

KUALITAS DEBU DI SEKITAR INDOCEMENT PT ITP. Tbk PALIMANAN CIREBON

Chunaeni Latief
Peneliti Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara, LAPAN

ABSTRACT

Analysis result of dust distribution in Indocement PT ITP. Tbk Palimanan factory using SEM, X-RD and quantitatively dan qualitatively chemical method showed that particulat emission through stack was clinker. Clinker's contribution was relatively small (0,91% of total dust measured) compared to total environmental dust carried along by cement container truck and stone material or fill soil truck was sampled using HVS filter. Gua Macan region in the southern side of the factory is the region that received plume (dust from stack) directly from PT ITP, Tbk stack quantitatively only 0,0029211 mg/m³ diameter 10 µm, and 0,0001911 mg/m³ diameter 1 µm and 0,002912 mg/m³ diameter 0,3 µm there were still under maximum allowed level (NAB). From chemical analysis result in Gua Macan obtained highest amount of clinker, but in the east region showed highest CaO content resulted from public limestone burning.

ABSTRAK

Hasil analisis sebaran debu Pabrik Indocement PT ITP. Tbk Palimanan menggunakan metode SEM, X-RD maupun kimia secara kuantitatif dan kualitatif, menunjukkan partikulat yang dibuang melalui cerobong adalah clinker. Kontribusi clinker yang dilempar kecil (0,91% dari total yang terukur) jika dibandingkan dengan debu dari sekitarnya yang dibawa oleh truk pengangkut semen dan bahan batu atau tanah pengurugan yang disampling dengan filter HVS. Daerah Gua Macan di sebelah selatan pabrik adalah daerah yang terkena lemparan plume (debu dari stack) langsung dari PT ITP. Secara kuantitatif hanya 0,0029211 mg/m³ dengan diameter 10 µm ke bawah, dan 0,0001911 mg/m³ diameter 1 µm serta 0,002912 mg/m³ diameter 0,3 µm semuanya di bawah NAB. Dari hasil analisis kimia unsur clinker yang paling banyak terdapat di daerah Gua Macan sedangkan sebelah timur unsur CaO paling tinggi yang berasal dari pembakaran kapur rakyat.

1 PENDAHULUAN

Kenyamanan lingkungan di sekitar industri semen memang sangat diragukan terlebih bila industri yang dimaksud selalu mengemisikan zat pencemar yang akan mengganggu kenyamanan lingkungan. Ketidaknyamanan lingkungan ini dapat bersumber dari industri yang ada maupun dari luar industri, yang muncul karena dampak proses ikutan penunjangnya seperti ceceran tanah, kebocoran materi yang diangkut truk maupun dari bahan baku yang terlindas truk tersebut. Salah satu industri yang mengemisikan debu atau partikulat yang oleh masyarakat sekitarnya dianggap

mengganggu lingkungan adalah industri semen dari Indocement PT ITP. Tbk Palimanan Cirebon.

Dengan program ISO lingkungan secara internasional, maka industri-industri berlomba untuk mendapatkan sertifikat lingkungan ISO 2003 agar produksinya dapat diakui dan dipasarkan secara internasional. Demikian juga Indocement PT ITP. Tbk Palimanan Cirebon menjalankan program-program lingkungan baik secara nasional maupun internasional.

Hasil penelitian kualitas udara di sekitar pabrik semen PT ITP. Tbk tahun 2001 (Afif Budiono dkk, 2001) menunjukkan 5 (lima) lokasi pengukuran (pusat,

sebelah barat, sebelah timur, sebelah utara dan sebelah selatan) kandungan debu ambiennya cukup tinggi. Sedangkan pemanfaatan ruang di sekitar pabrik semen PT ITP. Tbk sudah mixed use land dan berkembang antar lain permukiman, industri kapur rakyat, pabrik semen, pemecah batu dengan jalan padat transportasi, sehingga perlu penelitian kualitas debu lebih lanjut, agar dapat diperkirakan asal debu yang menemari lingkungan.

Masyarakat mengeluhkan bahwa sumber utama pencemaran adalah dari pabrik Indocement PT ITP. Tbk. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang saksama sehingga polutan dapat diidentifikasi.

Indocement saat ini merupakan produsen semen di Indonesia yang terbesar yang memiliki 12 pabrik yaitu : 9 di Citeureup Bogor, 2 di Palimanan dan 1 di Kalimantan Selatan. Kapasitas produksi total mencapai 15,4 juta ton clinker per tahun. Dua Pabrik semen di Palimanan Cirebon yaitu pabrik P-9 dan P-10, kapasitas produksinya adalah: P-9 semen Portland sebanyak 1.216 ribu ton clinker (2002) sedangkan P-10 menghasilkan 1.216 ribu ton clinker semen Pozzoland (1996).

Industri semen lazimnya dalam pemrosesan bahan baku menggunakan sistem kering dengan bahan dasar yang terdiri dari: batu kapur, tanah liat, pasir kuarsa, pasir besi, gipsum, fule ash, trass, bauksit. Untuk proses pemanasan menggunakan bahan bakar batubara dan energi listrik yang cukup besar, demikian juga proses yang dilakukan di Indocement PT ITP. Tbk Palimanan Cirebon.

Salah satu program Indocement untuk menangani keselamatan kerja adalah perusahaan memenuhi undang-undang yang berlaku dan standard serta relevan. Untuk melaksanakan pengendalian risiko lingkungan agar mencapai lingkungan kerja yang aman selamat dan sehat serta tidak membahayakan masyarakat, seyogyanya dilakukan dengan

cara mengendalikan dampak lingkungan terutama emisi debu dan debu ikutan melalui kegiatan perbaikan terus-menerus, meningkatkan dan menciptakan hubungan harmonis dengan masyarakat sekitarnya.

