

## **STUDI OPTIMALISASI KANDUNGAN SO<sub>3</sub> DALAM SEMEN PCC: DAMPAK VARIASI GIPSUM TERHADAP KARAKTERISTIK SEMEN**

**Salsabilah**

Institut Teknologi Sumatera, Indonesia  
Corresponding Author: [salsabilah31@gmail.com](mailto:salsabilah31@gmail.com)

*Received: 01/02/2026. Reviewed: 03/03/2026. Accepted: 03/04/2026. Publications: 30/04/2026*

**Abstrak:** Gypsum merupakan bahan penting dalam produksi Semen Portland Composite Cement (PCC). Kandungan mineral utama PCC meliputi C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>A, dan C<sub>4</sub>AF yang menentukan sifat mekanik semen. PCC sebagai produk Semen Baturaja telah memenuhi standar SNI 7064:2014 sehingga layak digunakan untuk berbagai konstruksi. Namun, sifat seperti kekuatan tekan, susut, dan ekspansi dipengaruhi komposisi bahan, terutama gypsum. Gypsum berfungsi sebagai retarder yang mengatur waktu ikat melalui kandungan SO<sub>3</sub>. Kadar SO<sub>3</sub> harus optimal agar kinerja semen terjaga. Jika terlalu rendah, semen cepat mengeras dan mengganggu proses kerja. Sebaliknya, kadar terlalu tinggi dapat menyebabkan ekspansi berlebih dan menurunkan kekuatan serta keawetan beton. Penelitian ini bertujuan menentukan kadar SO<sub>3</sub> optimal dan pengaruh variasi gypsum terhadap sifat PCC. Hasil menunjukkan kadar optimum SO<sub>3</sub> sebesar 1,52% dengan komposisi gypsum 1,47%, menghasilkan keseimbangan waktu ikat, kekuatan, dan stabilitas. Temuan ini menegaskan pentingnya kontrol komposisi gypsum untuk menjaga kualitas dan keandalan semen PCC.

**Kata Kunci:** Semen, Komposisi Gypsum, SO<sub>3</sub>, Uji Kuat Tekan.

*Abstract: Gypsum is an important material in the production of Portland Composite Cement (PCC). The main mineral components of PCC include C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>A, and C<sub>4</sub>AF, which determine its mechanical properties. PCC, as a product of Semen Baturaja, meets the SNI 7064:2014 standard and is suitable for various construction applications. However, properties such as compressive strength, shrinkage, and expansion are influenced by its composition, particularly gypsum. Gypsum functions as a retarder that controls the setting time through its SO<sub>3</sub> content. The SO<sub>3</sub> level must be maintained at an optimal value to ensure proper cement performance. If the SO<sub>3</sub> content is too low, the setting process becomes too rapid and may disrupt construction work. Conversely, excessive SO<sub>3</sub> can lead to over-expansion and negatively affect the strength and durability of concrete. This study aims to determine the optimal SO<sub>3</sub> content and examine the effect of gypsum composition variations on PCC properties. The results indicate that the optimum SO<sub>3</sub> level is 1.52% with a gypsum composition of 1.47%, providing a balance between setting time, mechanical strength, and stability. These findings highlight the importance of controlling gypsum composition to ensure the quality and reliability of PCC.*

**Keywords:** Cement, Gypsum Composition, SO<sub>3</sub>, Compressive Strength Test.

**How to Cite:** Salsabilah (2026). Studi Optimalisasi Kandungan So<sub>3</sub> Dalam Semen Pcc: Dampak Variasi Gypsum Terhadap Karakteristik Semen JET: *Journal of Engineering and Technology*, 1(1), 36–47. <https://doi.org/XX.XXXXXX/JET.v1i1.49>



## INTRODUCTION

Semakin pesatnya perkembangan industri semen di Indonesia memunculkan beberapa tipe semen antara lain Ordinary Portland Cement (OPC) dan Portland Composite Cement (PCC). Komposisi kimia semen meliputi  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , dan  $\text{Cl}$ . Kandungan mineral semen PCC meliputi  $\text{C}_3\text{S}$ ,  $\text{C}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_3\text{A}$ , dan  $\text{C}_4\text{AF}$ . Portland Composite Cement (PCC) adalah salah satu jenis produk Semen Baturaja yang memenuhi kriteria SNI 7064: 2014 dan dapat direkomendasikan untuk keperluan bangunan konstruksi pada umumnya. PCC mempunyai keunggulan karena memiliki panas hidrasi lebih rendah sehingga akan lebih mudah dalam proses pengerjaan dan dapat menghasilkan permukaan beton serta plester yang lebih rapat dan halus. PCC juga memiliki daya rekat yang kuat, kedap air dan kekuatan tekan yang baik. Setiap negara memiliki standar berbeda untuk menyatakan spesifikasi Portland Composite Cement (PCC). Dalam pembuatan Semen PCC di PT. Semen Baturaja menggunakan beberapa bahan pendukung salah satunya gypsum.

