

ANALISIS PENAMBAHAN JUMLAH WATER TRAP UNTUK MENGATASI TERJADINYA PENYUMBATAN JALUR SEMEN PADA SAMPLER FM1 DI PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA-TUBAN

Bayu Bakti Pradana^{1*}, Suhariyanto²

^{1*}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
 Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia

²Program Studi Teknik Mesin Industri, Insitut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
 Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

*email : bayubpradana@gmail.com

(Received: 25-06-2025; Reviewed: 03-07-2025; Accepted: 22-08-2025)

ABSTRAK

Untuk menjaga kualitas semen makan diperlukan pengecekan kualitas sampel semen dalam proses paroduksi pembuatan semen di PT Solusi Bangun Indonesia pabrik Tuban. Pengambilan sampel di *Finish Mill (FM)* Tuban 1 ada dua cara, yaitu otomatis menggunakan *Sampler FM1* dan manual di *Bucket Elevetor (BE)*. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut mulai dari awal hingga selesai adalah; analisa SO_3 menggunakan *X-Ray*, analisa semen menggunakan *Sieving R45*, analisa kehalusan menggunakan *Blaine Appartus*, dan analisa kelembaban semen. Berdasarkan dari hasil pengamatan, perhitungan dan analisis penambahan jumlah Water Trap pada Sampler FM1 dapat disimpulkan sebagai berikut: Sebelum adanya penambahan jumlah Water Trap kondisi Sampler FM1 sering mengalami penyumbatan yang disebabkan oleh udara yang masuk ke dalam Sampler FM1 terlalu basah, hal ini dibuktikan dengan nilai Relative Humidity udara Sampler FM1 yang mencapai 88% nilai kandungan H_2O pada semen dari Sampler FM1 $>0,5\%$.

Kata Kunci : *Sampler FM1, Water Trap, Kualitas Semen*

1. PENDAHULUAN

Untuk menjaga kualitas semen makan diperlukan pengecekan kualitas sampel semen dalam proses produksi pembuatan semen di PT Solusi Bangun Indonesia pabrik Tubam. Pengambilan sampel di *Finish Mill (FM)* Tuban 1 ada dua cara, yaitu otomatis menggunakan *Sampler FM1* dan manual di *Bucket Elevetor (BE)*. Pengambilan sampel secara otomatis yaitu pengambilan semen yang semua prosesnya menggunakan sistem otomatis. Pengambilan otomatis dimulai dari pengambilan keluaran semen dari *Air Slide* (alat transportasi semen) yang ditampung di *Sampler* kemudian diaduk dan didinginkan. Sampel yang siap akan dimasukkan kapsul dan diantarkan ke Laboratorium. Sedangkan pengambilan manual di BE adalah pengambilan secara langsung oleh *sample man* (tenaga manusia) di *Inlet Bucker Elvator* yang merupakan keluaran material dari *Air*

Slide, dengan cara membuka *valve* yang kemudian semen akan keluar dengan sendirinya. Sampel yang diambil tidak bisa diantarkan secara otomatis ke Laboratorium.

Dalam pengoperasian *Sampler FM1* terdapat kendala yaitu jalur aliran semen mengalami penyumbatan dan bahkan buntu. Sehingga terdapat perbedaan kualitas semen yang diambil secara otomatis menggunakan *Sampler FM1* dengan pengambilan manual melalui *BE* pada saat proses perubahan tipe produksi semen yang berbeda. Akibat adanya penyumbatan, maka data yang dihasilkan tidak mencerminkan hasil yang sesungguhnya. Padahal secara teori menurut *Laboratory Operational Guideline*, kualitas sampel antara *Sampler FM1* dengan *manual BE* dalam waktu yang bersamaan pengambilannya seharusnya sama.

