



PRA RENCANA PABRIK  
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN  
METODE RUSSEL NELSON

---

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

**I.1 Latar Belakang**

**I.1.1 Alasan Pendirian Pabrik**

Carboxymethyl cellulose (CMC) merupakan bentuk crude grade yang berfungsi sebagai adhesive atau lem yang digunakan sejak Perang Dunia I. Perkembangan teknologi dan industri memunculkan perkembangan penggunaan Carboxymethyl cellulose (CMC) di Perang Dunia II yakni sebagai anti redeposisi dalam deterjen sintetik. Pada tahun 1963 perkembangan Carboxymethyl cellulose (CMC) di Amerika Serikat semakin besar dengan produksi melebihi 19.400 ton/tahun hingga pada tahun 1983 mencapai 300.000 ton/tahun. Selain dalam bentuk crude grade, Carboxymethyl cellulose (CMC) pure grade yang dikembangkan banyak digunakan di industri makanan dan farmasi yaitu sebagai bahan baku pembantu (penunjang) dalam industri kertas dan sebagai bahan tambahan dalam industri pangan yang berfungsi sebagai penstabil, pengemulsi, dan pengental. Carboxymethyl cellulose (CMC) juga banyak dimanfaatkan dalam bidang non pangan seperti industri kosmetik, tekstil, cat, keramik, litografi, detergen, perekat, insektisida (Hasibuan, 2016).

Kebutuhan akan karboksimetil selulosa cenderung terus meningkat dari tahun ke tahun. Kebutuhan CMC di Indonesia sementara hanya dipenuhi oleh pabrik yaitu PT. Arbe Chemindo dengan perkiraan kapasitas produksi pada tahun 2027 sebesar 7.000 ton (Kemenperin, 2024). Namun, berdasarkan kapasitas produksi pabrik yang telah berdiri di Indonesia tersebut belum mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri. Oleh karena itu, pendirian pabrik karboksimetil selulosa baru di Indonesia menjadi sangat penting untuk dilakukan.

Pendirian pabrik CMC di Indonesia telah banyak direncanakan oleh perancang dengan berbagai macam proses produksi, seperti proses *semi-dry* dan *slurry*. Pada proses *semi-dry* mengacu pada (Anugrah, 2022) dengan alat utama



## PRA RENCANA PABRIK PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN METODE RUSSEL NELSON

---

yaitu reaktor putar yang memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari pra desain pabrik menggunakan proses ini adalah tidak menggunakan pengencer inert yang harganya relatif mahal. Namun, di sisi lain, tidak adanya pengencer inert akan mengakibatkan reaksi tidak berjalan merata. Hal ini diakibatkan ketika selulosa bubuk di reaksikan dengan reaktan akan cenderung terjadi penggumpalan. Penggumpalan selulosa ini menyebabkan reaksi tidak berjalan merata karena permukaan kontak antara reaktan berkurang. Akibatnya, produk CMC yang dihasilkan memiliki derajat substitusi yang tidak seragam, sehingga memerlukan proses pemeraman pada *aging tank* untuk menstabilkan ikatan. Proses produksi CMC dengan proses *semi-dry* ini secara keseluruhan memerlukan waktu yang relatif lama sehingga berpengaruh pada meningkatnya biaya produksi. Berdasarkan uraian mengenai kekurangan proses *semi-dry* di atas, menyebabkan proses tersebut mulai banyak ditinggalkan.

Proses produksi CMC yang umumnya digunakan saat ini yaitu proses *slurry*. Pada proses ini, alat utama yang digunakan yaitu reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Keunggulan utama dari proses *slurry* ini terletak pada penggunaan pengencer inert seperti alkohol alifatik rendah yang bertujuan untuk mencegah penggumpalan selulosa, memoderasi kinetika reaksi, dan memudahkan pemisahan produk dari campuran. Terdapat beberapa perancang yang telah melakukan pra desain pabrik CMC dengan proses *slurry*, seperti (Khinanta, 2018) dan (Murdiansyah, 2022). Namun, pada pra desain pabrik tersebut masih memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan dari pra desain pabrik (Khinanta, 2018) terdapat pada penggunaan *rotary cooler* dimana gerakan putar dan gaya sentrifugal yang dihasilkan dapat meningkatkan risiko kerusakan pada produk. Selain itu, kelemahan pra desain pabrik (Murdiansyah, 2022) terdapat pada penggunaan koil pada reaktor. Pada produksi CMC, *slurry* yang mengandung NaOH dapat menyebabkan korosi pada koil, mengurangi umur pakai, dan memerlukan biaya tambahan untuk perawatan dan penggantian. Selain itu, pada proses pemisahan produk dan *impurities* menggunakan *rotary drum vacuum filter* yang dilengkapi dengan air pencuci. Penggunaan air pencuci tidak diperlukan karena produk CMC

---



## PRA RENCANA PABRIK PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN METODE RUSSEL NELSON

---

dapat larut dalam air pencuci, sehingga ikut terbuang bersama filtrat. Hal ini dapat menyebabkan penurunan rendemen (*yield*) produk.