Gypsum merupakan komponen yang sangat diperlukan dalam pembuatan semen, terutama digunakan untuk mengatur waktu pengikatan semen. Namun, beberapa sifat mekanik semen, yaitu kekuatan, susut dan ekspansi dalam air dapat dipengaruhi oleh levelnya dalam matriks. Juga, dan untuk mengurangi energi penggilingan yang dibutuhkan untuk memproduksi semen, gypsum sering ditambahkan ke klinker pada saat pendinginan dan selama proses penggilingan akhir di pabrik semen. Gypsum adalah mineral sulfat transparan atau tembus cahaya yang terdiri dari kalsium sulfat, ditemukan dan ditambang, terutama dari endapan sedimen. Bentuk umum gypsum di alam adalah Dihidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Semen Portland didefinisikan sebagai produk yang didapatkan dari penggilingan halus klinker yang terdiri terutama dari kalsium silikat hidraulik dan mengandung satu atau dua bentuk kalsium silikat sebagai tambahan antar giling. Kandungan gypsum yang terlalu rendah dapat menyebabkan semen yang diberi air cepat mengering dan menyulitkan para tukang untuk bekerja, namun kandungan gypsum yang sangat tinggi dalam semen dianggap sebagai penyebab *Delayed Ettringite Formation (DEF)*. Dalam beton set, sulfat yang tidak terikat yang ada dalam struktur mikro bereaksi untuk membentuk produk kimia yang lebih banyak, menyebabkan tekanan internal pada beton untuk membangun sampai retakan pada beton yang mengeras terbentuk, sehingga membahayakan struktur. Selanjutnya, kandungan gypsum yang tinggi mendukung

korosi internal beton. Dengan demikian kandungan Gypsum di tentukan berdasarkan syarat-syarat Kimia dan fisika SNI2049:2015. Standar yang berlaku meliputi sifat kimia dan sifat fisika semen PCC tertera pada table

Tabel 1. Syarat Kimia Semen PCC (Portland Composite Cement)

No	Uraian	Ketentuan Semen PCC
1	SiO <sub>2</sub> (minimum)	—
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (maksimum)	—
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (maksimum)	—
4	MgO (maksimum)	6,0
5	SO <sub>3</sub> (maksimum)	Jika C <sub>3</sub> A ≤ 8,0 → 3,0   Jika C <sub>3</sub> A ≥ 8,0 → 3,5
6	Hilang pijar (maksimum)	5,0
7	Bagian tak larut (maksimum)	3,0
8	C <sub>3</sub> S (maksimum)	—
9	C <sub>2</sub> S (minimum)	—
10	C <sub>3</sub> A (maksimum)	—
11	C <sub>4</sub> AF+2C <sub>3</sub> A atau C <sub>4</sub> AF+C <sub>2</sub> F (maksimum)	—

Persyaratan pembatasan secara kimia berdasarkan perhitungan untuk senyawa potensial tentu tidak harus diartikan bahwa oksida dari senyawa potensial tersebut dalam keadaan murni. C = CaO, S = SiO<sub>2</sub>, A = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Dalam proses produksinya banyak kaitan dari syarat kimia yang tentunya mempengaruhi sifat fisika dari semen pcc Syarat kualitas Semen PCC pada PT.Semen Baturaja memiliki kapasitas minimum dan maksimum yang berbeda-beda. Tidak jarang kandungan maupun komposisi yang berbeda disetiap produksi semen menghasilkan kualitas semen yang berbeda pula,dengan demikian setiap komposisi material maupun kandungan kimia dari semen pcc harus diperhatikan dan memiliki standar seperti table berikut.

Tabel 2 . Syarat Fisika Semen PCC (Portland Composite Cement)

No	Uraian	Ketentuan Semen PCC
1	<b>Kehalusan (Uji permeabilitas udara, m<sup>2</sup>/kg)</b>	
	- Turbidimeter (min)	160
	- Blaine (min)	280
2	<b>Kekekalan (Pemuain dengan autoclave, maks %)</b>	0,80
3	<b>Kuat tekan (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
	- Umur 1 hari (min)	135
	- Umur 3 hari (min)	215
	- Umur 7 hari (min)	300
	- Umur 28 hari (min)	—
4	<b>Waktu pengikatan (metode alternatif)</b>	
	a. Gillmore	
	- Awal (menit, min)	60
	- Akhir (menit, maks)	600
	b. Vicat	
	- Awal (menit, min)	45
	- Akhir (menit, maks)	375

