	UN COMTRADE
Amerika Selatan	9865	UN COMTRADE

Tabel 1.11 Produksi CMC Dunia

Perusahaan	Kebutuhan (Ton/Tahun)
Anqiu Eagle Cellulose (China)	25000
Shanghai SenGuang Edible Chemicals (China)	20000
Xuzhou Liyuan Chemical Industry (China)	15000
Hunan Sentai Biotechnology (China)	10000
Jiaxing Renze Import & Export (China)	500
Qingdao Haisan New Energy (China)	100000
Quimica Amtex (Mexico)	40000
Bin Dawood Flavors Manufacturing (Pakistan)	1800
Coperate Group BLC (Bangladesh)	100000
Biddle Sawyer Fortune Chem (Korea)	1200
Atasoy Kimya Muhendislik (Istanbul)	500
Avenorte Avicola Cianorte (Brazil)	120000

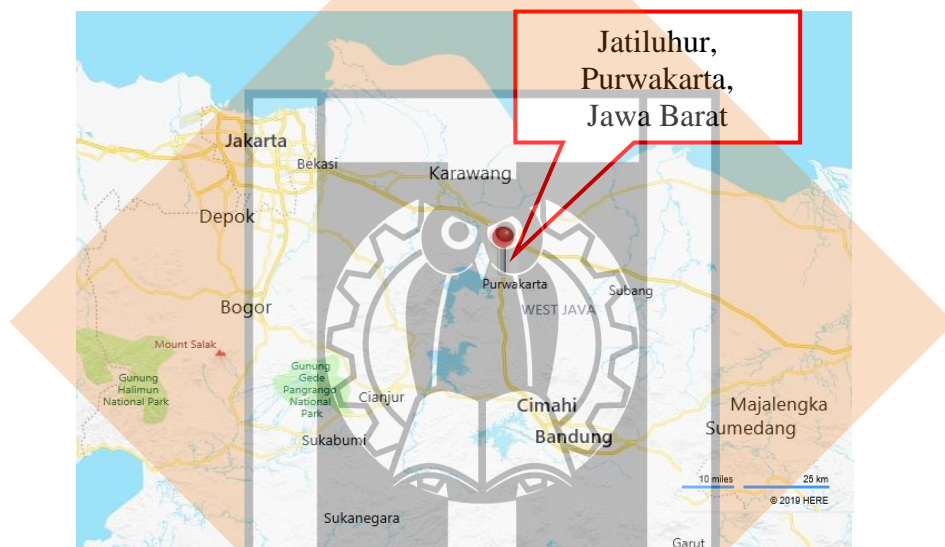
Setelah melihat kebutuhan CMC di dunia maka kapasitas produksi CMC yaitu sebesar 5000 ton/tahun lebih diprioritaskan untuk mengurangi jumlah impor CMC di Indonesia walaupun tidak ada peluang pasar di Indonesia karena tidak memungkinkan untuk ekspor dikarenakan kebutuhan luar negeri sudah tercukupi.

I.4. Pemilihan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan pabrik tersebut. Untuk itu sebelum mendirikan suatu pabrik perlu dilakukan suatu

survey untuk mempertimbangkan faktor-faktor penunjang yang satu dengan yang lainnya saling berkaitan. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan untuk menentukan lokasi pabrik agar secara teknis dan ekonomis pabrik yang didirikan akan menguntungkan antara lain: sumber bahan baku, pemasaran, penyediaan tenaga listrik, penyediaan air, jenis transportasi, kebutuhan tenaga kerja, tinggi rendahnya pajak, keadaan masyarakat, karakteristik lokasi, dan kebijaksanaan pemerintah.