Bagaimanapun Indocement PT ITP. Tbk Palimanan telah melakukan Amdal pada tahun 1995, Program Langit Biru pada Agustus 1996, Program Peringkat Kerja Perusahaan (Proper) tahun 2002, ISO 14001 tahun 2002, ISO 9000 versi 2000 tahun 2002, SMK dengan bendera emas tahun 2000, namun masyarakat sekitarnya masih menganggap mencemari lingkungan dan menghendaki adanya kompensasi.

Di lokasi Indocement PT ITP. Tbk Palimanan, terdapat 2 sumber debu yaitu: internal dan eksternal. Sumber debu internal berasal dari Indocement PT ITP. Tbk, sedangkan dari eksternal berasal dari industri pemecah batu, pengambilan bahan baku urugan, ceceran tanah atau debu peledakan kapur, truk pengangkut semen. Di sisi lain, di sekitar pabrik semen terdapat pabrik kapur rakyat dan jalan padat transportasi yang juga mencemari lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas debu atau mengklarifikasi jenis debu ambien yang dominan di sekitar PT ITP. Tbk (khususnya daerah permukiman atau padat penduduk). Sasarannya adalah untuk mengetahui jenis-jenis debu yang ada agar dapat memberi masukan kepada pengambil keputusan atau yang bersangkutan sehingga masyarakat dapat diberi penjelasan yang memadai tentang pencemaran debu yang ada.

Permasalahan utama adalah, apakah betul yang mencemari lingkungan yang dominant berasal dari pabrik semen? Adapun metodologi yang dilakukan adalah dengan cara melihat penyebaran polusi udara dari PT ITP. Tbk atau pabrik pemecah batu dan kapur secara langsung dibandingkan dengan luaran TAPM, khususnya untuk melihat arah sebarannya. Selanjutnya

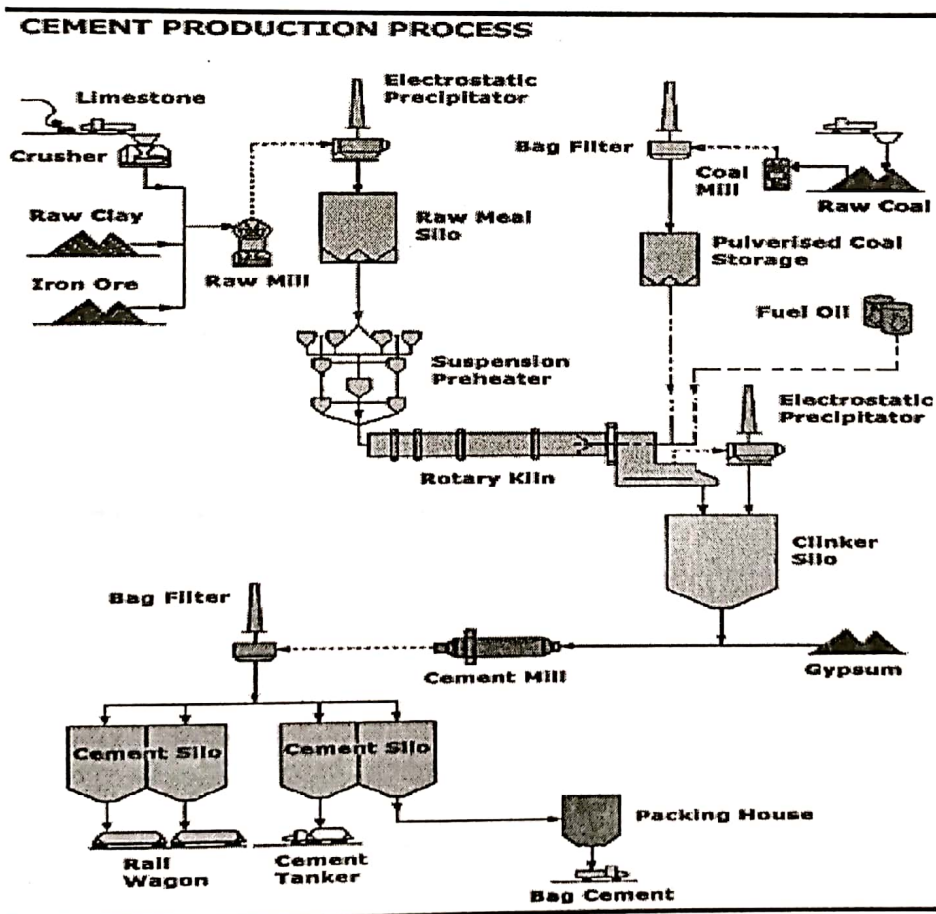
dilakukan pengukuran langsung di setiap lokasi (sesuai dengan hasil pola TAPM yang dicocokkan dengan arah angin di lapangan), kemudian dilakukan analisis kuantitatif dan kualitatif dengan b X-RD, SEM (Scanning Electron Microscope), metode kimia, gravimetri dan AAS (Atomic Absorbtion Spectrometer), serta perbandingan dengan baku mutu.

