



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Negara Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang sangat melimpah. Potensi sumber daya alam di Indonesia yang terbesar salah satunya kawasan karst, dimana daerah yang terdiri atas batuan kapur yang berpori sehingga air dipermukaan tanah selalu merembes dan mengalir ke dalam tanah. Sumber daya yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan dan industri, dimana pemanfaatan terbesar batuan kapur di Indonesia yaitu sebagai bahan baku dari pembuatan semen. Semen dapat diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengeras jika dicampurkan dengan air, dan dengan komposisi yang sesuai mampu diaplikasikan sebagai bahan utama pembuat betok dengan kualitas baik.

Semen memiliki berbagai jenis sesuai dengan tipenya, salah satunya yaitu Semen Tipe I yaitu *Ordinary Portland Cement* (OPC) dengan kandungan utama senyawa kalsium silikat yang digiling dengan satu atau lebih senyawa kalsium sulfat. Fungsi pembeda tipe semen untuk mengetahui kekuatan semen pada saat digunakan, yang dimana untuk semen tipe I digunakan untuk bangunan umum dengan kekuatan tekanan tinggi dan tidak memerlukan syarat khusus (Semen Gresik Indonesia, 2023). Bahan dalam pembuatan semen menggunakan batu kapur, tanah liat, dengan bahan pendukung pasir besi pasir silika, gypsum, dan abu terbang (*fly ash*). Abu terbang (*fly ash*) adalah bagian dari sisa pembakaran batubara pada boiler pembangkit listrik tenaga uap yang terbentuknya partikel halus, didalam abu terbang terdapat kandungan silika yang dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar. *Fly ash* dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku penunjang semen dikarenakan memiliki kandungan yang bersifat *pozzolan*. Sifat *pozzolan* yaitu bahan yang mengandung silika atau alumina silika yang tidak mempunyai sifat perekat (sementasi) pada dirinya sendiri tetapi dengan butiran halus yang dimiliki dapat bereaksi secara kimia dengan kapur dan air membentuk bahan perekat pada temperatur normal sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku penunjang produksi semen (Suseno, 2020).



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

Pendirian pabrik *Ordinary Portland Cement* (OPC) dengan salah satu bahan tambahan abu terbang (*fly ash*), berdasarkan perkembangan dalam sektor pembangunan memicu tingginya kebutuhan semen yang berpengaruh pada peningkatan produktifitas. Tingginya produktifitas akan berdampak pada biaya produksi, maka kondisi tersebut akan berpengaruh pada kesediaan bahan baku maupun bahan pendukung pembuatan seperti bahan *aditif* dan bahan *filler* dalam produksi semen dimasa yang akan datang (Kirk Othmer, 2001). Bila hal ini terus dilakukan maka suatu saat produksi semen dapat terhenti. Merujuk pada masalah tersebut, maka diperlukan bahan *aditif* dan bahan *filler* alternatif untuk proses pembuatan semen. Salah satu bahan yang dapat dijadikan bahan *aditif* dalam pembuatan semen adalah *fly ash*.

Pemanfaatan limbah abu terbang batubara menjadi bahan *aditif* serta sebagai bahan *filler* semen merupakan salah satu cara dalam mengatasi limbah yang dihasilkan. Salah satu perusahaan yang memiliki pembangkit listrik sendiri dan menghasilkan *fly ash*. Abu terbang yang dihasilkan dari Petrokimia sekitar 36.500 ton/ tahun (Petrokimia Gresik, 2023). Berdasarkan hal tersebut, dengan banyaknya jumlah limbah abu terbang yang dihasilkan maka masalah yang timbul adalah bagaimana memanfaatkan limbah tersebut agar tidak dapat mencemari lingkungan dan menjadikannya produk dengan nilai ekonomis yang tinggi. Maka dari itu abu terbang (*fly ash*) digunakan sebagai bahan *aditif* dan *filler* dalam pembuatan semen.

