

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Semen secara umum merupakan bahan yang digunakan oleh para pekerja konstruksi sebagai bahan material bangunan yang bersifat *adhesive* dan kohesif. Semen umumnya berbentuk tepung dan memiliki jenis serta tipe yang berbeda-beda tergantung dari jenis bahan penyusunnya dan kegunaannya dalam konstruksi bangunan. Industri semen menjadi salah satu industri yang mengalami perkembangan sangat pesat seiring dengan bertumbuhnya pembangunan di Indonesia. Proses konstruksi bangunan hampir membutuhkan atau menggunakan semen sebagai bahan campuran atau perekat. Pada umumnya terdapat beberapa jenis semen yang beredar dipasaran Indonesia menurut Buletin bina marga berkarya, 2020. Semen yang beredar di pasaran Indonesia terdiri dari berbagai jenis semen diantaranya adalah semen *ordinary portland cement* (OPC) yang terdiri dari semen portland (SNI 15-2049-2004) dan *non-ordinary portland cement* (Non-OPC) yang terdiri dari semen portland pozzoland/PPC (SNI 15-0302-2004) dan semen portland komposit/ PCC (SNI 15-7064-2004). Pada era mendatang Indonesia akan mengalami perkembangan dalam pembangunan infrastruktur. Contohnya seperti pembangunan infrastruktur di beberapa wilayah dan daerah secara merata, pembangunan hotel, pembuatan jalan tol dan sebagainya. Pendirian pabrik ini bertujuan untuk memproduksi semen portland pozzolan (PPC), dimana semen portland pozzolan (PPC) banyak dimanfaatkan untuk menggantikan semen *ordinary portland cemen* (OPC) karena mudah untuk didapat dan harganya lebih ekonomis. Selain itu karena bahan baku utama pembuatan semen yaitu batu kapur ketersediaan sangat berlimpah dan belum dikelola secara optimal.

### I.2 Karakteristik Bahan Baku Utama

#### I.2.1 Batu Kapur

Batu kapur merupakan salah satu jenis batuan sedimentasi yang mengandung banyak senyawa karbon dan organik. Batu kapur memiliki karakteristik warna yang berbeda yaitu warna putih, putih kekuningan, abu-abu hingga hitam. Pembentukan warna yang terjadi pada batu kapur tergantung pada campuran yang terdapat dalam

batu kapur tersebut seperti lempung, kwarts, oksida besi, mangan dan unsur organik. Batu kapur dapat terbentuk dari sisa-sisa kerang di laut maupun dari proses presipitasi kimia (Sam Boggs,1987).

Tabel I.1 Komposisi Batu Kapur (Nur, Hartanti, and Sutikno 2015)

Komposisi	%massa
CaCO <sub>3</sub>	97
MgCO <sub>3</sub>	0,08
SiO <sub>2</sub>	0,09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3
H <sub>2</sub> O	2,52

Tabel I.2 Sifat Fisika dan Kimis Batu Kapur (Perry *et al.*,1997)

Sifat bahan	Batu Kapur
Rumus kimia	CaCO <sub>3</sub>
Berat molekul	100,09 g/gmol
Warna	Putih keabu-abuan
Titik leleh	1339 °C
<i>Spesific gravity</i>	2,1 – 2,8
Kelarutan	Asam NH <sub>4</sub> Cl

### I.2.2 Tanah Liat

Tanah liat merupakan suatu bahan yang terdiri dari zat-zat yang terbentuk dari kristal kecil yang tidak dapat dilihat dengan menggunakan mikroskopis. Kristal ini terbentuk dari mineral-mineral yang disebut dengan kaolinit. Unsur kimia yang terdapat dalam tanah liat termasuk dalam hidrosilikat alumina dan dalam keadaan murni memiliki rumus kimia yaitu Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.2SiO<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (Yustana 2012).

Tabel I.3 Komposisi Tanah Liat (Nur, Hartanti, and Sutikno 2015)

Komposisi	%massa
SiO <sub>2</sub>	65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5
MgO	1
H <sub>2</sub> O	12

Tabel I.4 Sifat Fisika dan Kimia Tanah Liat (Perry *et al.*,1997)

Sifat bahan	Tanah Liat
Rumus kimia	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
Berat molekul	796,40 g/gmol
Warna	Coklat kemerah-merahan
<i>Specific gravity</i>	2,9
Densitas	1460 kg/m <sup>3</sup>
Kelarutan	Tidak larut dalam air dan asam

### I.2.3 Pasir Besi

Pasir besi merupakan salah satu bahan yang mudah ditemukan karena ketersediaannya di alam yang sangat melimpah (Fithriyani and Khair, 2018). Pasir besi memiliki kandungan oksida besi yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan dalam berbagai produk sehingga memiliki nilai jual yang tinggi (Jatmika, Widanarto, and Effendi, 2014).