Berdasar latar belakang masalah ini, diduga karena kondisi udara dari kompresor yang diambil sebagai sumber udara untuk sistem pneumatik, pendinginan dan pendorong material sampel pada *Sampler FM1* sangat basah. Hal ini bisa dibuktikan dengan pengesanan kelembaban udara kompresor yaitu 88% *Relative Humidity (RH)* dan kandungan H_2O pada semen di *Sampler FM1* memiliki nilai melebihi target yaitu $>0,5\%$. Udara yang lembab dan basah dapat mengakibatkan semen menjadi mengumpal dan keras saat bereaksi hidrolisis. Diduga semen yang lembab, akan menempel pada dinding dalam cover *Sampler FM1*, sehingga aliran akan terjadi penyumbatan jalur material dan bahkan buntu yang menyebabkan adanya perbedaan kualitas antara pengambilan sampel pada *Sampler FM1* dengan *manual BE*.

Kondisi *Sampler FM1* sudah memiliki dua buah *Water Trap* sebelumnya, tetapi hal ini tidak cukup menurunkan tingkat kelembaban udara. Maka dari itu perlu dibutuhkan *Water Trap* tambahan untuk mengeringkan udara yang masuk ke dalam *Sampler FM1*. Diharapkan udara yang kering dapat mengurangi terjadinya penyumbatan pada jalur aliran sampel. Sehingga *Sampler FM1* memenuhi syarat untuk digunakan karena tidak ada perbedaan kualitas antara pengambilan menggunakan *Sampler FM1* dengan pengambilan secara *manual BE* dalam waktu yang bersamaan.

2. METODOLOGI

Berikut ini adalah metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut mulai dari awal hingga selesai adalah:

Survei dan pengamatan

Survei dilakukan untuk melihat dan mengamati bagaimana kondisi awal peralatan yang akan diangkat dalam tema Tugas Akhir ini. Survei dilakukan di PT. Solusi Bagun Indonesia Tbk, Tuban Plant. Survey akan mengamati tentang kondisi *Sampler FM1* yang ada di sana pada saat sebelum dan sesudah penambahan jumlah *water trap*.

Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengambil sampel semen sebelum dan sesudah pemasangan tambahan *water trap*. Titik sample semen yang dibandingkan adalah sample semen dari *Sampler FM1* dengan sample semen yang diambil secara manual *BE*. Sampel semen yang diambil akan diuji di Laboratorium PT SBI untuk dianalisa kualitasnya.

Pengujian Kualitas Semen

Sampel semen yang diambil akan dianalisa beberapa pengujian. Pengujian sample menggunakan standart ASTM. Tahapan pengujian analisa semen (Laboratory - PT. SBI Tuban Plant, 2022) adalah:

1. Analisa SO_3 menggunakan X-Ray

Analisa ini untuk mengetahui kandungan aktual oksida sample semen yang diambil. Oksida yang diamati adalah kandungan SO_3 pada semen. Analisa dilakukan dengan cara memasukkan

sample ke mesin *Automatic Preparation Sample (APM)* yang akan menghasilkan *pellet* secara otomatis. *Pellet* sampel semen yang sudah siap akan diuji di mesin X-Ray (ASTM International, 2005).

2. Analisa Semen menggunakan *Sieving R45*

Analisa ini adalah pengujian seberapa banyak material semen yang tidak lolos ayakan dengan diameter 45 μ m. Berdasarkan *ASTM C430 Standard Test Method for Fineness of Hydraulic Cement by the 45- μ m* (ASTM, 2017), tahapan analisa ini adalah :

1. Timbang 10 gram sampel masukkan ke dalam *sieving* Ø45 μ m.
2. Tempatkan *sieving* ke dalam *housing air jet sieve*.
3. Nyalakan air jet sieve dan pastikan pressure 2000 mbar \pm 100 mbar, selama 3 menit.
4. Timbang dan hitung hasil analisis residunya

Perhitungan :

$$\%Residue = \frac{Wr}{W} \times f \times 100\% \quad (2-1)$$

f = Faktor koreksi ayakan *sieving* Ø45 μ m, didapatkan dari kalibrasi *sieving* Ø45 μ m.