Berdasarkan kelemahan pra desain pabrik yang telah dijelaskan di atas, maka dilakukan pembaruan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi. Pada pra rencana pabrik ini dilengkapi dengan jaket pada RATB yang menghasilkan distribusi panas yang lebih merata di sepanjang permukaan reaktor serta tidak mengganggu proses reaksi dari bahan karena desain jaket berada di luar reaktor. Pembaruan lainnya terletak pada penggunaan *cooling screw conveyor* untuk mendinginkan produk. Jenis alat pendingin ini menghasilkan pendinginan secara bertahap dan lebih lambat dibandingkan dengan *rotary cooler*. Hal ini menghasilkan kristalinitas yang lebih baik sehingga meningkatkan kualitas produk akhir. Selain itu, pada pra desain ini menggunakan *rotary drum vacuum filter* yang tidak dilengkapi dengan air pencuci untuk menghindari kehilangan produk. Pembaruan lebih lanjut terletak pada proses untuk mendaur ulang dari pengencer inert yang harganya relatif mahal. Alat yang digunakan yaitu distilasi yang memiliki efisiensi pemisahan tinggi untuk memisahkan campuran dengan perbedaan titik didih lebih besar.

Pendirian pabrik Carboxymethyl cellulose (CMC) diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri terutama mengurangi kebutuhan impor sehingga dapat mengurangi jumlah anggaran negara serta membantu pemerintah dalam mengatasi permasalahan keterbatasan lapangan pekerjaan di Indonesia. Pendirian pabrik Carboxymethyl cellulose (CMC) sejalan dengan kebijakan pemerintah yang akan memacu pertumbuhan industri lain, baik penyedia bahan baku maupun bahan penunjang serta terserapnya tenaga kerja sehingga dapat membantu kesejahteraan masyarakat.

### **I.2 Kegunaan Produk**

Karboksimetil selulosa (CMC) merupakan bahan dengan kegunaan yang sangat luas dalam industri kimia. Kegunaan tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Industri makanan dan minuman digunakan untuk menghambat



## PRA RENCANA PABRIK PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN METODE RUSSEL NELSON

---

- pertumbuhan kristal es, pengental adonan, pengikat air, meningkatkan tekstur dan sebagai pembantu ekstruksi, diantaranya yaitu PT. Gandum Mas Kencana (Tangerang), PT. Nirwana Lestari (Bekasi), PT. Ultra Prima Abadi (Surabaya), dan PT. Diamond Cold Storage (Surabaya).
2. Industri kosmetik dan farmasi digunakan untuk pengikat air, pembentuk granula, penstabil, pembentuk suspensi, promotor adhesi, *gellant* dan pembentuk film, diantaranya yaitu PT. Lion Wings (Jakarta), PT. Adimulya Sarimas Indonesia (Jakarta), dan PT. Cendo Pharmaceutical Industries (Bandung).
  3. Industri detergen digunakan sebagai agen untuk anti-redeposisi, seperti PT. Sayap Mas Utama (Jakarta) dan PT. KAO Indonesia (Cikarang).
  4. Industri pemrosesan kertas digunakan sebagai agen pengikat, meningkatkan kekuatan kering, dan pengental, diantaranya yaitu PT. Pindo Deli Pulp and Paper Mills (Karawang) dan PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk (Surabaya-Mojokerto).
  5. Industri minyak dan gas digunakan untuk proses eksplorasi minyak dan gas baik di darat maupun lepas pantai. CMC menawarkan sifat aliran yang luar biasa pada lumpur pengeboran, meningkatkan retensi air dan meminimalkan penetrasi cairan pengeboran ke lingkungan, diantaranya adalah PT Pertamina (Persero) (Jakarta).
  6. Industri tekstil digunakan sebagai pembentuk film, promotor adhesi, pengental, dan pengikat air, diantaranya PT. Sinar Antjol (Jakarta).