Tabel I.5 Komposisi Pasir Besi (Eddy *et al.*, 2010)

Komposisi	% massa
SiO <sub>2</sub>	47,87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37,23
TiO <sub>2</sub>	3,19
CaO	10,65
H <sub>2</sub> O	1,06

### I.2.4 Gypsum

*Gypsum* merupakan bahan yang ditambahkan pada terak atau klinker untuk memperbaiki sifat tertentu dari semen yang akan dihasilkan, bahan tambahan ini digunakan untuk mengatur waktu pengikatan pada semen. Dalam Pengolahan *gypsum* dibutuhkan kehati – hatian yang besar dikarenakan suhu reaksi yang rendah yaitu 382–403K, pemanasan yang berlebihan pada *gypsum* dapat menghilangkan semua komponen air yang menyebabkan terbentuknya *gypsite* (CaSO<sub>4</sub>) yang tidak memuaskan (Perry *et al.*, 1997).

Tabel I.6 Komposisi *Gypsum* (Eddy *et al.*, 2010)

Komposisi	% massa
SO <sub>3</sub>	40 – 45
CaO	30 – 35
H <sub>2</sub> O	15 – 25

Tabel I.7 Sifat Fisika dan Kimia *Gypsum* (Perry *et al.*,1997)

Sifat bahan	<i>Gypsum</i>
Rumus kimia	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O
Berat molekul	172,17 g/gmol
Warna	Putih
<i>Spesific gravity</i>	2,32
Titik leleh	128 °C
Kelarutan	Larut dalam air, gliseril, Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dan garam NH <sub>4</sub>

### I.2.5 *Fly ash*

*Fly ash* merupakan salah satu partikel terkecil yang dapat digunakan sebagai bahan tambah mineral yang bersifat pozzolan karena mempunyai partikel yang sangat halus dimana dapat digunakan untuk mengurangi porositas pada semen. *Fly ash* didapatkan dalam bentuk limbah padat berupa abu yang dihasilkan dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga listrik. Batu bara merupakan bahan bakar fosil yang ketersediaannya cukup melimpah. Pada proses pembakaran batu bara akan dihasilkan polutan padat berupa abu sekitar 5% (*fly ash* dan *bottom ash*), dimana pada *bottom ash* dihasilkan sekitar 10 – 20% sedangkan pada *fly ash* sekitar 80 – 90%. Terdapat tiga tipe pembakaran batu bara pada industri listrik yaitu *dry bottom boilers*, *wet – bottom boilers* dan *cyclone furnace*, dimana pada saat batu bara dibakar dengan menggunakan tipe *dry bottom boiler* sehingga kurang lebih 80% dari abu meninggalkan pembakaran sebagai *fly ash* dan masuk ke dalam corong gas. Pada *cyclone furnace* 70 – 80% dari abu tertahan sebagai *boiler slag* dan hanya 20 – 30% meninggalkan pembakaran sebagai *dry ash* pada corong gas (Hudhiyantoro and Hariyadi, 2012). Menurut Upe A., 2006 menyatakan bahwa *fly ash* sudah memenuhi persyaratan sebagai bahan tambahan didalam semen portland pozzolan (PPC) karena kandungan total logam rendaman produk PPC relatif sangat rendah dan aman untuk digunakan sebagai bahan bangunan dan memenuhi persyaratan PP No. 85 Tahun 1999 (Upe Ambo 2006). Nilai kuat tekan mortar dengan persentase penambahan *fly ash* 2, 4, dan 6% pada umur 28 hari dalam perendaman dengan menggunakan air laut berturut-turut 284, 276, dan 273 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan perendaman dengan menggunakan aquadest 323, 315, dan 298 kg/cm<sup>2</sup>. Dari data maka didapatkan nilai kuat tekan dengan persentase penambahan *fly ash* sebesar 2% yang direndam dalam air laut masih

memenuhi syarat SNI 15-7064-2004 yaitu 280 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan untuk penambahan 4 dan 6% masih belum memenuhi syarat SNI (Yusuf, Zuki, and Refnita 2013).