2 LANDASAN TEORI

Indocement PT ITP. Tbk Palimanan Cirebon dengan Pabrik P-9 dan P-10 memproduksi semen Portland (Portland Cement). Ordinary Portland Cement (OPC) merupakan salah satu semen yang dihasilkan di dunia dengan pola proses produksi standar semen yang bisa dilihat pada Gambar 2-1. Sedangkan kandungan kimia baik dalam bentuk Clinker (tahap akhir sebelum dicampur

gips) dan akhir semen setelah dicampur gips dapat dilihat pada Tabel 2-1.

OPC merupakan semen yang lazimnya digunakan untuk pembuatan beton, dengan bahan pembentuk : kapur (CaO), silika (SiO₂), aluminium (Al₂O₃), bijih besi (Fe₂O₃) dan sulfur trioksida (SO₃) serta sedikit magnesium (MgO) dan sedikit batu kapur ditambahkan pada campuran tersebut. Penambahan SO₃ setelah clinker, ditujukan untuk memperlambat pembentukan butiran dengan pengaturan waktu pada pembentukan akhir semen. Proses pencampuran bahan baku dilakukan dengan oksidasi dan pemanasan di dalam tungku sehingga terjadi kombinasi kimia dalam produk yang dinamakan clinker. Selanjutnya clinker dicampur dengan gips, dan terbentuklah semen portland.



Sumber : Manufacture Ordinary Cement, web site Cheney Lime & Cement Company Allgood, Al 35013, July 2003

Gambar 2-1: Proses pembuatan semen secara umum

Pembakaran clinker terjadi pada kilang silinder panjang yang dapat berputar pada as dan dapat bergerak sedikit dalam arah horizontal. Bahan clinker dipanaskan dengan gas panas dengan pemanas terletak pada bagian akhir bawah kilang. Kilang dibuat empat bagian, yaitu pengering, kalsinasi, sintering dan pendinginan. Reaksi dalam kilang (silo) terjadi pada panas 100°C sampai 1300°C dari material dasar sampai komponen pembentukan clinker.

Untuk analisis kuantitatif dan kualitatif debu di sekitar Indocement PT ITP Tbk, Palimanan Cirebon, dilakukan plotting pola dan arah angin menggunakan TAPM pada tahun 2000 dan 2001,

selanjutnya dilakukan survey lokasi sesuai hasil model penyebaran emisi debu PT ITP Tbk. Palimanan. Dari hasil pengukuran debu tahun 2001 dan model TAPM dilakukan survey di empat tempat yang cocok, yaitu sebelah utara di Kompleks Perumahan Kedung Bunder (500 m dari pusat emisi), sebelah selatan Gua Macan Desa Cikeusal (500 m dari pusat emisi), sebelah timur di Desa Tolok (500 m dari pusat emisi), dan sebelah barat di Desa Palimanan Barat bagian barat (500 m dari pusat emisi). Pada saat survey bulan Mei 2003, dominasi arah angin dari utara dan sesekali dari timur laut, cuaca cerah dan belum pernah hujan.

Tabel 2-1: KOMPOSISI KIMIA KANDUNGAN CLINKER DAN SEMEN (UMUM) SECARA INTERNASIONAL DAN PALIMANAN

No	UNSUR	KOMPOSISI KIMIA clinker (%) Internasional	KOMPOSISI KIMIA clinker (%) Palimanan *)	KOMPOSISI KIMIA cement (%) Internasional	KOMPOSISI KIMIA clinker Asli (%) Palimanan **)
1	Hilang Pijar	0,27	0,88	0,64	0,86
2	Bagian Tidak Larut	0,10	0,06	0,22	0,07
3	SiO ₂	21,66	21,56	21,28	21,20
4	Al ₂ O ₃	5,80	5,88	5,60	5,25
5	Fe ₂ O ₃	3,68	3,52	3,36	3,17
6	CaO	65,19	65,58	64,64	64,50
7	MgO	2,86	1,32	2,06	1,59
8	SO ₃	0,20	0,47	2,14	1,10
9	Kapur bebas	1,35	1,37	-	0,14
10	Total Alkali	0,07	0,40	0,05	0,58

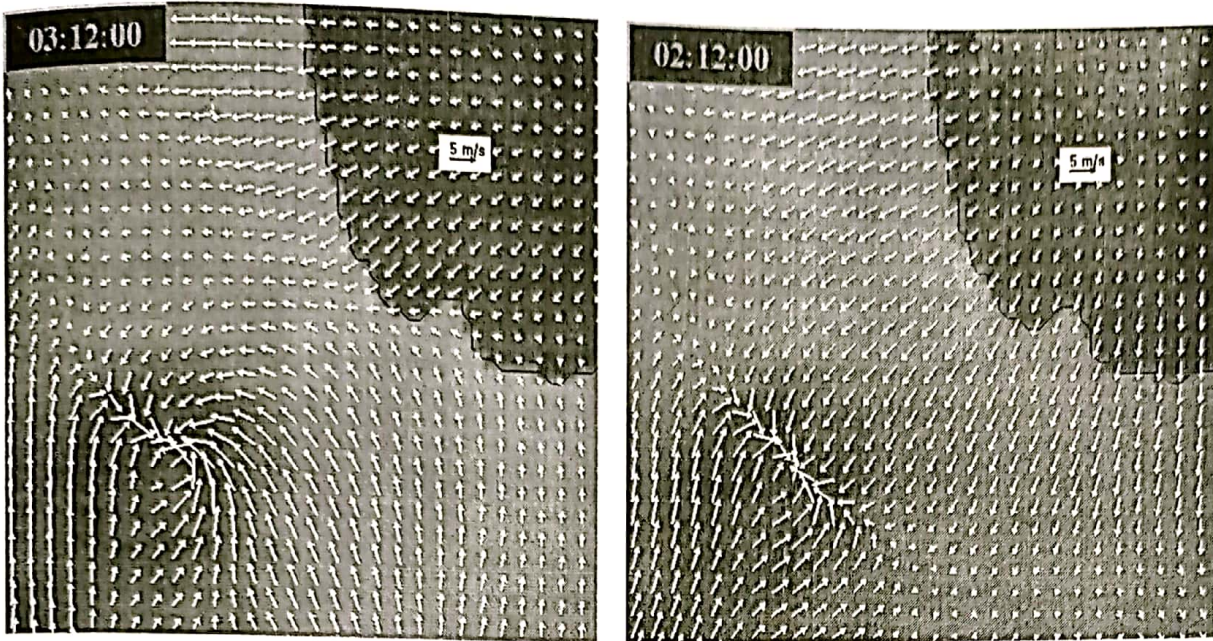
Sumber : Manufacture Ordinary Cement (web site Cheney Lime & Cement Company Allgood, Al 35013, July 2003);