Dalam kerja praktik ini mahasiswa di tuntut untuk terjun langsung ke dunia kerja sehingga dapat mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan selama perkuliahan ke daam dunia kerja. Studi kasus menentukan nilai optimal komposisi atau kadungan Gypmsum dan  $SO_3$  berguna bagi para mahasiswa untuk menambah wawasan atau skillnya di dunia kerja, pada saat kerja praktek ini dilakukan penunis ditempatkan di diklat untuk menulis sebuah artikel dan untuk mendapatkan data yang diperlukan akan langsung ke pabrik untuk melihat langsung bagaimana proses yang dilakukan untuk memproduksi semen. Dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1). Mengetahui Nilai Optimal  $SO_3$  . 2). Mengetahui pengaruh kandungan gypsum terhadap sifat Semen PCC. 3). Dapat menentukan *Setting Time* dan Kuat Tekan sesuai dengan ketentuan SNI 2049: 2015. Dalam penelitian ini kami membatasi permasalahan yang menganalisa pada “Pengaruh kandungan dan komposisi  $SO_3$  gypsum terhadap Semen PCC pada PT. Semen Baturaja

## **METHOD**

Metode yang digunakan adalah eksperimental, dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh dari komposisi dan kandungan  $SO_3$  dan gypsum yang berbeda. Metode pengujian sifat fisika dan kimia. Proses pengujian melalui tahap-tahap berikut: 1. Preparasi sample yaitu Semen PCC (14 sample). 2. Analisis Wet  $SO_3$ . 3. Analisis gypsum secara xrf. 4. Pengujian sifat kimia dan sifat fisika. Pengujian  $SO_3$  wet , bagian tak larut. Bahan-bahan yang di gunakan: 1. Larutan ammonium nitrat (  $NH_4NO_3$  20 gram/L). 2. Larutan natrium hidroksida (NaOH 10gram/L). Menyiapkan 1 gram sample semen yang kemudian masukkan ke dalam gelas kimia 100 ml, tambahkan 20 ml aquadest dan 5 ml HCL pekat sambil digoyangkan, bila perlu dipanaskan lalu tekan sample semen yang menggumpal dengan ujung batang pengaduk kaca sampai terurai sempurna, encerkan larutan sampai 50 ml dengan aquadest lalu panaskan kembali di atas pelat panas sampai mendekati titik didih dan digest selama 15 menit, saring dengan kertas saring berpori medium ke dalam gelas kimia 250 ml 6) cuci endapan dengan air panas sebanyak 10 kali, simpan filtrate dari bagian tak larut untuk penentuan  $SO_3$  kemudian pindahkan kertas saring dan endapan ke dalam gelas kimia semula. Tambahkan 75 ml larutan NaOH. Hancurkan dengan bantuan batang pengaduk. Digest selama 15 menit sampai suhu hamper mendidih, sesekali campuran diaduk. Tambahkan dua tetes indicator metil merah dan asamkan larutan dengan HCL sampai warna campuran berwarna merah muda Saring dengan kertas saring berpori medium. Cuci endapan dengan larutan  $NH_4NO_3$  panas sebanyak 14 kali Masukkan kertas saring tadi

kedalam cawan krus yang telah konstan beratnya, dibakar dan pijarkan dalam furnish dengan suhu  $900 \pm 50^\circ\text{C}$ . Angkat cawan dari furnish dan dinginkan. Penetapan blangko dengan menggunakan pereaksi dan cara yang sama tanpa sample.

Benda uji mortar yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Benda uji dibuat sebanyak 3 variasi komposisi campuran semen dan agregat halus yaitu 1PCC : 4 Psr, 1 PCC : 6 Psr, 1 PCC : 8 Psr. Pengujian kuat tekan akan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Sample semen pcc yang dating dengan menggunakan alat transport sample, kemudian di timbang kurang lebih 13gram, kemudian sample di letakkan di cincin analisis yang setelah itu sample di grinding menggunakan grinding mill yang di beri aid grinding agar proses dan hasil sample menjadi lebih padat. Setelah padat sample di bawa keruangan X-ray fluorescence yang bekerja untuk menganalisis bahan kimia batuan, mineral, sedimen dan juga cairan. Bekerja pada Panjang gelombang-dispersif spektrokopi prinsip yang mirip dengan microprobe electron. Bila radiasi dari tabung sinar-x mengenai suatu bahan maka electron bahan tersebut akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih rendah, sambil memancarkan sina-x karakteristik ini ditangkap oleh detector diubah ke dalam sinyal dan diperkuat oleh preamp dimasukkan ke analizer untuk diolah datanya