Tabel I.8 Komposisi *Fly ash* (Borsoi *et al.*, 2000)

Komposisi	% massa
SiO <sub>2</sub>	59,94
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,67
CaO	3,08
MgO	1,55
SO <sub>3</sub>	0,35
K <sub>2</sub> O	2,19
TiO <sub>2</sub>	0,94
Na <sub>2</sub> O	0,62
l.o.i.	3,34

### I.3 Spesifikasi Produk Semen Portland Pozzolan

Produk semen portland pozzolan (PPC) memiliki spesifikasi kandungan bahan kimia yaitu sebagai berikut:

Tabel I.9 Komposisi Semen Portland Pozzolan (PPC) (Mindes,2003)

Nama kimia	Rumus Kimia	Notasi	% Berat
Trikalsium silikat	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S	55
Dikalsium silikat	2CaO.SiO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S	19
Trikalsium aluminat	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> A	10
Tetrakalsium aluminoforit	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> AF	8
<i>Gypsum</i>	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	CSH <sub>2</sub>	5

### I.4 Kegunaan dan Keunggulan Produk

Semen portland pozzolan (PPC) merupakan semen hidrolisis yang terdiri dari campuran homogen antara semen portland dengan bahan pozzolan (*trass* atau *fly ash*) halus yang diproduksi dengan menggiling klinker semen portland dengan bahan pozzolan bersama-sama atau mencampurnya secara merata, selain itu semen portland pozzolan memiliki beberapa keunggulan yaitu:

1. Banyak digunakan untuk membangun bangunan bertingkat (2-3 lantai)

2. Daya tahannya terhadap pengaruh tanah yang mengandung sulfat atau air laut lebih bagus dari semen portland biasa
3. Semen jenis ini juga banyak digunakan dalam konstruksi bangunan yang memerlukan kedekatan tinggi seperti bangunan sanitasi, bangunan perairan, dan penampungan air (Laraebi,2017).
4. Harganya relatif lebih rendah dibandingkan dengan semen portland biasa

### **I.5 Analisa Pasar dan Penentuan Kapasitas Produksi**

#### **I.5.1 Kapasitas pabrik semen portland pozzolan (PPC) yang sudah ada di Indonesia**

Persebaran pabrik semen yang sudah ada di Indonesia beserta kapasitas produksi semen portland pozzolan disajikan pada Tabel I.10.

Tabel I.10 Kapasitas Pabrik Semen Portland Pozzolan (PPC) di Indonesia

Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/tahun)
PT. Semen Bima	5.400.000
PT. Semen Gresik	3.650.000
PT. Semen Tonasa	5.980.000
<b>TOTAL</b>	<b>15.030.000</b>

Berdasarkan pada data kapasitas pabrik semen yang khusus memproduksi semen portland pozzolan (PPC) dapat dilihat berada dalam range 3.650.000 – 5.980.000. Hal ini dilihat dari perkembangan kebutuhan semen di Indonesia yang sangat meningkat sejak tahun 1999, dapat dilihat pada Tabel I.11. Perkembangan semen akan terus meningkat seiring dengan kebutuhan dalam proses pembangunan infrastruktur, sehingga mengakibatkan semakin pesatnya industri semen di Indonesia dan muncul berbagai jenis semen, akan tetapi jenis semen portland paling banyak digunakan dalam konstruksi di Indonesia. Tabel I.11 menunjukkan data konsumsi semen di Indonesia (Purnawan and Prabowo 2018).

Tabel I.11 Data Konsumsi Semen

Tahun	Konsumsi (Juta ton)	Referensi
1999	18,66	(Marzuky and Jogaswara, 2001)
2000	22,29	
2001	25,53	
2002	28	
2014	59,9	(Purnawan and Prabowo, 2018)
2017	68,7	

Dikutip dari Bisnis.com per Februari tahun 2021 konsumsi semen mengalami peningkatan ketika sempat mengalami anjlok pada tahun 2020 dikarenakan adanya wabah *corona virus*. Konsumsi semen yang utama meningkat pada *sector property* seperti pembangunan rumah dan apartemen sehingga pada bulan berikutnya konsumsi semen naik menjadi 6%. Selain itu dikutip dari Kompas.com kebutuhan semen pada tahun 2025 akan terus meningkat hal ini dikarenakan akan ada pembangunan perumahan hingga 30 juta unit atau diperkirakan 1,2 juta unit pertahun pada tahun 2025. Selain itu berdasarkan pada *global cement demand selected figures 2025* yang dirilis pada 2022 menjelaskan bahwa permintaan semen di seluruh dunia diperkirakan akan meningkat sebesar 2,9% per tahun hingga tahun 2025, hal ini dikarenakan adanya proyek infrastruktur besar di Asia dan meningkatkan urbanisasi.