Pabrik CMC akan didirikan di daerah Jatiluhur, Kab. Purwakarta tepatnya di kawasan industri kota bukit indah. Berikut ini peta lokasi rencana pendirian pabrik dapat dilihat pada gambar 1.11



Gambar 1.11 Lokasi Pabrik CMC daerah Jatiluhur Purwakarta

Adapun faktor-faktor yang harus dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

a. Faktor Primer

Faktor Primer ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau sedangkan pabrik masih memperoleh keuntungan yang wajar. Faktor primer meliputi:

1. Penyediaan Bahan Baku

Sumber bahan baku merupakan faktor yang paling penting dalam pemilihan lokasi pabrik terutama pada pabrik yang membutuhkan bahan baku dalam

jumlah besar. Hal ini dapat mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan sehingga perlu diperhatikan harga bahan baku, jarak dari sumber bahan baku, biaya transportasi, ketersediaan bahan baku yang berkesinambungan dan penyimpanannya. Bahan baku *Cellulose* berupa *Cellulose powder* didapatkan dengan membeli secara impor dari China. NaOH didapatkan dengan membeli secara lokal pada PT Megah Utama Lancar, Purwakarta, Jawa Barat. *Sodium Monochloro Acetic* (Na-MCA) didapatkan dengan membeli secara lokal pada PT Jatonas Food & Chemical di Bogor. Etanol didapatkan dengan membeli secara lokal pada PT Energi Agro Nusantara di Mojokerto. Asam asetat glasial didapatkan dengan membeli secara lokal pada PT Indo Acidatama di Solo.

2. Pemasaran Produk

Faktor yang perlu diperhatikan adalah letak wilayah pabrik yang membutuhkan Na-CMC dan jumlah kebutuhannya. Daerah Purwakarta merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena dekat dengan kawasan industri di Jawa Barat dan sekitarnya.

3. Sarana Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Kawasan industri Purwakarta dekat dengan kawasan industri dan pelabuhan internasional di Tanjung Priok yang mempermudah pengiriman produk. Selain itu kawasan ini juga dekat dengan sarana dan prasarana transportasi seperti bandara Soekarno-Hatta dan sarana pengangkutan dengan kereta api di stasiun Purwakarta maupun jalan raya, sehingga memberi kemudahan dalam operaisional, administrasi, dan pengelolaan manajemen.

4. Utilitas

Perlu diperhatikan sarana – sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik dan sarana lainnya sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik. Kawasan industri Purwakarta merupakan kawasan industri yang terencana sehingga kebutuhan utilitas seperti tenaga listrik, air dan bahan bakar dapat diatasi. Lokasi pabrik dekat dengan sumber air dan pusat pengadaan bahan bakar. Kebutuhan air dapat langsung mengambil dari Bendungan Jatiluhur.

Lokasi pabrik dekat dengan sumber air dan pusat pengadaan bahan bakar. Purwakarta memiliki ketersediaan air yang cukup banyak yang berasal dari Bendungan Jatiluhur yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan domestik air di dalam pabrik. Adapun pemasokan listrik pada pabrik ini berasal dari Pembangkit Listrik Jawa Bali (PJB) yang merupakan anak perusahaan dari PT PLN (BUMN). Hal ini dikarenakan lokasi dari pembangkit listrik juga terletak di daerah yang sama dan cukup dekat dari lokasi pabrik.

5. Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin – mesin produksi dan juga bagian pemasaran dan administrasi. Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah dan sekitarnya karena angka pengangguran di pulau jawa masih tinggi yaitu sebesar 7.73%

b. Faktor Sekunder

1. Perluasan Areal Pabrik

Purwakarta memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik karena mempunyai areal yang cukup luas. Hal ini perlu diperhatikan karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk, akan menuntut adanya perluasan pabrik.

2. Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi menyangkut iklim di daerah tersebut serta kondisi sosial dan sikap masyarakatnya yang sangat mendukung bagi sebuah kawasan industri terpadu.

3. Kebijakan Pemerintah

Sesuai dengan kebijakan pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan daerah Industri Purwakarta sebagai kawasan industri terpadu (jauh dari kepadatan penduduk dan tersedianya cadangan air yang cukup banyak). Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam perizinan, pajak, dan lain-lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

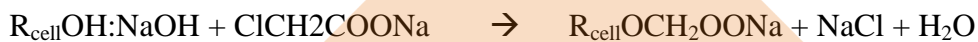
4. Kemasyarakatan

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di Purwakarta tepat untuk didirikan Pabrik CMC.