Uji setting time dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan oleh semen untuk mengalami pengerasan, Waktu ikat atau setting time adalah waktu yang diperlukan oleh semen untuk mengalami pengerasan sejak semen bercampur dengan air menjadi pasta. Reaksi semen dengan air adalah reaksi hidrasi.  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .  $\text{C}_3\text{A}$  langsung menngikat air sehingga semen yang diberi air langsung mengeras, yang mengakibatkan sulit di bentuk menjadi bangunan.  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .  $\text{C}_3\text{A}$  tidak langsung mengikat air, dengan penambahan Gypsum ( $3\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Gypsum bekerja sebagai retader menahan agar semen tidak langsung mengeras, sehingga semen yang sudah di beri air dapat dengan mudah untuk dibentuk. Untuk pengujian setting time, sample semen yang sudah di homogenkan campuran semen sebanyak 650 gram dengan presentase air pencampur yang diperlukan untuk konsistensi normal sesuai dengan prosedur hingga menjadi pasta semen yang dapat di cetak. Setelah di cetak biarkan benda uji di dalam ruang lembab selama 30 menit setelah pencetakan. Kemudian pengujian *Setting Time* menggunakan jarum vicat, setelah penetrasi diameter 1 mm dan setiap 15 menit berikutnya sampai penetrasi pada 25 mm atau kurang. Jarak antar titik penetrasi tidak kurang dari 5mm terhadap dinding bagian

dalaam cetakan diantara titik penetrasi tidak kurang dari 10mm. kemudian catat hasil pengujian penetrasi dengan interpolasi tentukan waktu dimana penetrasi di peroleh 25mm untuk menentukan *Setting Time* awal, untuk menentukan *Setting Time* akhir hingga jatuh tidak terbenam di pasta atau 0 mm.

Pengujian kuat tekan Semen PCC, dengan membuat mortar yang kemudian di tekan dengan alat press dengan satuan ukur Kilo Newton (kN). Mortar di buat dengan ketentuan ukuran 5cm x 5cm, dalam pembuatannya adonan yang digunakan terdiri dari 1 bagian berat semen dan 2,75 bagian berat pasir semen Portland dicampur air dengan factor air semen tertentu. Adonan yang telah dimasukkan ke dalam kubus di padatkan dengan jalan penumpukan Ketika kubus berisi setengah di tumbuk sebanyak 32 kali lalu isi Kembali adonan dan diberi perlakuan yang sama, benda uji dibiarkan pada cetakan ruang lembab selama sehari, dan dibuka Kembali untuk uji rendam air yang mengandung kapur selama pengujian, sesuai dengan umur (hari) yang nantinya kubus mortar tersebut akan di tekan dengan hidrolik pressure hingga retak, nilai yang keluar di monitor alat uji dalam satuan kN di konversi menjadi Kg dengan persamaan,

$$\text{Kuat tekan 3 , 7 , dan 28 hari} = \frac{\text{Nilai Rata-rata Kubus}}{A (\text{Luas Penampang})\text{cm}^2} \times 101,9716 \text{ Kg/kN... Kg/Cm}^2$$

## RESULTS AND DISCUSSION

### Data (Pengamatan & Hasil Perhitungan)

Berdasarkan hasil analisa *Xrf* dan menggunakan analisis Wet sesuai dengan ketentuan Langkah kerja SNI 2049:2015 di PT Semen Baturaja (Persero) Tbk , data yang ada pada Bulan Juli & Agustus 2022 didapatlah data rata-rata harian Komposisi Gypsum pada Semen PCC.

Tabel 3. Data Komposisi Gypsum

Hari	Set , %	Real, %
1	1,68	1,65
2	1,50	1,46
3	1,50	1,51
4	1,50	1,50
5	1,50	1,49
6	1,50	1,49
7	1,50	1,47
8	1,50	1,44
9	1,46	1,52
10	1,50	1,65
11	1,50	1,54
12	1,79	1,77
13	2,00	1,96
14	2,00	1,99

Sumber: Laboratorium Quality Control PT Semen Baturaja (Persero) Tbk., 2022

**Tabel 4 . Data Analisis Wet SO<sub>3</sub>**

Hari	SO <sub>3</sub>	R45 $\mu$ m , %
1	1,73	18,90
2	1,17	11,44
3	1,41	13,04
4	1,44	10,32
5	1,33	13,72
6	1,09	9,02
7	1,52	7,64
8	1,36	9,98
9	1,48	10,38
10	1,51	11,80
11	1,28	8,48
12	1,28	13,00
13	1,54	9,54
14	1,34	9,96
<b>Rata – Rata</b>	<b>1,39</b>	<b>11,23</b>

Sumber: Laboratorium Quality Assurance PT Semen Baturaja Tbk., 2022

Berdasarkan pengamatan dan pengujian secara fisika yang dilakukan di bagian *Lab Fisika Quality Assurance (QA)* PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. di bulan Juli & Agustus diperoleh dua jenis data pengamatan yang terbagi menjadi beberapa sample harian dari Semen PCC ditunjukkan pada Tabel 5 sebagai berikut.