*) PT ITP Tbk, 3 Juli 2003 (standar); **) Hasil pengukuran

3 PENGUKURAN

Dari hasil model TAPM pada bulan Juli tahun 2000 dan 2001, arah angin di Palimanan dominan dari utara dan timur laut. Pada kenyataannya selama pengukuran menunjukkan arah angin dari utara dan sesekali timur laut yang berarti terdapat kesesuaian dengan arah angin hasil plotting TAPM, (Gambar

3-1), sehingga dari hasil pengukuran menunjukkan di keempat lokasi cenderung terkena distribusi clinker paling banyak adalah daerah selatan atau daerah Gua Macan. Saat survey dilakukan, baik sebelum dilakukan pengukuran maupun pada saat dilakukan pengukuran kondisi cuaca cerah, tidak hujan.



Gambar 3-1: Arah angin pada bulan Juli (kiri 2000, kanan 2001, sumber Bid. JIZON POLUD PUS FATSATKLIM LAPAN). Pada bulan Juli 2003 pengukuran arah angin dari utara dan timur laut

Dalam rangka analisis kuantitatif di lapangan dilakukan pengukuran langsung dengan sistem sampling debu emisi dan ambien (tidak dilakukan pengukuran gas) dengan menggunakan penampung dust fall (seluruh debu yang ada), sampling HVS (PM₁₀), HAZ - DUST EPAM 500 (diameter 1 µm), Digital Dust Indicator (Sibata DDI, diameter 0,3 µm), pengamatan parameter meteo menggunakan alat ukur mikroklimat.

Sampel pengukuran HVS sebagian digunakan untuk dianalisis dengan SEM (Lampiran A, yaitu clinker, filter kosong,

maupun filter HVS yang mengandung debu di keempat lokasi). Sedangkan pada Lampiran B hasil pengukuran dengan X-RD dari Clinker, filter dan polutan di keempat lokasi pengukuran. Pada Tabel 3-1 disajikan hasil pengukuran dan perhitungan secara kuantitatif sesuai dengan massa yang dicari untuk dua periode pengukuran. Sedangkan pada Tabel 3-2 dan 3-3 hasil identifikasi unsur-unsur kimia Clinker dengan metode analisis kimia dan AAS pada debu Indocement PT ITP Tbk.

Tabel 3-1: HASIL PENGUKURAN DEBU DI SEKITAR INDOCEMENT PT ITP Tbk, PALIMANAN DARI TANGGAL 30 JUNI-3JULI DAN 2-5 SEPTEMBER 2003

No	Tgl/ bl20 03	Lokasi	HVS (mg/m ³) (dia 10 µm)	HVS (mg/m ³) (dia 10 µm)	HVS (mg/m ³) (dia 10 µm)	Dust Fall (ton/km ² /bln)	Wind Direct	Wind veloc (m/sec)	Temp °C
1	30/06	P.Kedung Bunder Indah(seb utara)	0,273	0,36	0,071	0,11889	N	1,2 - 3,9	25-35
	02/09	6°41'.901 LS 108°24'.125 BT	0,0581	0,295	0,070	0,09871	E	0,1-2,3	31,2-35,2
2	01/07	Gua Macan (seb selatan)	0,321	0,32	0,021	0,42062	N,NE	0,9-4,4	25-34
	03/09	6°42'.837 LS 108°23'.983B T	0,1546	0,291	0,013	0,35047	NE,N	2,0-3,1	31,5-35,2
3	02/07	Desa Tolok Palimana Barat (seb timur)	0,091	0,25	0,016	0,40634	N	0,1-4,2	25-36

	04/09	6°.42'.649 LS 108°.21'.565 BT	0,0693	0,269	0,0013	0,22435	N,E	0,6-2,7	28-34,1
4	03/07	Pejagan Asem Palimanan Barat (seb barat)	0,222	0,33	0,010	0,05707	N, NW	1,7-3,5	24-35
	05/09	6°.41'.919 LS 108°.23'.584 BT	0,0959	0,296	0,361	0,04563	E	1,0-3,2	28,2-32,2

Sumber : Hasil pengukuran dan perhitungan

Tabel 3-2: KOMPOSISI KIMIA KANDUNGAN CLINKER INDOCEMENT PALIMANAN DAN DEBU AMBIEN DI 4 TITIK PENGUKURAN TANGGAL 30 JULI-3 AGUSTUS 2003