I.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi semen adalah batu kapur dan tanah liat. Batu kapur (*limestone*) merupakan salah satu bahan galian industri non logam yang sangat besar potensinya dan tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Sebagian besar kandungan batuan ini di Indonesia terdapat di Sumatera Barat, Jawa Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur. Pada daerah Jawa Timur tepat Kabupaten Tuban yang akan dirancangan pembangunan pabrik semen *Ordinary Portland Cement* (OPC) sangat berpotensi besar dikarenakan kabupaten Tuban memiliki jumlah cadangan sumber daya batu kapur sebesar 687.096.945 ton, tidak hanya tuban tetapi terdapat kabupaten Bangkalan yang cukup menonjol adalah



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

bahan mineral berbasis karbonat yaitu batu kapur (*limestone*) sebesar 401.295,860 ton (Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Tuban, 2023). Tidak hanya batuan kapur saja tetapi juga bahan galian seperti tanah liat, pasir besi, dan pasir silika yang tersebar pada kabupaten Tuban. Berdasarkan hal tersebut, sangat mungkin dilakukan pembangunan pabrik semen *Ordinary Portland Cement* (OPC), karena memanfaatkan sumber daya alam kabupaten Tuban sendiri.

Pabrik *Ordinary Portland Cement* (OPC) yang kami rancang akan melakukan kerja sama dan akan memasok bahan baku dari tambang Tuban yaitu CV. Mitra Usaha Mandiri, PT. Anugrah Indria Mandiri, dan lainnya. Perusahaan ini berada di kawasan Tuban yang bergerak di bidang industri tambang batu kapur serta bahan tambang lainnya. Perusahaan ini juga mempunyai tambang batu kapur, *dolomit* maupun *dolosit* seluas 25 hektar, yang dalam kegiatan penambangannya menggunakan *excavator* dan *hydraulic rock breaker*, kepada perusahaan kita dapat melakukan permintaan hasil tambang yang kita inginkan. Bahan utama pembuatan semen akan di saluran dari daerah Tuban, tetapi untuk *fly ash* akan dilakukan pengiriman dari limbah Petrokimia Gresik.

I.3 Kebutuhan Semen

Kebutuhan masyarakat terhadap semen di setiap tahunnya menunjukkan peningkatan. Maka dari itu, perlunya peningkatan kapasitas produksi semen di Indonesia yang sudah beroperasi. Berikut ini merupakan data kebutuhan semen di Indonesia selama enam tahun terakhir.

Tabel I.1 Data Kebutuhan Semen di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (Ton)
2017	37.296.720,4
2018	44.109.022,7
2019	54.979.415,60
2020	50.776.174,70
2021	53.163.162
2022	60.317.963

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

Kebutuhan semen di Indonesia mengalami peningkatan dan penurunan setiap tahunnya itu dikarenakan, penggunaan semen sebagai bahan baku pembangunan infrastruktur seperti jalan tol, halte bus, gedung pemerintahan, rumah penduduk, jembatan dan lain – lain. Dilansir dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Masyarakat pembangunan jembatan pada pulau Balang mampu menghabiskan sekitar 1.600.000 ton semen, kegiatan ini hanya terjadi di satu daerah belum daerah lainnya (Dinas Pekerjaan Umum, 2020). Pembangunan tol Sumatera Barat menghabiskan 500.000 ton semen (Dinas Provinsi Sumatera Barat, 2023). Penggunaan semen terus meningkat seiring dengan pembangunan kota dan desa, ditambah dengan pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) yang sedang berjalan.

I.4 Penentuan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik semen *Ordinary Portland Cement* (OPC) dengan *dry process* berdasarkan pada data ekspor, impor, dan produksi semen pada tahun 2017 – 2022. Berikut ini adalah data ekspor, impor dan produksi semen pada tahun 2017 – 2022.