### I.5.2 Analisa pasar semen portland pozzolan (PPC)

Pembangunan infrastuktur yang terus meningkat pada daerah Indonesia bagian timur dan dilihat dari banyaknya perumahan dan bangunan bertingkat seperti hotel, villa dan resort yang rata-rata berada di daerah pinggir laut atau di daerah rawa-rawa sehingga penggunaan semen portland pozzolan (PPC) akan lebih banyak digunakan karena memiliki daya tahan yang bagus. Selain itu semen portland pozzolan (PPC) juga banyak digunakan untuk pembangunan jembatan dan jalan-jalan. Berlandaskan pada hal tersebut menyebabkan kebutuhan semen meningkat, kebutuhan semen yang terus meningkat harus diimbangi dengan adanya produksi semen. Sehingga dapat memenuhi kebutuhan pembangunan di Indonesia Timur. Hal ini yang menjadi acuan dalam pembangunan pabrik semen di daerah bagian timur, dimana daerah bagian timur juga sedang dalam tahap perkembangan sehingga membutuhkan pasokan semen

sebagai bahan baku pembangunan sehingga proses pemasaran akan difokuskan pada daerah bagian timur. Semen juga tentunya merupakan komoditas ekspor yang cukup menjanjikan untuk mendatangkan devisa negara.

Tabel I.12 Data Ekspor, Impor, dan Produksi Semen (ton/tahun)

Tahun	Ekspor	Impor	Produksi	Konsumsi
2012	278.359	1.515.840,40	51.921.961	54.979.425,60
2013	1.000.149	1.849.190,40	56.051.278	58.776.174,70
2014	575.811	1.909.869,70	59.682.535	63.163.162,00
2015	1.220.000	3.335.813,60	58.000.000	60.520.000,00
2016	2.080.000	3.725.045,70	63.000.000	80.950.000,00
2017	3.390.000	4.056.430,00	65.000.000	66.350.000,00
2018	6.440.000	3.257.629,80	75.200.000	69.490.000,00
2019	7.290.000	4.085,50	70.000.000	70.000.000,00

(Sumber: Badan Pusat Statistika, 2020)

Dari data yang ada maka dilakukan perhitungan kapasitas produksi dengan menggunakan data rata-rata dari ekspor, impor, konsumsi, dan produksi sebagai berikut:

$$\text{Ekspor} = 2.784.289,875 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Impor} = 2.456.738,138 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Produksi} = 62.356.971,75 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Konsumsi} = 65.528.594,04 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan pada data yang ada maka dapat dilakukan perhitungan kebutuhan semen pada tahun 2025:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan} &= (\text{konsumsi} + \text{eksport}) - (\text{Produksi} + \text{Impor}) \\ &= (65.528.594,04 + 2.784.289,875) - (62.356.971,75 + \\ &\quad 2.456.738,138) \\ &= 3.449.174,02 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= 80\% \times 3.449.174,02 \\ &= 2.799.339,22 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dikarenakan pabrik yang akan didirikan hanya memproduksi semen dengan spesifikasi portland pozzolan sehingga diambil kapasitas produksi sebesar 80%. Hal ini karena semen portland pozzolan (PPC) merupakan *main product* maka ditetapkan

kapasitas produksi pabrik semen pada tahun 2025 yaitu sebesar 2.800.000 ton/tahun atau 8.485 ton/hari selain itu karena pemilihan kapasitas produksi semen khusus jenis PPC memiliki batas minimum dan maksimum yaitu 300 – 10.000 ton/hari dimana data ini didapatkan dari hasil wawancara dengan PT. Semen Gresik yang memproduksi semen PPC (Suseno,2019). Dalam hal ini pemilihan kapasitas masih masuk dalam *range* yang ada karena pabrik yang didirikan masih tergolong baru dikalangan pabrik semen besar yang sudah ada di Indonesia. Kemudian pemilihan kapasitas juga didasarkan pada ketersediaan bahan baku di lokasi pendirian pabrik dimana:

1. Bahan baku utama yaitu batu kapur berada di sekitar lokasi pembangunan pabrik yang akan beroperasi dalam jangka waktu yang lama;
2. Menurut Aziz, Muchtar potensi batu kapur di daerah NTT yaitu 132,82 miliar ton (Aziz 2010);
3. Pabrik semen portland pozzolan (PPC) akan berlokasi di Sumba Barat, NTT kota Waikabubak. Berdasarkan pada data terdapat batu gamping sebesar 6.375.000.000 ton di Kabupaten Sumba Barat dan 4.500.000.000 ton di Kabupaten Sumba Timur (Zulfikar, Sutisna, and Supardan 2005).
4. Bahan baku lain yang bisa dimanfaatkan untuk mengurangi biaya yaitu pasir besi yang terdapat di Kabupaten Sumba Barat tepatnya di Desa Wendewa Utara, dimana persentase pasir besi sekitar 40 – 60% yang terdapat dipantai dalam bentuk pasir lepas (Zulfikar, Sutisna, and Supardan 2005).
5. Selain itu di daerah Sumba masih belum adanya pabrik semen, sehingga pabrik semen yang akan kami bangun memiliki peluang yang besar untuk mendistribusikan produk semen portland pozzolan (PPC) didataran Flores dan sekitarnya.