No.	UNSUR	KOMPOSISI KIMIA							
		Clinker Cheney (%)	Clinker Standar (%)	Clinker Penguk (%)	Filter PM ₁₀ (%)	Seb. Utara (%)	Seb. Selatan (%)	Seb. Timur (%)	Seb. Barat (%)
1	Hilang Pijar	0,27	0,88	0,86	-	-	-	-	-
2	Bag tak larut	0,10	0,06	0,07	-	-	-	-	-
3	SiO ₂	21,66	21,56	21,20	57,60	-	-	0,01	-
4	Al ₂ O ₃	5,80	5,88	5,25	6,30	0,26	0,26	-	-
5	Fe ₂ O ₃	3,68	3,52	3,17	0,009	0,05	0,05	-	-
6	CaO	65,19	65,58	64,50	1,92	-	0,18	0,45	-
7	MgO	2,86	1,32	1,59	0,18	-	0,01	0,01	0,01
8	SO ₃	0,20	0,47	1,10	0,21	0,25	0,20	0,10	0,014
9	Kapur bebas	1,35	1,37	0,58	3,05	-	-	-	-
10	Total Alkali	0,07	0,40	0,14	9,29	0,01	0,01	-	-
11	Pb	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: PT ITP Tbk, 3 Juli 2003 (standar), hasil pengukuran, perhitungan dan analisis

Tabel 3-3: KOMPOSISI KIMIA KANDUNGAN CLINKER INDOCEMENT PALIMANAN DAN DEBU AMBIEN DI 4 TITIK PENGUKURAN TANGGAL 2-5 SEPTEMBER 2003

No	UNSUR	KOMPOSISI KIMIA							
		Clinker Cheney (%)	Clinker Standar (%)	Clinker Penguk*	Filter PM ₁₀ (%)	Seb. Utara (%)	Seb. Selatan (%)	Seb. Timur (%)	Seb. Barat (%)
1	Hilang Pijar	0,27	0,88	0,86	-	-	-	-	-
2	Bag tak larut	0,10	0,06	0,07	-	-	-	-	-
3	SiO ₂	21,66	21,56	21,20	57,60	-	-	0,01	-
4	Al ₂ O ₃	5,80	5,88	5,25	6,30	-	0,16	-	-
5	Fe ₂ O ₃	3,68	3,52	3,17	0,009	-	0,05	0,05	0,01
6	CaO	65,19	65,58	64,50	1,92	-	-	0,68	-
7	MgO	2,86	1,32	1,59	0,18	-	0,05	-	-
8	SO ₃	0,20	0,47	1,10	0,21	-	-	-	-
9	Kapur bebas	1,35	1,37	0,58	3,05	-	-	-	-
10	Total Alkali	0,07	0,40	0,14	9,29	-	-	-	-
11	Pb	-	-	-	-	0,00044	0,00045	-	-

Sumber: PT ITP Tbk, 3 Juli 2003 (standar), hasil pengukuran, perhitungan dan analisis.

Tabel 3-2 dan 3-3 menunjukkan hasil penelusuran unsur kimia. Besarnya kandungan debu sampling yang terdapat pada filter HVS dianalisis kuantitatif dan kualitatif secara kimia. Dari hasil analisis, yang tertera pada Tabel 3-1 dilakukan perhitungan akhir untuk memperoleh konsentrasi yang sebenarnya dari setiap unsur-unsur kimia yang ada. Demikian juga dilakukan analisis SEM, X-RD, fraksi volume dan meteo dari sampel yang ada.

4 ANALISIS

Mengacu pada model TAPM daerah Palimanan pada tahun 2000 dan 2001

(Gambar 3-1), dan survey serta saat pengukuran dengan dominasi arah angin dari utara, dan timur laut, maka daerah Gua Macan diperkirakan paling banyak terkena jatuhnya clinker selama pengukuran. Hal ini perlu mendapat perhatian khusus pada saat pengukuran maupun analisis.

Secara kasat mata dan arah angin, arah plume dari stack PT ITP Tbk, langsung mengarah ke daerah Gua Macan. Hal ini telah dibuktikan dari hasil uji kimia (Tabel 3-2 dan 3-3), terlihat bahwa indikator Clinker lengkap jatuh di daerah selatan, yaitu di daerah Gua Macan.

Tabel 4-1: HASIL ANALISIS GARIS-GARIS X-RD DARI KE ENAM SAMPEL

UNSUR	Clinker	Filter PM ₁₀	Lokasi timur ITP	Lokasi barat ITP	Lokasi selatan ITP	Lokasi Utara ITP
SiO ₂	30.025 (102) 36.440 (112) 46.850 (113) 56.390 (104)	36.440 (112)	30.025 (102) 36.440 (112)	32.025 (102) 46.850 (113)	30.025 (102) 36.440 (112) 56.665 (101)	30.025 (102) 46.850 (113)
Al ₂ O ₃	24.255 (012) 38.680 (104) 41.325 (113) 44.055 (110) 45.795 (202) 51.690 (024) 57.260 (211)	41.325 (113)	-	-	41.325 (113) 45.795 (202) 51.690 (024)	-
Fe ₂ O ₃	24.255 (012) 33.835 (109) 34.280 (110) 49.715 (024) 56.390 (211)	24.255 (012)	24.255 (012) 33.835 (109)	24.255 (012)	-	24.255 (012)
CaO	32.595 (111) 36.640 (200)	32.595 (111)	-	-	-	-
MgO	36.840 (110)				36.840 (110)	