Tabel I.2 Data Ekspor, Impor, dan Produksi Semen di Indonesia

Tahun	Ekspor (Ton)	Impor (Ton)	Produksi (Ton)
2017	1.097.862,91	48.877,00	37.843.667
2018	1.752.944,00	33.507,50	43.995.846
2019	1.826.863,20	4.085,30	21.921.961
2020	1.579.714,07	3.586,10	26.051.278
2021	1.718.322,46	6.265,70	39.682.535
2022	654.932,61	5.050,20	48.184.538

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)

Selain itu, penentuan kapasitas pabrik semen mengacu pada pabrik semen yang sudah ada di Indonesia. Hal ini dikarenakan pabrik yang sedang kami bangun merupakan pabrik baru yang harus mempertimbangan kapasitas yang tidak terlalu besar pada awal pembangunan pabrik, agar tidak terjadi ketimpangan dengan usaha perawatan pabrik. Berikut ini adalah data kapasitas pabrik komersial yang ada di Indonesia.



PRA RANCANGAN PABRIK

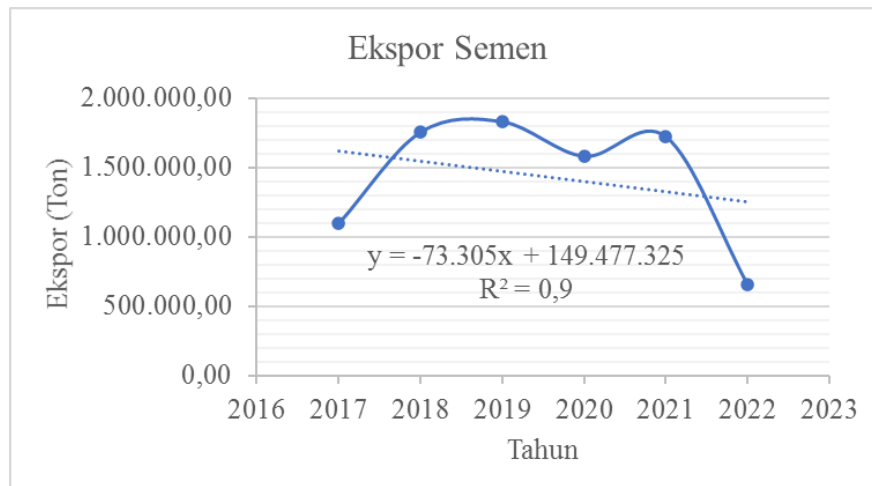
“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH
SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

Tabel I.3 Persebaran Produsen Semen di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Produksi (ton/ tahun)
PT. Semen Padang	Indarung, Sumatera Barat	9.257.000
PT. Semen Gresik	Gresik, Jawa Timur Tuban, Jawa Timur Rembang, Jawa Tengah	13.000.000
PT. Semen Tonasa	Kab. Pangkep, Sulawesi Selatan	7.000.000
PT. Semen Kupang	Kupang, Nusa Tenggara Timur	570.000
PT. Solusi Bangun Indonesia	Kota Medan Sumatera Utara	3.000.000

(Sumber: Kementerian Perindustrian, 2023)

Berdasarkan data impor, ekspor, dan produksi semen di Indonesia, maka dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan linier dari penggunaan data tersebut dalam grafik.



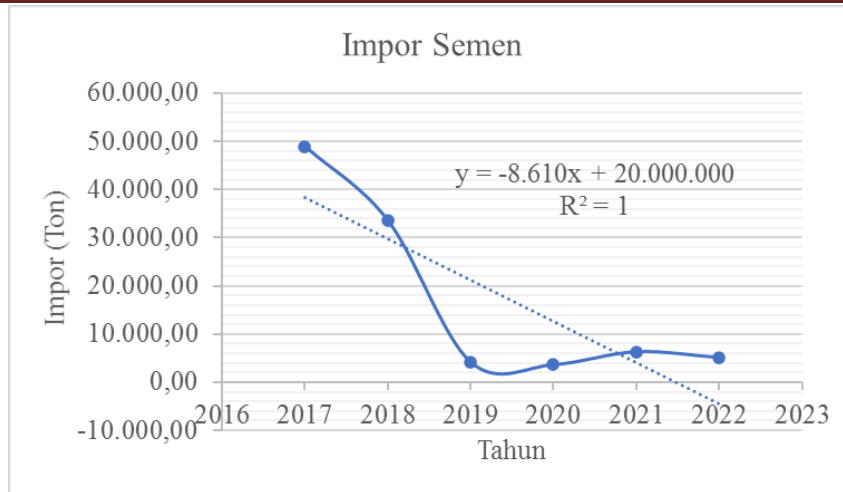
Gambar I.1 Grafik Ekspor Semen Tahun 2017 – 2022