W = Massa semen pengetesan (gram) = 10 gram

Wr = Massa residu (gram)

3. Analisa kehalusan menggunakan *Blaine Appartus*

Analisa ini untuk menentukan nilai kehalusan semen dengan memantau luas spesifik permukaan material. Pengujian luas permukaan dilakukan dengan menggunakan alat *Blaine Apparatus* (ASTM, 2023). Nilai Blaine diambil dari rumus :

$$S = K \times \sqrt{T} \quad (2-2)$$

S = Nilai *Blaine* sampel yang diuji $\left(\frac{cm^2}{gram}\right)$

K = Faktor alat dari hasil kalibrasi $\left(\frac{\frac{cm^2}{gram}}{(s)^{\frac{1}{2}}}\right)$

T = Waktu udara melewati aliran sample selama *manometer drop test* (s)

Nilai kehalusan dihitung dari *permeability* udara terhadap sample semen. Hambatan/tahanan sample terhadap aliran udara yang melewati semen yang didipadatkan tergantung dari permukaan spesifiknya. Semakin besar nilai hambatannya, maka semakin besar luas permukaan spesifik semen. Satuan kehalusan semen *Portland* dinyatakan dalam cm²/gram.

4. Analisa kelembaban semen

Analisa kelembaban ini adalah seberapa banyak kandungan H₂O pada semen. Sample semen akan ditest dengan cara memasukkan ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 2 jam. Tahapan pengujian kadar air pada semen menurut GL5011 PT. SBI-Tuban adalah :

1. Timbang 10 gram sampel semen, kemudian panaskan selama 2jam pada oven dengan suhu 105°C \pm 5°C.
2. Setelah selesai dipanaskan, dinginkan sample hingga suhu ruangan.
3. Timbang sample yang sudah dingin.

Perhitungan (Sumber, *GL-Laboratory* 2022):

$$\%H_2O = \frac{W-W_1}{W} \times 100\% \quad (2-3)$$

W = Massa awal material sampel (gram)

W_1 = Massa sample setelah masuk oven (gram)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Jalur Material *Sampler FM1*

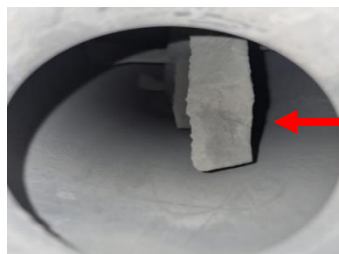
Berikut ini adalah kondisi jalur material pada *Sampler FM1* sebelum dan sesudah adanya pemasangan *Water Trap* tambahan yang baru. Foto kondisi sebelum pemasangan tambahan *Water Trap* baru merupakan dokumen pihak *Maintenance Laboratory*. Pemasangan tambahan *Water Trap* baru dilakukan pada waktu *Over Haul FM1* minggu pertama bulan April 2024. Pengamatan dan pengambilan gambar kondisi *Sampler FM1* setelah penambahan tambahan *Water Trap* baru dilakukan setelah dua minggu pengoperasian alat *Sampler FM1* yaitu tanggal 19 April 2024.

1. *Mixer Material Storage*



Tampilan *mixer material storage* dari bawah, nampak jalur keluar material tersumbat akibat semen yang mengeras, sehingga material di dalamnya tidak dapat keluar dengan sempurna.

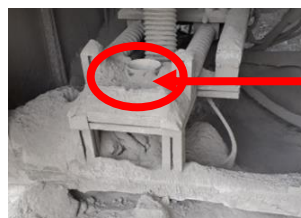
Gambar 1. Kondisi *Outlet Mixer Material Storage* sebelum Pemasangan Tambahan *Water Trap* Baru



Tampilan dalam *mixer material storage* dari atas, nampak tidak ditemukan sisa material semen

Gambar 2. Kondisi bagian dalam *Mixer Material Storage* setelah pemasangan tambahan *Water Trap* baru

2. *Batch Extractor*



Terjadi penyumbatan pada pipa aliran jalur masuknya

Gambar 3. Kondisi pipa jalur masuk material ke dalam *Batch Extractor* sebelum pemasangan *Water Trap* tambahan