Keterangan: Bilangan depan menunjukkan sudut difraksi 2 theta, di dalam kurung adalah bidang kristal (hkl) yang ada

Ditinjau dari jarak pengukuran dari cerobong sekitar 500 m dan dari arah angin saat pengukuran hampir kontinu dari utara dengan kecepatan 2,0-3,1 m.detik, maka lokasi di Gua Macan yang paling mungkin memperoleh material terhambur melalui stack dari clinker, yang setiap saat memperoleh akumulasi debu yang tersebar ke daerah Gua Macan. Disamping itu di Gua Macan selatan terdapat bukit, sehingga

distribusi partikel akan terhambat di daerah Gua Macan

Butiran partikulat yang terdapat di filter PM₁₀ HVS ditelusuri menggunakan SEM untuk mengetahui bentuk butiran clinker yang terdapat di dalam debu untuk semua lokasi (Gambar 4-1). Dari hasil penelusuran hanya terdapat di filter lokasi selatan (daerah Gua Macan Desa Cikeusal) yang mirip bentuknya dengan clinker asli. Ukuran clinker yang

tertangkap pada filter HVS PM₁₀ bervariasi dari 0,1-10 µm. Jadi dengan SEM dapat dibuktikan unsur clinker hanya terdapat di daerah Gua Macan, di tempat lain tidak muncul atau teramati jenis butiran yang sama, melainkan munculnya butiran pasir asli dengan diameter antara 1-3 µm.

Hasil pengukuran menggunakan X-RD dapat dilihat pada Gambar 4-2 sebanyak 6 sampel, yaitu clinker, filter asli PM₁₀ dan 4 (empat sampel) dari empat lokasi yang diukur, yaitu barat, timur, selatan dan utara (Tabel 4-1)

Pada perekaman X-RD dengan penelusuran hanya 5 parameter, yaitu CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO yang mungkin dirunut dari hasil uji kimia dan X-RD, maka diperoleh adanya unsur-unsur clinker dari debu yang ditangkap. Setelah dilakukan perhitungan dan analisis unsur SiO₂, hampir semua unsur terdapat di semua lokasi dan semuanya mengandung SiO₂. Scanning X-RD pada clinker menghasilkan fraksi volume kristal CaO (17,45%), SiO₂ (15,51%), Al₂O₃ (18,85%), Fe₂O₃ (26,60%), MgO (0,27%). Sehingga total fraksi yang teridentifikasi adalah 76,58% sisanya adalah K₂O, Na₂O, SO₃ serta ikutan lainnya yang secara umum belum teridentifikasi dalam bentuk senyawa lain.

Pola analisis X-RD (Tabel 4-1 dan Gambar 4-2) dan analisis kimia filter, menunjukkan hasil penelusuran filter murni adalah amorf kaca dengan dominasi adalah SiO₂, CaO, MgO dan Al₂O₃ dengan fraksi masing-masing SiO₂ (40,47%), CaO (17,45%), MgO₂ (0,27%) dan Al₂O₃ (23,8%).

Hasil penelusuran dengan X-RD keempat filter yang digunakan untuk menangkap debu, diperoleh kandungan debu setelah disubstraksi, adalah sebelah barat di daerah Pejagan Asem SiO₂ (29,54%) dan Fe₂O₃ (13,63%), bagian timur di desa Tolok adalah CaO (13,63%), SiO₂ (40,67%) dan Fe₂O₃ (22,88%). Pada bagian selatan yaitu di daerah Gua Macan SiO₂ (16,28%) dan Fe₂O₃ (4,07%),

CaO (10,31%), MgO₂ (0,27%) dan sebelah utara yaitu di daerah Perumahan Kedung Bunder Indah adalah SiO₂ (36,00%), CaO (17,45%), Fe₂O₃ (20%).

Jadi dengan demikian di keempat tempat tersebut dengan angin selama pengukuran mengarah ke selatan, untuk sebelah barat ITP dominasi SiO₂ diduga berasal dari pemecah batu sebelah utara (jarak 500 m dari perumahan) yang selalu mengeluarkan debu pemecahan yang tinggi, sehingga banyak unsur silika oksida yang terbawa angin sampai ke daerah Kedung Bunder. Unsur Fe₂O₃ diduga dari lemparan bahan clinker yang terendapkan secara kumulatif dari masa ke masa di sekitar perumahan Kedung Bunder dari kontribusi PT ITP saat angin ke arah utara, kemudian ikut tertiup angin pada saat angin ke selatan, atau dari unsur kandungan batu yang terbawa angin dalam bentuk debu dari proses penggilingan. Pada bagian timur unsur kapur CaO dominan karena lokasinya dekat dengan pembakaran kapur rakyat yang berada di sebelah timur laut pabrik semen. Saat itu pabrik kapur sedang aktif dan angin dari utara sehingga pembakaran kapurpun memberikan kontribusi dominan dibandingkan pabrik semen. Demikian juga unsur SiO₂ dan Fe₂O₃ selain dari debu yang beterbangan kemungkinan berasal dari debu pemecah batu di jalan Palimanan Arjawinangun (sebelah utara Palimanan) saat angin bertiup ke arah selatan serta sisa-sisa clinker yang terendapkan sebelumnya yang terbawa angin. Untuk daerah selatan, di mana arah angin dari utara dan timur laut yang mengarah ke Gua Macan dapat dilihat bahwa hampir seluruh unsur clinker terdapat di daerah selatan. Hasil perhitungan analisis menunjukkan pengaruh plume clinker sangat kuat dengan dominasi fraksi SiO₂ (16,28%), Al₂O₃ (19,90%), Fe₂O₃ (4,07%), CaO (11,31%) demikian juga dapat dilihat dari unsur kimianya (Tabel 3-4 dan 3-5). Di sebelah utara yang dominan adalah SiO₂ yang berasal dari peng-

gilingan batu sebelah utara lokasi atau sebelah utara Komplek Perumahan Kedung Bunder. Sedangkan Fe_2O_3 diduga berasal dari sisa clinker yang pernah terendapkan saat angin bertiup ke arah utara ataupun unsur dari debu batu-batu yang digiling yang beterbangan.