Melalui grafik I.1 diperoleh persamaan $y = -73.305x + 149.477.325$ dimana x , menunjukkan tahun tertentu dan y merupakan ekspor pada tahun x . Dari persamaan diatas, maka dapat digunakan untuk memperkirakan ekspor semen pada tahun 2028.



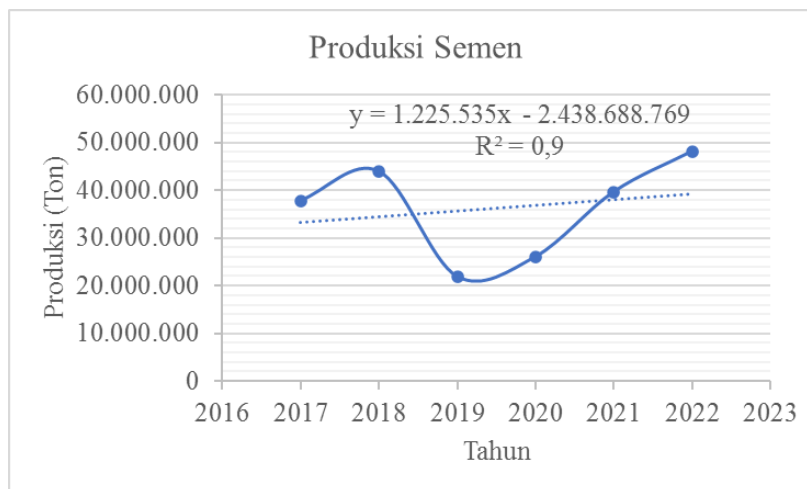
PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”



Gambar I.2 Grafik Impor Semen Tahun 2017 – 2022

Melalui grafik I.2 diperoleh persamaan $y = - 8.610x + 20.000.000$ dimana x , menunjukkan tahun tertentu dan y merupakan impor pada tahun x . Dari persamaan diatas, maka dapat digunakan untuk memperkirakan impor semen pada tahun 2028.



Gambar I.3 Grafik Produksi Semen Tahun 2017 – 2022

Melalui grafik I.3 diperoleh persamaan $y = 1.225.535x - 2.438.688.769$ dimana x , menunjukkan tahun tertentu dan y merupakan produksi pada tahun x . Dari persamaan diatas, maka dapat digunakan untuk memperkirakan produksi semen pada tahun 2028.

Berdasarkan grafik diatas, dapat diperhitungkan perkiraan impor, ekspor, dan produksi semen pada tahun 2028. Pendirian dan pengoprasian pabrik *Ordinary Portland Cement* (OPC) pertama dilakukan pada tahun 2028, ditinjau dari persiapan



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

bahan dan pembangunan lahan pabrik. Berikut ini perhitungan perkiraan nilai ekspor, impor, dan produksi semen di Indonesia pada tahun 2028.

a) Perkiraan ekspor pada tahun 2028

$$y = -73.305x + 149.477.325$$

$$y = -73.305 (2028) + 149.477.325$$

$$y = 814.785 \text{ ton/ tahun}$$

b) Perkiraan impor pada tahun 2028

$$y = -8.610x + 20.000.000$$

$$y = -8.610 (2028) + 20.000.000$$

$$y = 2.538.514,4 \text{ ton/ tahun}$$

c) Perkiraan produksi pada tahun 2028

$$y = 1.225.535x - 2.438.688.769$$

$$y = 1.225.535 (2028) - 2.438.688.769$$

$$y = 46.696.211 \text{ ton/ tahun}$$

Kebutuhan Semen pada tahun 2028:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Semen} &= (\text{Produksi} + \text{Impor}) - \text{Ekspor} \\ &= (46.696.211 + 2.538.514,4) - 814.785 \\ &= 48.419.940,4 \text{ ton/ tahun} \end{aligned}$$