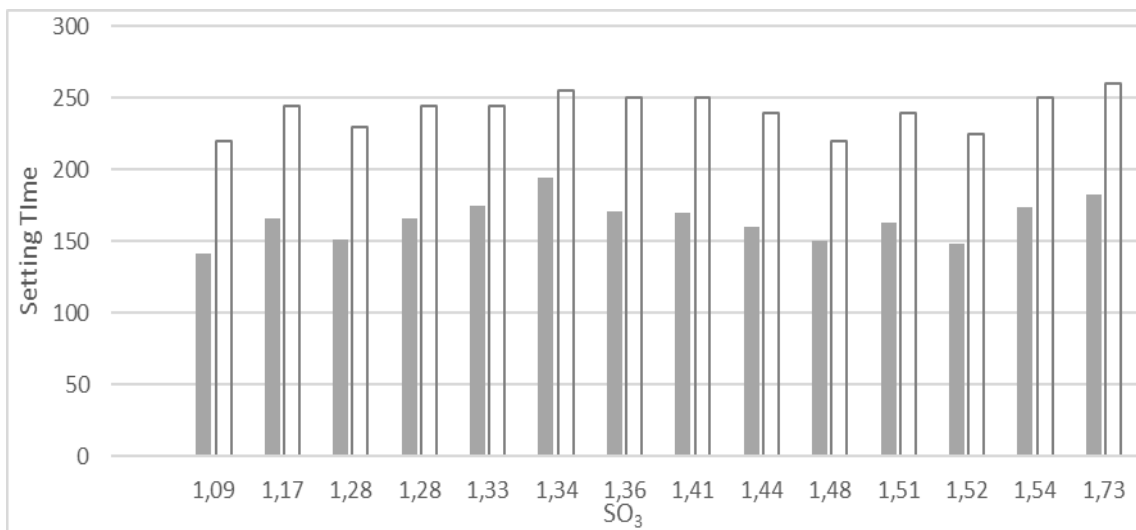
**Tabel 5. Data Analisis Fisika**

Hari	Setting Time		Kuat Tekan		
	Setting Awal (Menit)	Setting Akhir (Menit)	3 Hari (Kg/Cm <sup>2</sup> )	7 Hari (Kg/Cm <sup>2</sup> )	28 Hari (Kg/Cm <sup>2</sup> )
1	183	260	171	235	307
2	166	245	182	227	314
3	170	250	190	254	328
4	160	240	177	242	310
5	175	245	165	229	304
6	142	220	155	221	295
7	148	225	189	274	342
8	171	250	163	245	308
9	150	220	172	229	323
10	163	240	165	219	304
11	151	230	171	228	300
12	166	245	165	227	327
13	174	250	175	242	324
14	195	255	207	231	305

Sumber : Laboratorium Quality Assurance ( QA) PT Semen Baturaja Tbk., 2022

Diketahui data komposisi Gypsum pada Semen PCC, dianalisis dengan menggunakan alat *Xrf* (X-RAY FLOURESCENCE). Menggunakan prinsip , sinar-x fluoresensi yang dipancarkan oleh sampel dihasilkan dari penyinaran sampel dengan sinar-x primer dari tabung sinar-x ( X-Ray Tube). Sementara untuk mendapatkan hasil data SO<sub>3</sub> juga menggunakan analisis *Xrf*, Tetapi dalam laporan ini SO<sub>3</sub> yang di dapat

menggunakan analisis wet dimana Langkah kerja yang digunakan sesuai dengan SNI 2049 : 2015. Dimana Sample H+1 dari *Lab Quality Control (QC)* yang di analisis perjamnya kemudian di homogenkan menjadi satu menggunakan mixer, setelah homogen sample Semen PCC di timbang sebanyak 1 gram dan di larutkan dengan aquades dan HCl, setelah larut kemudian di panaskan ( tidak sampai titik didih) yang kemudian di saring (vakum) menggunakan kertas sari W42. Beker glass di siran air panas dan kemudian di saring lagi hingga didapat filtrat yang di inginkan atau tercuci sempurna.