Tidak ada material yang tersumbat pada pipa aliran jalur masuknya material ke dalam *Batch Extractor*, sehingga jalur material nampak bersih

Gambar 4. Kondisi pipa jalur masuk material ke dalam *Batch Extractor* setelah dua minggu pemasangan tambahan *Water Trap* baru

Kondisi Udara *Sampler FMI*

Berikut ini adalah kondisi kelembaban udara pada udara *Sampler FMI* sebelum dan sesudah adanya pemasangan *Water Trap* tambahan yang baru. Pengukuran dilakukan menggunakan *hygrometer*. Pengukuran nilai kelembaban udara sebelum pemasangan tambahan *Water Trap* baru dilakukan pada bulan Maret 2024. Pemasangan tambahan *Water Trap* baru dilakukan pada waktu *Over Haul FMI* minggu pertama bulan April 2024. Pengukuran nilai kelembaban udara udara *Sampler FMI* setelah penambahan tambahan *Water Trap* baru, dilakukan setelah dua minggu pengoperasian alat *Sampler FMI* yaitu tanggal 19 April 2024.



Gambar 5. Pengukuran kelembaban udara menggunakan *Hygrometer* sebelum penambahan jumlah *Water Trap* baru



Gambar 6. Pengukuran kelembaban udara menggunakan *Hygrometer* sesudah penambahan jumlah *Water Trap* baru

Berdasarkan hasil pengukuran nilai kelembaban udara *Sampler FMI* menunjukkan adanya penurunan nilai *Relative Humidity (RH)* sesudah pemasangan tambahan *Water Trap* baru. Sebelum adanya pemasangan tambahan *Water Trap* baru, nilai *RH* menunjukkan 88%. Hal ini menunjukkan bahwa udara *Sampler FMI* tidak memenuhi syarat untuk digunakan. Target nilai *RH* berdasarkan *Manual Book Sampler FMI by Polysius* adalah 20%-80%. Sesudah adanya pemasangan tambahan *Water Trap* baru, nilai *RH* turun menjadi 43%. Sehingga udara *Sampler FMI* memenuhi syarat untuk digunakan dalam pengoperasian sistem pneumatik dan sistem pendingin material pada *Sampler FMI*.

Pembahasan Hasil Pengamatan dan Perhitungan

Berikut ini adalah tabel perbandingan kualitas semen secara keseluruhan antara pengambilan di *Bucket Elevator* (BE) dengan *Sampler FMI* (SFM1) secara paralel dengan satu waktu. Tanggal 20 Maret 2024 adalah pengambilan sampel tahap 1 yang merupakan kondisi sebelum adanya penambahan jumlah *Water Trap*. Tanggal 23 April 2024 adalah pengambilan sampel tahap 2 yang merupakan kondisi sesudah adanya penambahan jumlah *Water Trap*. Pengambilan dilakukan saat proses transisi produksi semen tipe *Sprint Pro* (SP) ke tipe *Ultra Pro* (UP).

Tabel 1. Perbandingan Kualitas Semen antara Sampel dari BE dengan Sampel dari *Sampler FMI*