I.5. Proses produksi CMC di Indonesia

CMC dibuat dengan reaksi antara selulosa dan sodium kloroasetat dengan kehadiran NaOH. Reaksi samping yang menghasilkan sodium glikolat berlangsung secara simultan.

Reaksi:



Produk samping yang dihasilkan adalah Sodium glikolat (*sodium hidroxyacetate*)



Proses produksi CMC dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan proses *batch* dan proses kontinu. Seperti dalam semua eterifikasi selulosa, efisiensi karboksimetilasi akan meningkat dan reaksi samping akan berkurang pada konsentrasi NaOH tinggi. Dalam kebanyakan proses, asam monokloroasetat dikonversi menjadi sodium kloroasetat *in situ*. Untuk hal ini maka diperlukan NaOH berlebih.

Pemilihan proses untuk produksi CMC berdasarkan perbandingan 3 (tiga) paten, yaitu paten Robert J. Dearborn (1968), paten Kikuo Takehara (1971), dan paten International Journal of Biological Macromolecules (2015).

I.6. Pemilihan Proses

I.6.1. Proses Robert J. Dearborn 26 Maret 1968

CMC dibuat dengan cara mereaksikan selulosa dengan larutan asam kloroasetat dan natrium hidroksida. Rasio dari campuran reaksi disesuaikan dan campuran tersebut dibiarkan bereaksi sampai perbandingan gugus karboksimetil

yang tersubstitusi ke dalam molekul glukosa berada dalam kisaran dari 0.45 sampai 0.85 sampai 1.

Pada proses pembuatan CMC hasil reaksi berbentuk slurry, asam kloroasetat 77 % dicampur dengan natrium hidroksida 65% pada suhu 30°C. 133 % *cellophane* (mengandung 16% glikol dan 9% air) kemudian direndam dalam larutan natrium kloroasetat (hasil reaksi) sampai benar-benar homogen. Air yang terkandung dalam campuran kemudian dihilangkan dengan vakum evaporasi pada suhu 15°C-25°C.

Campuran kemudian dinetralkan dengan gas karbon dioksida hingga pH 8.0 hingga 8.5, kemudian dikeringkan sehingga dihasilkan natrium karboksimetil selulosa dengan yield sebesar 73%.

I.6.2. Proses Kikuo Takehara 6 April 1971

240 bagian dari ethanol 95%, 80 bagian dari benzene, dan 100 bagian dari pulp kayu yg memiliki kemurnian 90% dimasukkan ke dalam reaktor. Campuran tersebut dipanaskan pada suhu 25°C selama 5 menit. Sodium hidroksida 57% dimasukkan ke dalam reactor kemudian dilakukan pengadukan pada suhu sekitar 25°C sampai 30°C selama 40 menit. Suhu dipertahankan pada 30°C sampai 50°C pada saat penambahan 48.5 bagian *monochloroacetic acid* padat ke dalam reactor selama 30 menit, kemudian suhu dinaikan sampai 65°C sehingga terjadi proses eterifikasi. Setelah 1 jam, 5 bagian dr *trichloroacetic acid* ditambahkan kedalam reaktor selama 1 menit, dan pengadukan dilanjutkan selama 1 jam. Kemudian campuran di dalam reaktor dinetralkan menggunakan acetic acid, dicuci 3 kali menggunakan 80% methanol lalu dikeringkan. Didapatkan produk CMC dengan viskositas 1.160 Cps dan 0.73 degree substitusi.