(Mordor, 2024)

### I.3 Manfaat

Pendirian pabrik karboksimetil selulosa (CMC) ini diharapkan memiliki manfaat, antara lain:

1. Adanya pabrik CMC ini diharapkan dapat mendorong perkembangan industri CMC di Indonesia secara umum serta diharapkan dapat mendorong berdirinya industri kimia lain yang menggunakan bahan baku utama



## PRA RENCANA PABRIK PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN METODE RUSSEL NELSON

---

maupun bahan baku penunjang berupa CMC.

2. Dalam jangka panjang, dengan meningkatnya permintaan CMC di pasar dunia, diharapkan Indonesia menjadi salah satu produsen yang dapat memproduksi CMC dalam skala besar sehingga dapat mengekspor sekaligus dapat menambah devisa negara. Hal ini sejalan dengan data kebutuhan CMC di pasar dunia yang diperkirakan akan meningkat sebesar 4,64% pada periode 2024 – 2029, dengan permintaan global tertinggi berada di pasar Asia Pasifik khususnya pada negara China, India, dan Jepang (Mordor, 2024).
3. Dari segi sosial dan ekonomi, dengan adanya pabrik ini dapat menyerap tenaga kerja dan secara tidak langsung dapat meningkatkan perekonomian masyarakat.

### **I.4 Aspek Ekonomi**

Karboksimetil selulosa (CMC) merupakan jenis eter selulosa yang paling banyak digunakan dalam industri karena memiliki bidang aplikasi yang luas. Permintaan karboksimetil selulosa begitu tinggi sehingga Indonesia harus mengimpor dari beberapa negara seperti Amerika Serikat, India, Jepang, dan Korea Selatan untuk memenuhi kebutuhan CMC di dalam negeri. Perencanaan pabrik CMC ini memiliki tujuan utama untuk memenuhi kebutuhan CMC dalam negeri yang cenderung meningkat setiap tahunnya. Dalam pendirian pabrik penentuan kapasitas produksi menjadi salah satu hal penting dalam berdiri dan beroperasinya suatu pabrik. Penentuan kapasitas produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor.

#### **I.4.1 Data Kebutuhan Impor di Indonesia**

Konsumsi Carboxymethyl Cellulose (CMC) diperkirakan terus meningkat seiring dengan bertambahnya tahun. Selain mengandalkan produksi dalam negeri, pemenuhan kebutuhan CMC di Indonesia dilakukan dengan impor CMC dari luar negeri. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) diperoleh data impor Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia dari tahun 2019-2023.



PRA RENCANA PABRIK  
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN  
METODE RUSSEL NELSON

Tabel I. 1 Data Kebutuhan Impor Carboxymethyl Cellulose (CMC)

No	Tahun	Jumlah Impor (ton)
1	2019	19.021,175
2	2020	18.328,915
3	2021	21.406,312
4	2022	28.210,645
5	2023	22.339,245

(Sumbe : BPS [3912310000] Carboxymethyl Cellulose, 2024)

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2019-2023 kebutuhan impor Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia cukup fluktuaktif yang mana pada tahun 2020 terjadi penurunan impor Carboxymethyl Cellulose (CMC) kemudian pada tahun 2020-2022 terjadi kenaikan impor Carboxymethyl Cellulose (CMC) lalu pada tahun 2023 kembali terjadi penurunan impor. Berdasarkan dari data tersebut kebutuhan impor Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia mengalami peningkatan.

#### I.4.2 Data Kebutuhan Ekspor di Indonesia

Ekspor memiliki peranan yang sangat penting dalam perekonomian suatu negara. Kebutuhan ekspor dapat menumbuhkan nilai ekonomis Carboxymethyl Cellulose (CMC) lebih tinggi. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) diperoleh data ekspor Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia dari tahun 2019-2023.

Tabel I. 2 Data Kebutuhan Ekspor Carboxymethyl Cellulose (CMC)

No	Tahun	Jumlah Ekspor (ton)
1	2019	396,178
2	2020	700,707
3	2021	804,698
4	2022	898,982
5	2023	617,456

(Sumber : BPS [3912310000] Carboxymethyl Cellulose, 2024)



PRA RENCANA PABRIK  
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN  
METODE RUSSEL NELSON

Berdasarkan data ekspor Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia terjadi kenaikan ekspor pada tahun 2019-2022 kemudian terjadi penurunan ekspor pada tahun 2023. Berdasarkan data tersebut, penurunan ekspor pada tahun 2023 terjadi karena produksi Carboxymethyl Cellulose (CMC) yang tidak cukup banyak untuk di ekspor ke luar negeri.