Waktu	Tipe	SO ₃ (%)		Blaine (cm ² /gr)		Residu R45 (%)		H ₂ O (%)	
		BE	SFM1	BE	SFM1	BE	SFM1	BE	SFM1
20/03/24 12:00	SP	1,48	1,47	4256	4198	0,98	1	0,24	0,76
20/03/24 12:30	SP	1,53	1,49	4208	4167	1,04	1,09	0,24	0,69
20/03/24 13:00	UP	2,5	1,68	3345	4093	4	1,53	0,17	0,89
20/03/24 13:30	UP	2,56	1,88	3278	3743	4,4	2,72	0,15	0,74
20/03/24 14:00	UP	2,53	2,16	3256	3541	4,17	3,26	0,19	0,74
20/03/24 14:30	UP	2,46	2,31	3238	3480	4,11	3,43	0,19	0,76
20/03/24 15:00	UP	2,47	2,4	3350	3348	4,29	3,7	0,21	0,81
20/03/24 15:30	UP	2,45	2,43	3321	3243	4,01	4	0,17	0,79
20/03/24 16:00	UP	2,52	2,53	3250	3310	4,19	4,16	0,2	0,83
23/04/24 08:00	SP	1,45	1,48	4292	4275	0,9	0,93	0,33	0,39
23/04/24 08:30	SP	1,58	1,56	4205	4223	1,04	1,01	0,37	0,43
23/04/24 09:00	UP	2,46	2,49	3341	3332	4	3,98	0,27	0,33
23/04/24 09:30	UP	2,51	2,5	3350	3346	4,05	4,06	0,28	0,36
23/04/24 10:00	UP	2,55	2,55	3321	3315	4,08	4,1	0,28	0,35
23/04/24 10:30	UP	2,46	2,47	3282	3299	4,15	4,13	0,29	0,35
23/04/24 11:00	UP	2,51	2,48	3341	3338	4,17	4,18	0,27	0,32
23/04/24 11:30	UP	2,44	2,5	3275	3279	4,22	4,22	0,26	0,33
23/04/24 12:00	UP	2,52	2,49	3259	3269	4,39	4,3	0,25	0,33

Tabel 2. Target Kualitas Semen

Target	Sprint Pro (SP)	Ultra Pro (UP)
SO ₃ (%)	1,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Blaine (cm ² /gr)	>4200	3200-3350
Residu R45 (%)	<1,3	4-4,5
H ₂ O (%)	<0,5	<0,5

Berdasarkan data tabel diatas, dapat diperoleh bahwa sebelum adanya penambahan jumlah *Water Trap* dalam analisis dan pengujian tahap 1, kualitas semen antara sampel BE dengan *Sampler FMI* saat perpindahan produksi semen dari *Sprint Pro* ke *Ultra Pro* mengalami perbedaan nilai kualitas kandungan SO₃, blaine, residu R45 dan kandungan H₂O pada semennya. Saat perpindahan produksi, kualitas sampel dari BE lebih cepat menyesuaikan masuk ke target kualitas produksi semen. Tetapi untuk kualitas semen dari *Sampler FMI* lebih lama menyesuaikan

masuk ke target kualitas produksi semen. Selain itu, kadungan H₂O dari *Sampler FMI* memiliki nilai yang besar dari sampel *BE*.