Di Perumahan Kedung Bunder dan Gua Macan ternyata unsur Pb dapat dideteksi antara 0,44 ppb dan 0,45 ppb. Konsentrasi ini masih di bawah batas ambang 2 ppb. Jika dilihat arah angin dari utara, adanya unsur Pb di Gua Macan yang terukur diyakini dari BBM kendaraan bermotor yaitu mobil-mobil truk yang sering lewat mengangkut bahan galian di sekitar lokasi pengukuran. Sedangkan di Perumahan Kedung Bunder berasal dari motor dan mobil yang sering lewat di sekitar pengukuran.

Setelah dianalisis dengan metode kimia untuk unsur debu dan unsur clinker (Tabel 3-4 dan 3-5 serta 4-2 untuk Tabel 4-2 diambil yang maksimum) dapat dilihat yang dominan dengan bentuk clinker adalah daerah selatan yaitu Gua Macan. Analisis hasil pengukuran dan perhitungan menyatakan hampir seluruh unsur clinker ada di sana, apalagi dengan jelas lemparan

debu dari semen dominan mengarah ke selatan. Tetapi konsentrasi yang diperoleh sangat kecil dari debu yang tersaring di filter HVS PM_{10} yaitu $0,0029211 \text{ mg/m}^3$ pada diameter $10 \mu\text{m}$ ke bawah, dan $0,0001911 \text{ mg/m}^3$ diameter $1 \mu\text{m}$, serta $0,002912 \text{ mg/m}^3$ diameter $0,3 \mu\text{m}$, semuanya masih di bawah NAB, padahal kecepatan angin laminar serta kondisi lingkungan saat itu tenang. Kecepatan angin saat itu antara $2,0 - 3,1 \text{ m/detik}$, cuaca cerah dan tidak ada hujan sebelum dan saat pengukuran. Di sekitar pengukuran Gua Macan sering dilalui truk pengangkut bahan galian dan batu sehingga dapat menyumbangkan debu dari clay (lempung dan tanah).

Perolehan clinker yang terukur di Gua Macan (dengan anggapan yang berada di filter HVS semua berasal dari debu PT. ITP), maka kandungan clinker yang ada hanya $0,61\% \times 0,0029211 \text{ mg/m}^3 = 0,0017819 \text{ mg/m}^3 = 1,7819 \mu\text{g/m}^3$ yang menunjukkan sangat sedikit dan masih di bawah NAB, yang berarti fungsi *filter electrostatic presipitator* di Indocement PT ITP Tbk berfungsi baik. Secara visual dapat dilihat plume putih dan sedikit.

Tabel 4-2: ANALISIS KOMPOSISI KIMIA KANDUNGAN SEBARAN CLINKER INDOCEMENT PALIMANAN DAN DEBU AMBIEN DI 4 TITIK HASIL PENGUKURAN TANGGAL 30 JULI-3 AGUSTUS DAN SEPTEMBER 2003

No.	UNSUR	KOMPOSISI KIMIA							
		Periode Juli-Agustus 2003				Periode September 2003			
		Sebe. Utara (%)	Sebe. Selatan (%)	Sebe. Timur (%)	Sebe. Barat (%)	Sebe. Utara (%)	Sebe. Selatan (%)	Sebe. Timur (%)	Sebe. Barat (%)
1.	Hilang Pijar								
2.	Bag. Tak Larut								
3.	SiO_2	-	-	0,01	-	-	-	0,01	-
4.	Al_2O_3	0,26	0,26	-	-	-	0,16	-	-
5.	Fe_2O_3	0,05	0,05	-	-	-	0,05	0,05	0,01
6.	CaO	-	0,18	0,45	-	-	-	0,68	-
7.	MgO	-	0,01	0,01	0,01	-	0,05	-	-
8.	SO_3	0,25	0,20	0,10	0,014	-	-	-	-
9.	Kapur Bebas	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	Total Alkali	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-
11.	Pb (Timbal)					0,000044	0,000045	-	

Hasil penelitian membuktikan adanya kontribusi dari daerah pembakaran kapur dalam bentuk CaO yang signifikan, terlebih bila pembakaran yang berjumlah 20 tungku aktif semua. Saat pengukuran pembakaran kapur yang aktif hanya 8 tungku, namun dapat terlihat kontribusi unsur kapur dominan di sebelah timur dengan kontribusi pertama 0,45% dan kedua 0,68%. Apabila 20 tungku pembakaran kapur bekerja semua akan lebih banyak menyumbangkan polusi udara CaO ke daerah timur (saat angin dari utara dan timur laut) yang banyak terdapat perumahan penduduk. Unsur kapur yang ke Gua Macan periode pertama sangat rendah hanya 0,18 % (lebih rendah dan pada sebelah timur) dan periode kedua tidak terdeteksi, demikian juga fraksi dengan X-RD, sehingga di Gua Macan unsur kapur dari pembakaran kapur rakyat tidak berkontribusi, selain jaraknya jauh juga unsur kapur dari clinker cukup tinggi, sehingga di Gua Macan unsur kapur diyakini berasal dari clinker yang terhambur lewat cerobong.