#### I.4.3 Data kapasitas Produksi di Indonesia

Carboxymethyl Cellulose (CMC) telah diproduksi di Indonesia. Pabrik yang telah beroperasi di Indonesia diantaranya PT Arbe Chemindo kapasitas 7.000 ton/tahun.

#### I.4.4 Data Kebutuhan Konsumsi Dalam Negeri

Berdasarkan dari data impor, data ekspor, dan data produksi dalam negeri. Hasil dari jumlah kebutuhan Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia mengalami peningkatan. Jumlah ekspor Carboxymethyl Cellulose (CMC) masih sangat tinggi. Berikut merupakan data kebutuhan konsumsi Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia :

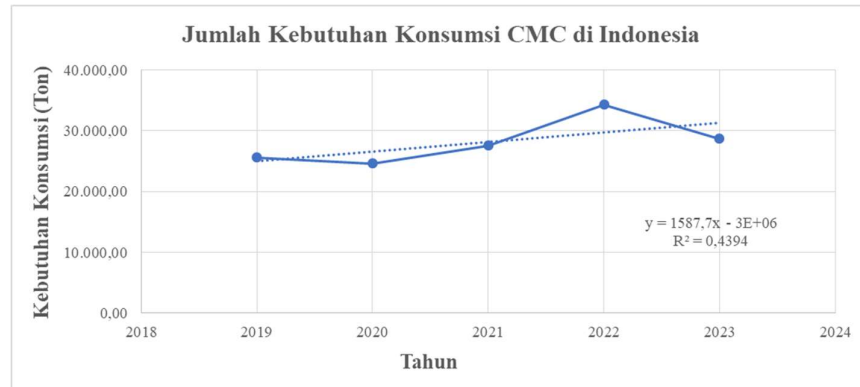
Tabel I. 3 Data Kebutuhan Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia

Tahun	Ton/ Tahun			
	Impor	Ekspor	Produksi Negeri	Jumlah Kebutuhan
2019	19.021,175	396,178	7.000	25.625,00
2020	18.328,915	700,707	7.000	24.628,21
2021	21.406,312	804,698	7.000	27.601,61
2022	28.210,645	898,982	7.000	34.311,66
2023	22.339,245	617,456	7.000	28.721,79

Berdasarkan data di atas kemudian diperoleh grafik kebutuhan konsumsi Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia pada tahun 2019-2023 sebagai berikut :



PRA RENCANA PABRIK  
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN  
METODE RUSSEL NELSON



Gambar I. 1 Grafik Jumlah Kebutuhan Konsumsi CMC di Indonesia

Berdasarkan grafik kebutuhan konsumsi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dari tahun 2019-2023 mengalami peningkatan. Berdasarkan data kebutuhan konsumsi Carboxymethyl Cellulose (CMC) di Indonesia yang dihitung dari (nilai impor + produksi dalam negeri – nilai ekspor), mengalami peningkatan dari 25.625,00 ton pada tahun 2019 menjadi 28.721,79 ton pada tahun 2023. Kenaikan impor Carboxymethyl Cellulose (CMC) yang terjadi hampir setiap tahun memerlukan pendirian pabrik Carboxymethyl Cellulose (CMC) untuk menekan nilai impor dan menambah nilai ekspor di Indonesia.

#### I.4.5 Perencanaan Kapasitas Produksi

Berdasarkan data-data yang tersedia dilakukan perhitungan untuk mengetahui kapasitas pabrik Carboxymethyl Cellulose (CMC) yang akan dirancang dan beroperasi pada tahun 2028.

Kapasitas perencanaan produksi metode regresi linear

$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$y = b x + a$$

(Montgomery Douglas C, 2021)





PRA RENCANA PABRIK  
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN  
METODE RUSSEL NELSON

---

$$b = \frac{284751070,700 - \frac{10105 \times 140888,270}{5}}{20422215 - \frac{(10105)^2}{5}} = 1587,7$$

$$a = 28.177,654 - 1587,7 \times 2021 = -3180570,109$$

$$y = 1587,7 \times 2028 + (-3180570,109) = 39.291,57$$

Diproyeksikan pabrik berdiri pada tahun 2028 dengan jumlah prediksi kebutuhan Carboxymethyl Cellulose (CMC) sebesar 39.291,57 ton pada tahun 2028. Berdasarkan hal tersebut maka pabrik Carboxymethyl Cellulose (CMC) yang akan didirikan pada tahun 2028 memiliki kapasitas 40.000 ton.