Kapasitas Produk Pabrik *Ordinary Portland Cement* (OPC) tahun 2028:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi} &= 0,5 \% \times \text{Kebutuhan Semen 2028} \\ &= 0,5 \% \times (48.419.940,4 \text{ ton/ tahun}) \\ &= 242.099,702 \text{ ton/ tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan kebutuhan tersebut, maka kapasitas produksi melalui diskusi di peroleh perhitungan 0,5% dari kebutuhan pada tahun 2028. Kapasitas pabrik sebesar 0,5% dari kebutuhan pada tahun 2028 adalah 242.099,702 ton/ tahun menjadi 245.000 ton/ tahun, hal ini dikarenakan pabrik ini memproduksi satu jenis semen yaitu OPC (*Ordinary Portland Cement*) dimana tipe semen ini adalah tipe I sebagai bahan baku beton. Kapasitas ini dipilih sesuai dengan kebutuhan dan tidak melampaui kapasitas dari pabrik dalam negeri, karena pabrik ini termasuk baru dan butuh waktu dalam masa konstruksi pembangunan pada 2026 hingga kapasitas 100% pada tahun 2028.



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

I.6 Sifat Fisika dan Kimia

I.6.1 Bahan Baku

I.6.1.1 Batu Kapur

Tabel I.4 Komposisi Batu Kapur

Unsur Kimia	Kadar (%)
CaCO ₃	6,2
CaO	75,5
SiO ₂	1,74
Al ₂ O ₃	0,55
Fe ₂ O ₃	0,125
MgCO ₃	1,61
H ₂ O	5,2

(Sumber: PT. Anugrah Indria Mandiri,2024)

Tabel I.5 Sifat Fisika dan Kimia Batu Kapur

Sifat	Keterangan	
Fisika	Fase	Padat
	Warna	Putih
	Kadar air	7 – 10% H ₂ O
	<i>Bulk density</i>	1,3 ton/m ³
	<i>Spesific Gravity</i>	2,49 gr/cm ³
	Kandungan CaO	47 – 58%
	Kuat Tekan	31,6 N/mm ²
	Silika Rasio	2,6
	Alumina Ratio	2,57
Kimia	Kandungan	Batu kapur (<i>limestone</i>) adalah batuan sedimen dengan rumus kimia CaCO ₃ terdiri dari <i>Calcium Carbonate</i>
	Reaksi	Mengalami reaksi kalsinasi yaitu dekomposisi batu kapur menjadi kalsium oksida dan karbon dioksida



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN *FILLER* DENGAN *DRY PROCESS*”

I.6.1.2 Tanah Liat

Tabel I.6 Komposisi Tanah Liat

Unsur Kimia	Kadar (%)
SiO ₂	3,35
Al ₂ O ₃	53,2
Fe ₂ O ₃	4,1139
CaO	20,84
MgO	5,35
K ₂ O	2,11
Na ₂ O	1,38
H ₂ O	9,12

(Sumber: Benua Indah Tuban, 2024)

Tabel I.7 Sifat Fisika dan Kimia Tanah Liat

Sifat	Keterangan	
Fisika	Fase	Padat
	Warna	Coklat kekuningan
	Kadar air	18 – 25% H ₂ O
	<i>Bulk density</i>	1,7 ton/m ³
	<i>Spesific Gravity</i>	2,36 gr/cm ³
Kimia	pH	Rentang pH sekitar 3,5 – 7 <i>Permeabilitas</i> (kemampuan mengalir fluida) rendah

I.6.1.3 Gypsum

Tabel I.8 Komposisi *Gypsum*

Unsur Kimia	Kadar (%)
CaO	32,57
H ₂ O	20,93
SO ₃	43,59

(Sumber: Anugrah Karya, 2024)



PRA RANCANGAN PABRIK
“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH
SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