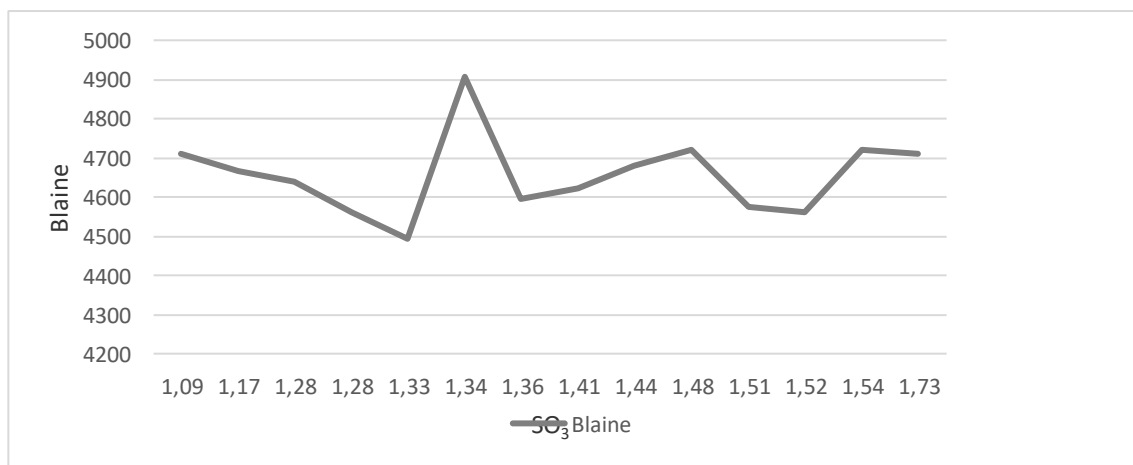


**Gambar 1.** Grafik Hubungan SO<sub>3</sub> dengan Setting time

Filtrat dipanaskan dan di beri BaCl yang kemudian disaring sehingga menghasilkan endapan, endapan SO<sub>3</sub> dikeringkan dan di bakar dengan T = 900 - 1000°C sekurang-kurangnya 30 menit. Kemudian di dinginkan dalam desikator dan di timbang. Studi kasus ini melakukan uji sifat kimia dan fisika terhadap 14 sample semen PCC. Uji yang dilakukan pada semen pcc yaitu uji IR atau uji wet bagian tidak larut, dari uji IR tersebut didapat turunan kandungan SO<sub>3</sub>. Hasil uji sample Semen PCC tertera pada grafik berikut. Kandungan SO<sub>3</sub> dalam semen ada untuk mengatur atau memperbaiki sifat setting time (pengikatan) dari mortar (sebagai retarder) dan juga untuk kuat tekan. Pemberian retarder terlalu banyak akan menimbulkan kerugian pada sifat expansive dan dapat menurunkan kekuatan tekan. Sebagai sumber utama SO<sub>3</sub> yang sering banyak digunakan adalah gypsum. Seperti yang kita ketahui bahwa permulaan pembentukan C-S-H yang signifikan adalah penyebab utama pengerasan semen, mekanisme yang mengatur transisi dari fase plastis ke fase mengeras ditandai dengan peningkatan viskositas sistem. Memang benar bahwa waktu pengerasan semen

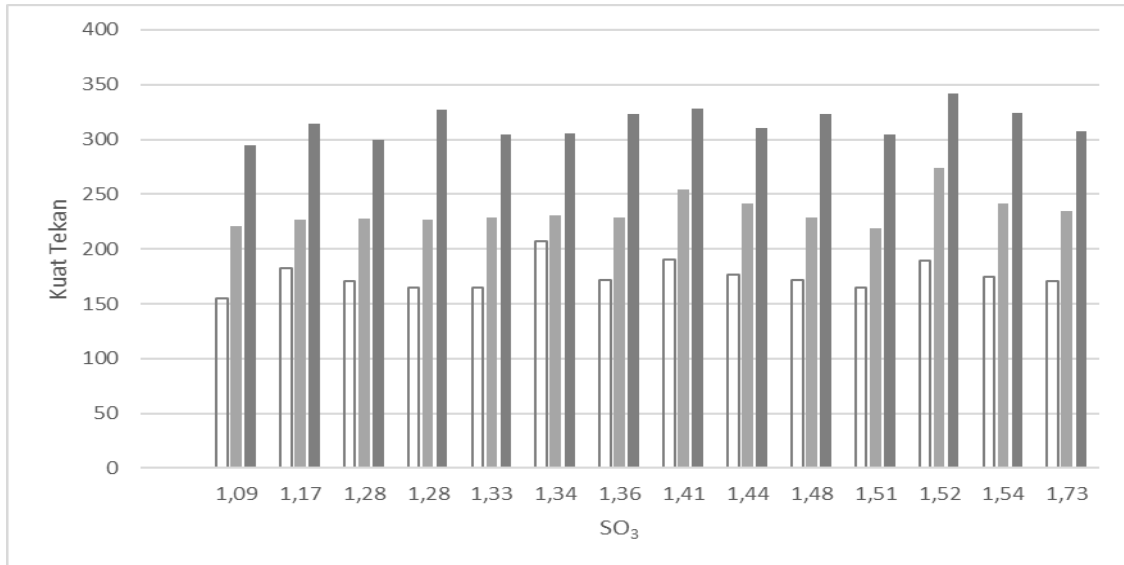
tergantung pada rasio semen dan air, tetapi kandungan  $\text{SO}_3$  yang lebih optimal juga dipengaruhi oleh komposisi gypsum. Meskipun *setting time* tampaknya tidak terlalu berpengaruh terhadap kualitas semen tetapi PT. Semen Baturaja, memberikan set point pada saat produksi Semen PCC sekitar 1-2% diperlukan untuk menghindari fenomena *Delayed Ettringite Formation* (DEF).