I.6.3. Proses International Journal of Biological Macromolecules 2015

Pembuatan CMC dilakukan dengan dua reaksi yaitu alkalisasi dan eterifikasi. Reaksi alkalisasi dilakukan pada suhu 30°C. Pertama reaksi alkalisasi, larutan NaOH 30% (w/v) dan selulosa dengan perbandingan 1 : 2.7 dimasukkan ke dalam reactor kemudian dilakukan pengadukan selama satu jam. Etanol 70% digunakan sebagai solven pada langkah ini. Kemudian, reaksi eterifikasi, 98% (w/v) asam monokloroasetat (MCA) ditambahkan ke dalam reactor sambil diaduk

selama 30 menit dengan perbandingan 1 : 1.2 dari selulosa. Dilanjutkan pengadukan selama 3.5 jam pada suhu 55°C. Produk yang diperoleh kemudian disaring dan direndam dalam 200 mL etanol 70%. Campuran dinetralkan menggunakan asam asetat glasial. Kemudian sampel dicuci, pertama dalam larutan etanol 70% dan kemudian dengan etanol absolut, untuk menghilangkan produk samping yang tidak diinginkan. Kemudian sampel disaring dan dikeringkan dalam pada suhu 60°C. Didapatkan produk CMC dengan kemurnian 99.99% dan yield 149.38%

Dalam perancangan pabrik CMC ini, penentuan proses yang akan digunakan harus dilakukan secara teliti dengan berbagai pertimbangan. Proses yang terbaik untuk diterapkan dapat ditentukan dengan melakukan perbandingan dan berbagai proses yang ada dan menyesuaikan dengan kondisi perekonomian saat ini.

Tabel.1.12 Perbandingan Proses Pembuatan *Carboximethyl Cellulose*

Metode	Robert J. Dearborn	Kikuo Takehara	International Journal of Biological Macromolecules
Tahun	1968	1971	2015
Bahan Baku	<ul style="list-style-type: none"> - Cellophane 75% - Asam Kloroasetat 77% - NaOH 65% - Gas CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> - Wood pulp 90% - Ethanol 95% - Benzene - NaOH 57% - MCA 70% - CH₃COOH - TCA 5% - Methanol 80% 	<ul style="list-style-type: none"> - Selulosa Murni 99% - Ethanol 70% - Ethanol 99% - NaOH 30% - MCA 98% - CH₃COOH
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Suhu	30°C	65°C	55°C
Waktu	10 jam	3.5 jam	4.5 jam
Proses	Batch	Batch	Batch
Reaktor	RATB	RATB	RATB
Purity	72.5%	-	99%
Yield	73%	-	149.38%

Dengan melihat perbandingan proses tersebut, proses yang akan kami gunakan dalam pra perancangan pabrik CMC adalah metode International Journal of Biological Macromolecules (2015) dengan alasan sebagai berikut:

a. Bahan baku

Bahan baku yang digunakan selulosa murni 99.9% dengan ukuran partikelnya 74 μm . Selulosa murni paling mudah ditemukan di pasaran dibandingkan dengan cellophane dan wood pulp.

b. Suhu

Dari segi suhu, metode ini memiliki suhu bukan yang paling rendah namun bisa dipilih karena bukan memiliki suhu yang paling tinggi. Suhu berkaitan dengan energy dan cost. Sehingga apabila suhunya dipilih yang rendah maka energy yang digunakan juga menjadi lebih kecil.

c. Waktu

Dari segi waktunya metode ini memiliki waktu bukan yang paling cepat namun bisa dipilih karena bukan yang memiliki waktu paling lama. Kerena waktu berhubungan dengan efisiensi dan neraca massa serta energy sehingga pemilihan waktu yang paling singkat adalah waktu yang tepat.

d. Purity

Purity atau kemurnian dalam metode ini yang dihasilkan sebesar 99.99% hasil yang paling besar dibandingkan dengan metode lainnya. Kemurnian yang tinggi sangat diharapkan dalam proses produksi karena semakin tinggi konsentrasinya maka harga jual di pasarannya pun lebih tinggi.

e. Yield

Metode ini menghasilkan yield paling besar. Semakin tinggi nilai yield maka semakin banyak produk yang dihasilkan.