Tabel I.9 Sifat Fisika dan Kimia *Gypsum*

Sifat	Keterangan	
Fisika	Fase	Padat
	Warna	Putih
	Kadar air	10% H ₂ O
	<i>Bulk density</i>	173 ton/m ³
	Ukuran Material	0 – 30 mm
Kimia	Kandungan	Pada umumnya mengandung SO ₃ , CaO, H ₂ O
	Kelarutan	2,1 gram tiap liter pada suhu 400 °C. Kelarutan bertambah dengan HCl atau HNO ₃
	Ketahanan	Stabilitas kimia yang tinggi dan ketahanan terhadap korosi

I.6.1.4 Pasir Silika

Tabel I.10 Komposisi Pasir Silika

Unsur Kimia	Kadar (%)
SiO ₂	85
Al ₂ O ₃	0,23
Fe ₂ O ₃	1,11
TiO ₂	0,15
CaO	12,125
MgO	0,3
K ₂ O	0,25

(Sumber: CV. Mitra Usaha Mandiri, 2024)



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

Tabel I.11 Sifat Fisika dan Kimia Pasir Silika

Sifat	Keterangan	
Fisika	Fase	Padat
	Warna	Putih bening
	Kekerasan	7 (Skala Mohs)
	Berat Jenis	2,65
	Titik Lebur	1715°C
	Bentuk Kristal	Hexagonal
	Panas Spesifik	0,185
	Konduktivitas	12 – 100 °C
Kimia	Kandungan Air	Pasir silika memiliki kandungan air yang rendah (sekitar 0,1%) sehingga bahan sangat stabil terhadap kelembaban dan korosi.
	pH Suspensi Air	pH sekitar 6,8 – 7,2 atau 7 – 9 jika telah diolah dengan silana.
	Kelarutan	Tidak larut dalam air

I.6.1.5 Pasir Besi

Tabel I.12 Komposisi Pasir Besi

Unsur Kimia	Kadar (%)
SiO ₂	20,5
Al ₂ O ₃	1,73
Fe ₂ O ₃	68,29
CaO	8,5

(Sumber: Wealth Sun Indonesia, 2024)



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

Tabel I.13 Sifat Fisika dan Kimia Pasir Besi

Sifat	Keterangan	
Fisika	Fase	Padat
	Warna	Hitam
	<i>Bulk density</i>	1,8 ton/m ³
Kimia	Kandungan	Umumnya mempunyai kandungan Fe ₂ O ₃ , SiO ₂ , MgO
	Kelarutan	Tidak larut dalam air

I.6.1.6 Fly Ash

Tabel I.14 Komposisi Fly Ash

Unsur Kimia	Kadar (%)
SiO ₂	18,6
SO ₃	0,003
Al ₂ O ₃	4,34
Fe ₂ O ₃	5,21
CaO	5,76
H ₂ O	0,01
LOI	9,33

(Sumber: Petrokimia, 2023)

Tabel I.15 Sifat Fisika dan Kimia Fly Ash

Sifat	Keterangan	
Fisika	Densitas	2100 – 3000 Kg/m ³
	Luas spesifik	170 – 1000 m ² /Kg
	Warna	Abu – abu
	Ukuran partikel	<0,075 mm
Kimia	Kandungan	<i>Silica</i> dan <i>alumina</i> dengan presentase mencapai 80%
	Maksimal Pengapian	12%



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

I.6.1.7 Produk

Spesifikasi semen dengan jenis *Ordinary Portland Cement* (OPC) yang di hasilkan berdasarkan Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004 adalah sebagai berikut:

Tabel I.16 Spesifikasi Semen Tipe I : *Ordinary Portland Cement* (OPC)

Syarat	Semen Tipe I	
Fisika	Kehalusan	0,075 mm
	Konsistensi Semen	> 45 menit
	Waktu Pengikatan (setting)	< 375 menit
	Pemuaiian dan Penyusutan	< 0,8 %
	Penetrasi Akhir	> 50 %
	Kuat Tekan	> 15 kg/cm ²
Kimia	MgO	< 6,0 %
	Na ₃ O dan K ₂ O	< 0,6 %
	C ₃ S, maksimum	-
	C ₂ S, maksimum	-
	C ₃ A, maksimum	-
	C ₃ AF, maksimum	-

Berdasarkan tabel I.16 diatas, dijelaskan dibawah ini pengaruh dari setiap syarat berdasarkan Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004 pada produk semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) yang merupakan semen ini merupakan semen yang paling banyak diproduksi untuk kontruksi umum dan pekerjaan beton.