Dari grafik diatas menunjukkan perbandingan dari setiap sample Semen PCC dari hari 1 hingga hari ke 14 terdapat 5 sample dengan kandungan  $\text{SO}_3$  1,34 , 1,36 , 1,41 , 1,54 , dan 1,73 dengan setting time yang cukup stabil, tetapi semakin halus butiran semen, proses hidrasi semen akan semakin cepat sehingga kekuatan awal mortar atau semen akan lebih cepat tercapai. Semakin halus butir semen, waktu yang dibutuhkan semen untuk mengeras semakin cepat. Tingkat kehalusan semen dapat dilihat pada grafik berikut.



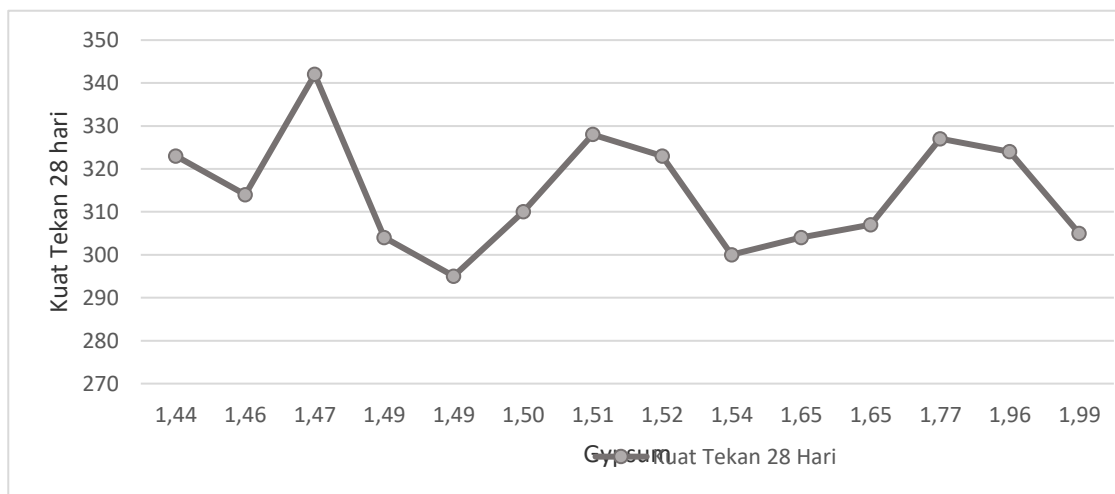
Gambar 2. Grafik kandungan  $\text{SO}_3$  terhadap blaine

Dalam hal ini dari ke 14 sample Semen PCC memenuhi standar setting time sesuai dengan Standard Nasional Indonesia (SNI 2049:2015) .PT.Semen Batu raja juga memiliki standar yang sama. Namun kualitas semen sendiri di tentukan bagaimana kuat tekan akhir semen, Kekuatan tekan adalah sifat kemampuan menahan atau memikul suatu beban tekan. Kekuatan tekan yang diukur adalah kekuatan tekan mortar terhadap beban yang diberikan. Mortar adalah campuran antara semen, air dan pasir pada perbandingan tertentu, dapat dilihat dari grafik di bawah ini perbandingan kandungan  $\text{SO}_3$  terhadap kuat tekan 3,7,28 hari.



**Gambar 3.** Grafik Kandungan SO3 terhadap kuat tekan

Kekuatan tekan adalah sifat kemampuan menahan atau memikul suatu beban tekan. Kekuatan tekan yang diukur adalah kekuatan tekan mortar terhadap beban yang diberikan. Mortar adalah campuran antara semen, air dan pasir pada perbandingan tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan yaitu komposisi mineral utama seperti SiO<sub>2</sub> dan CaO. Dari data pengamatan diketahui bahwa kekuatan tekan pada 3, 7 dan 28 hari terlihat Semen PCC dengan kandungan 1,34 dan blaine yang paling tinggi memiliki kuat tekan awal yang lebih tinggi di bandingkan 13 sample semen lainnya. Tetapi kualitas semen dilihat dari kuat tekan akhir yang paling baik yaitu pada semen dengan kandungan SO<sub>3</sub> sebesar 1,52. Kekuatan tekan meningkat seiring bertambahnya usia semen, tetapi laju peningkatan tergantung pada komposisi gypsum dan usia.