PRA RENCANA PABRIK  
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN  
METODE RUSSEL NELSON

---

## I.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

### I.5.1 Bahan Baku

#### 1. Selulosa

##### a. Sifat Fisika

- Fase : Padat
- Warna : Putih
- *Specific gravity* : 1,3 – 1,4 gr/cm<sup>3</sup>
- Kelarutan dalam air : Tidak dapat larut
- Kelarutan dalam alkohol : Tidak dapat larut

##### b. Sifat Kimia

- Rumus molekul : (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>x</sub>
- Berat molekul : 162,14 gr/mol

##### c. Mutu

- Kemurnian : 95%
- *Impurities* (H<sub>2</sub>O) : 5%

(PT. Markaindo Selaras, 2025)

#### 2. Natrium Hidroksida

##### a. Sifat Fisika

- Warna : Putih
- *Specific gravity* : 2,130 gr/cm<sup>3</sup>
- Titik didih : 1390 °C
- Titik leleh : 318,4 °C
- Kelarutan dalam air : 42 ml/100 ml pada suhu 0°C ; dan 347 ml/100 ml pada suhu 100°C

##### b. Sifat Kimia

- Rumus molekul : NaOH
- Berat molekul : 40,00 gr/mol



PRA RENCANA PABRIK  
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN  
METODE RUSSEL NELSON

---

c. Mutu

- Kemurnian : 98%
- *Impurities* (H<sub>2</sub>O) : 2%

(PT. Chemindo Multi Indosukses, 2025)

3. Natrium Monokloroasetat

a. Sifat Fisika

- Fase : Padat
- Warna : Putih
- Bau : Tidak berbau
- Titik leleh : 170 °C
- pH : 5,5
- Kelarutan : Larut dalam air

b. Sifat Kimia

- Rumus molekul : ClCH<sub>2</sub>COONa
- Berat molekul : 116,48 gr/mol

c. Mutu

- Kemurnian : 98%
- *Impurities* (H<sub>2</sub>O) : 2%

(PT Jatonas Food and Chemical, 2025)

4. Aseton

a. Sifat Fisika

- Fase : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Titik didih : 56,5 °C
- Titik leleh : -94,6 °C
- Densitas : 0,7845 g/ml
- Kelarutan dalam air : Larut pada suhu 20 °C



PRA RENCANA PABRIK  
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN  
METODE RUSSEL NELSON

---

b. Sifat Kimia

- Rumus molekul :  $C_3H_6O$
- Berat molekul : 58,08 gr/mol

c. Mutu

- Kemurnian  $C_3H_8O$  : 99,6 %
- *Impurities* ( $H_2O$ ) : 0,4 %

(PT Darnaist Esa Artha, 2025)

5. Air

a. Sifat Fisika

- Fase : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- *Specific gravity* : 1,00 gr/cm<sup>3</sup> (pada suhu 4°C)
- Titik didih : 100 °C
- Titik leleh : 0 °C
- Kelarutan : Larut dalam alkohol

b. Sifat Kimia

- Rumus molekul :  $H_2O$
- Berat molekul : 18,02 gr/mol

(SNI, 2023)

Air yang dibutuhkan diambil dari Sungai Cibanten, yang akan dilakukan pengolahan terlebih dahulu dalam unit utilitas sehingga menghasilkan air yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

I.5.2 Produk

1. Carboxymethyl Cellulosa (CMC)

a. Sifat Fisika

- Fase : Padat
- Densitas : 1,6 gr/cm<sup>3</sup>
- Titik didih : 527,1 °C (pada tekanan 760 mmHg)



PRA RENCANA PABRIK  
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN  
METODE RUSSEL NELSON

---

- Titik nyala : 286,7 °C
  - Kelarutan : Larut dalam air, namun tidak larut dalam pelarut organik
- b. Sifat Kimia
- Rumus molekul :  $C_8H_{11}O_7Na$
  - Berat molekul : 251,34 gr/mol
- c. Syarat Mutu
- Kadar CMC, %min : 65,0%
  - Glikolat bebas, %max : 10,0%
  - Derajat substitusi : 0,4 – 1,0
  - pH larutan 1% : 6,0 – 8,5

(SNI, 2019)