1. Kehalusan

Kehalusan memiliki pengaruh pada kecepatan hidrasi semen, semakin tinggi kehalusan kecepatan hidrasi semen akan semakin meningkat. Kehalusan dapat didapatkan melalui screening pertama sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yaitu 200 mesh (0,075 mm). Alat pengukur kehalusan adalah ayakan dan alat blaine sebesar >280 m²/kg.

2. Konsistensi Semen

Sifat ini merupakan kemampuan semen untuk mengalir setelah bercampur dengan air, pengujian ini dilakukan dengan alat vicat.



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

3. Pengikatan (*setting*)

Proses ini merupakan gejala kekakuan pada semen. Semen yang bereaksi dengan air pada awalnya akan membentuk sebuah lapisan plastis yang lama – kelamaan akan membentuk kristal. Waktu pembentukan kristal atau munculnya kekakuan pada semen disebut dengan *setting* atau pengikatan.

4. Pemuaihan dan Penyusutan

Pemuaihan dan penyusutan pada semen adalah proses perubahan volume semen yang terjadi ketika mengalami proses hidrasi. Tingginya nilai pemuaihan dan penyusutan pada semen dapat mengurangi kekuatan pada semen yang menyebabkan semen akan lemah, rentan terhadap kerusakan, retak dan mudah pecah.

5. Penetrasi Akhir

Penetrasi akhir adalah ukuran kemampuan semen untuk menyerap air dan mengalami hidrasi. Penetrasi akhir yang tinggi dapat berarti semen memiliki kemampuan hidrasi yang lebih baik, yang dapat meningkatkan kekuatan dan keseragaman struktur semen.

6. Kandungan Magnesium Oksida (MgO)

Kadar Magnesium Oksida (MgO) dalam semen juga mempengaruhi pemuaihan dan penyusutan semen. Kadar MgO yang tinggi dapat meningkatkan pemuaihan semen, sedangkan kadar MgO yang rendah dapat mengurangi pemuaihan dan meningkatkan penyusutan.

7. Kandungan alkali (Na₂O dan K₂O)

Kandungan alkali pada semen cukup menguntungkan yaitu mengatur pelepasan alkali pada proses hidrasi dan dalam bentuk senyawa alkali sulfat dapat meningkatkan kekuatan awal semen (10% dalam waktu 28 hari). Tetapi kandungan alkali dalam semen dibatasi < 0,6 % (dalam bentuk Na₂O) karena kandungan alkali yang besar dapat menimbulkan fenomena ekspansi alkali. Alkali bereaksi dengan agregat yang terdapat dalam campuran beton



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

I.7 Kegunaan Semen Jenis *Ordinary Portland Cement* (OPC)

Ordinary Portland Cement (OPC) *Tipe I* merupakan salah satu jenis produk Semen Baturaja yang memenuhi kriteria SNI 2049 : 2015 dan dapat direkomendasikan untuk keperluan bangunan konstruksi pada umumnya untuk semua mutu beton dimana syarat-syarat khusus tidak diperlukan.

OPC *Tipe I* mempunyai keunggulan karena cepat kering, memiliki daya rekat yang kuat, hasil adukan yang tidak mudah retak dan kekuatan tekan yang baik. OPC *Tipe I* tersedia dalam kemasan sak 50 kilogram, *bigbag* 1000 kilogram dan curah. OPC *Tipe I* biasanya diaplikasikan pada struktur jembatan, jalan beton, komponen bangunan bertingkat seperti panel beton, tiang pancang, landasan pacu pesawat udara.