**Gambar 4.** Grafik Gypsum Terhadap Kuat Tekan Akhir

Hasil menunjukkan bahwa komposisi gypsum 1,47 dengan kandungan  $SO_3$  1,52 menunjukkan bahwa semen di hari ke-7 ini memiliki daya kuat tekan paling tinggi . Dengan demikian sample Semen PCC di hari ke-7 ini merupakan sample paling bagus tetapi bukan berarti sample lainnya tidak memenuhi standart, Hanya saja factor dari kandungan gipsum yang optimal harus bereaksi sempurna dan pada usia dini dengan C3A membentuk ettringite, sedangkan kandungan gypsum yang terlalu tinggi menyebabkan risiko mortar atau semen mengembang. Penyebab utama pembengkakan ini adalah pembentukan lanjutan dari ettringite dalam semen yang mengeras. Penulis menetapkan bahwa, untuk semen dengan kandungan gipsum tinggi, reaksi topokimia terjadi antara sisa gipsum dan C3A pada tahap selanjutnya (lebih dari 48 jam), untuk membentuk jumlah ettringit yang berlebihan yang dapat menyebabkan ekspansi sulfat. Sebaliknya jika kandungan gypsum terlalu rendah maka menyebabkan bangunan akan cepat mengering dan sulit di bentuk. Sehingga kadar dari  $SO_3$  harus di jaga.

## CONCLUSION

Gypsum dalam Semen PCC berperan sebagai *retarder* atau penghambat agar campuran semen tidak cepat mengering atau flash set, ketika gypsum digunakan dalam pasta semen, kebutuhan air untuk konsistensi normal meningkat secara nyata dengan meningkatnya kandungan gypsum. Pada saat yang sama, gypsum memiliki efek penundaan yang signifikan, dengan peningkatan kandungannya, waktu pengerasan meningkat hingga % gypsum optimal (1,47%). Ketika % gypsum melebihi optimum, waktu setting tetap tidak terpengaruh begitu banyak, dengan demikian  $SO_3$  yang optimal dalam Semen PCC di PT. Semen Baturaja yaitu 1,52% . Blaine atau kehalusan semen juga mempengaruhi *Setting time* yang terjadi karena ukuran dari semen tersebut dapat mempercepat proses pencampuran semen dengan air, hal ini juga berdasarkan rasio Semen PCC dengan air dalam pencampurannya. Kualitas semen tidak serta merta hanya pengaruh kandungan  $SO_3$  dan komposisi gypsum saja, melainkan kualitas klinker yang dihasilkan juga mempengaruhi sifat akhir dari Semen PCC, dan berdasarkan target Kualitas Semen yang di tetapkan oleh PT. Semen Baturaja Komposisi gypsum maksimal sebesar 2% artinya hal tersebut bisa terjadi penambahan komposisi gypsum hingga batas maksimal jika kualitas bahan lainnya rendah maupun terlalu tinggi tergantung dengan material yang digunakan saat proses produksi.

## REFERENCES

- Balai Diklat PT Semen Baturaja. (1999). PROSES PEMBUATAN SEMEN DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) TBK. BATURAJA: PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Biro Produksi PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. (2024) BAGIAN PENGGILINGAN BAHAN MENTAH UNIT CRUSHER BATU KAPUR/TANAH LIAT DAN RAW MEAL DI PT SEMEN BATURAJA. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Biro Produksi PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. (2024) PENGGILINGAN SEMEN DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) TBK.. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Biro Produksi PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. (2024) PROSES PENGANTONGAN SEMEN DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) TBK.. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Fajrul, Falah. (2007). PROSES PENGGILINGAN SEMEN. PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. : Baturaja
- Perry, R.H. 1997. PERRY'S CHEMICAL ENGINEERING HAND BOOK,6 th ed. Mc Graw Hill Inc, New York
- Personalia PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. (2024) DIAGRAM BLOK SEJARAH DAN PERKEMBANGAN. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Personalia PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. (2024) LOGO PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) TBK. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk
- Personalia PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. (2024) LOKASI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) TBK. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Personalia PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. (2024) STRUKTUR ORGANISASI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) TBK. BATURAJA : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk
- PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.. (2024) KILN. BATURAJA : PT SEMEN BATURAJA (Persero) Tbk.
- Smidth, FL. (2011). ATOX™ CALCINER. USA: FLSmidth Inc.
- Omary,Safiullah. (2017). "OPTIMIZATION OF THE SO3 CONTENT OF AN ALGERIAN PORTLAND CEMENT: STUDY ON THE EFFECT OF VARIOUS AMOUNTS OF GYPSUM ON CEMENT PROPERTIES".