Hasil pengujian dan analisis tahap 2, setelah adanya penambahan jumlah *Water Trap* kualitas semen antara sampel *BE* dengan *Sampler FMI* saat perpindahan produksi semen dari *Sprint Pro* ke *Ultra Pro* memiliki nilai kualitas kandungan SO₃, *blaine*, residu R45 dan kandungan H₂O yang sama masuk dalam target kualitas produksi. Untuk kadungan H₂O dari *Sampler FMI* tetap memiliki nilai yang besar dari sampel *BE*. Setelah adanya penambahan jumlah *Water Trap*, nilai rata-rata selisih kandungan H₂O memiliki nilai yang lebih rendah dari pada sebelum adanya penambahan jumlah *Water Trap*. Hal ini membuktikan bahwa dengan adanya penambahan *Water Trap* dapat menurunkan nilai kelembaban semen dan mencegah terjadinya penyumbatan pada jalur semen.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengamatan, perhitungan dan analisis penambahan jumlah *Water Trap* pada *Sampler FMI* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sebelum adanya penambahan jumlah *Water Trap* kondisi *Sampler FMI* sering mengalami penyumbatan yang disebabkan oleh udara yang masuk ke dalam *Sampler FMI* terlalu basah, hal ini dibuktikan dengan nilai *Relative Humidity* udara *Sampler FMI* yang mencapai 88% dan nilai kandungan H₂O pada semen dari *Sampler FMI* >0,5%.
2. Saat terjadi penyumbatan pada *Sampler FMI*, kualitas semen dari *Sampler FMI* berbeda dengan semen dari *Bucket Elevator* saat perpindahan proses produksi semen, hal ini dibuktikan dengan nilai kandungan SO₃, *Blaine*, Residu R45 μ m dan H₂O yang berbeda.
3. Setelah adanya penambahan satu *Water Trap* baru, kondisi *Sampler FMI* tidak mengalami penyumbatan lagi setelah 2 minggu pengoperasian karena udara yang masuk ke dalam *Sampler FMI* menjadi lebih kering, hal ini dibuktikan dengan nilai *Relative Humidity* udara *Sampler FMI* yang menjadi 43% dan nilai kandungan H₂O pada semen dari *Sampler FMI* <0,5%.
4. Setelah pemasangan satu *Water Trap* baru, kondisi jalur material pada *Sampler FMI* menjadi lancar, sehingga kualitas semen dari *Sampler FMI* sama dengan semen dari *Bucket Elevator* saat perpindahan proses produksi semen, hal ini dibuktikan dengan nilai kandungan SO₃, *Blaine* dan Residu 45 μ m sama, tetapi untuk nilai presentase kandungan H₂O semen pada *Sampler FMI* masih lebih tinggi dari *Bucket Elevator*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. S., Ghulam, M. R., & Yayuk, T. S. (2019). Pengaruh Penambahan Batu Kapur (Limestone) Terhadap Karakteristik Semen. *Construction and Material*, 1(No 2), 1–10.
- ASTM. (2017). *Standard Test Method for Fineness of Hydraulic Cement by 45- μ m (No. 325) Sieve* (Patent C430 – 17). World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.
- ASTM. (2023). *Standard Test Methods for Fineness of Hydraulic Cement by Air-Permeability Apparatus*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/C0204-23>
- ASTM International. (2005). *Standard Test Methods for Chemical Analyst of Hydraulic Cement: Vol. 04.01* (C 114-05). ASTM International.
- Festo. (2023). *Filter Regulator LFR/LFRS, D Series*. Festo Inc. https://www.festo.com/id/en/search/?text=filter%2520regulator%2520lfr-1-d-maxi_n

- G. C. Bye. (1999). *Portland Cement Composition, Production and Properties* (T. Telford, Ed.; Second edition). Thomas Telford.
- Laboratory - PT. SBI Tuban Plant. (2022). *Laboratorium Operational Guideline (Tuban Plant)* (GL5011; 3.2).
- Polysius, T. (2014). *Machine Manual-Plant-side Automatic Device PBA-V/S*. Thyssenkrupp Polysius.
- Polysius, T. (2014). *Machine Manual-Screw Sampler PSP-A with Swivel Valve*. Thyssenkrupp Polysius GmbH.
- Pratama, M. I. (2019). Analisa Kapasitas dan Tekanan Kerja Kompresor Udara pada Mesin Blow Molding Tipe CD-I90 di PT. Pacific Medan Industri. *Tugas Akhir*, 1–62.
- Rahmawati, F., Samadikun, B. P., & Hadiwidodo, M. (2020). Evaluasi Kinerja Alat Pengendali Partikulat Cyclone dan Wer Scrubber Unit Paper Mill 7/8 PT. Pura Nusapersada Kudus. *Jurnal Presipitasi*, 17(2), 1–10.
- Riskiah, D. A., & Safaruddin. (2022). *Proses Produksi Semen Portland PT. Semen Baturaja*. 01(03), 1–15.
- Sahara, N. A., & Hernawati. (2015). Pengaruh Kehalusan Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Fakultas Teknik*, 2, 1–4.
- Slat, V. B., & Wallah, M. D. J. S. S. (2016). Pengaruh Kehalusan Semen Terhadap Peningkatan Kekuatan Mortar. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 6(3), 1–7.
- Syarif Hidayat. (2009). *Semen Jenis & Aplikasinya*. Kawan Pustaka.
- Walter H. Duda. (1975). *Cement Data Book*. Bauverlag.