5 KESIMPULAN

Dari pemakaian model TAPM untuk memperkirakan arah angin dalam pengukuran, ternyata pada pengukuran angin dari utara dan sesekali dari timur laut. Dengan hasil analisis sebaran debu di sekitar Indocement PT. ITP Tbk dapat disimpulkan bahwa

- Pengukuran menggunakan SEM, X-RD menunjukkan daerah yang benar terkenal clinker jatuhnya debu adalah daerah Gua Macan sesuai arah angin dari utara dan ukuran butiran debu bervariasi dari 0,1-10 μm dengan konsentrasi debu di bawah NAB.

- Unsur kapur (CaO) dari pembakaran kapur rakyat (saat pengukuran pembakaran ada yang sedang berjalan) selama pengukuran andilnya cukup besar dibandingkan dengan clinker yang terbuang melalui cerobong, khususnya daerah sebelah timur PT ITP. Tbk.
- *Filter electrostatic presipitator* yang digunakan Indocement PT ITP Tbk. efektif dan berfungsi baik.
- Adanya unsur Pb di kedua tempat yaitu Komplek Perumahan Kedung Bunder berasal dari BBM kendaraan bermotor dan Gua Macan dari BBM mobil truk pengangkut batu dan tanah.

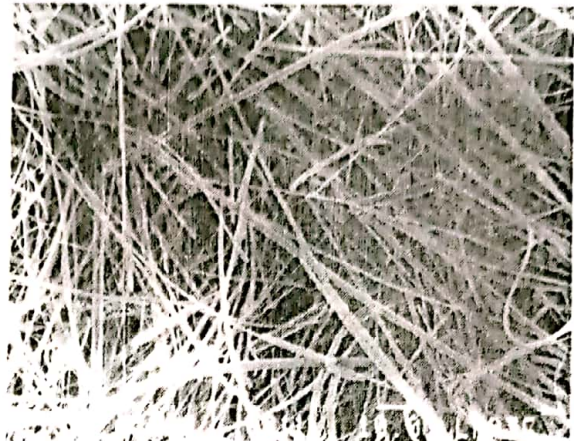
DAFTAR RUJUKAN

- Afif Budiono dkk, 2001. Laporan Hasil Penelitian Kualitas Udara di Sekitar PT. ITP. Tbk Palimanan, *Bidang Jizon Polud*, Laporan Kerjasama Program Langit Biru Kabupaten Cirebon dan Bidang Jizon Polud tahun 2001 dan 2002.
-, July 2003. Manufacture Ordinary Cement (web site Cheney Lime & Cement Company Allgood, Al 35013, July 2003).
- Indocement PT. PTP, Tbk, 3 Juli 2003, Data Clinker.
- Joint Committee on Power Diffraction Standard, 1986. Inorganic Index to The Power Diffraction File, Phil., PA. 19103
- Team Indocement, 2003. PT. ITP. Tbk. Pemantauan dan Pengukuran Emisi Debu di PT. INDOCEMENT TUNGGAL PRAKASA Tbk, Pertemuan Koordinasi Program Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Bidang Polusi Udara Program Langit Biru, 25 Februari 2003, Bandung.



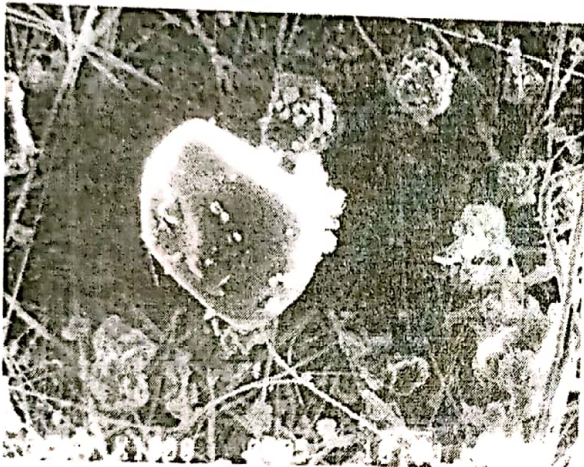
SEM- Clinker

(a)



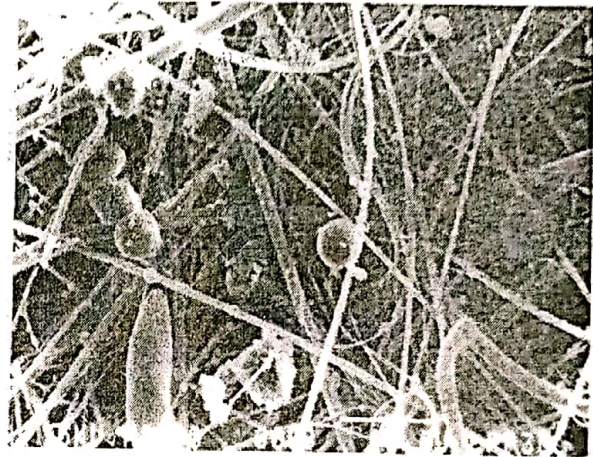
SEM Filter HVS

(b)



SEM sampling dengn HVS sebelah selatan (Gua Macan)

(c)



SEM sampling dengn HVS sebelah utara (Kedung Bunder)

(d)



SEM sampling dengn HVS sebelah barat (Palimanan Barat)

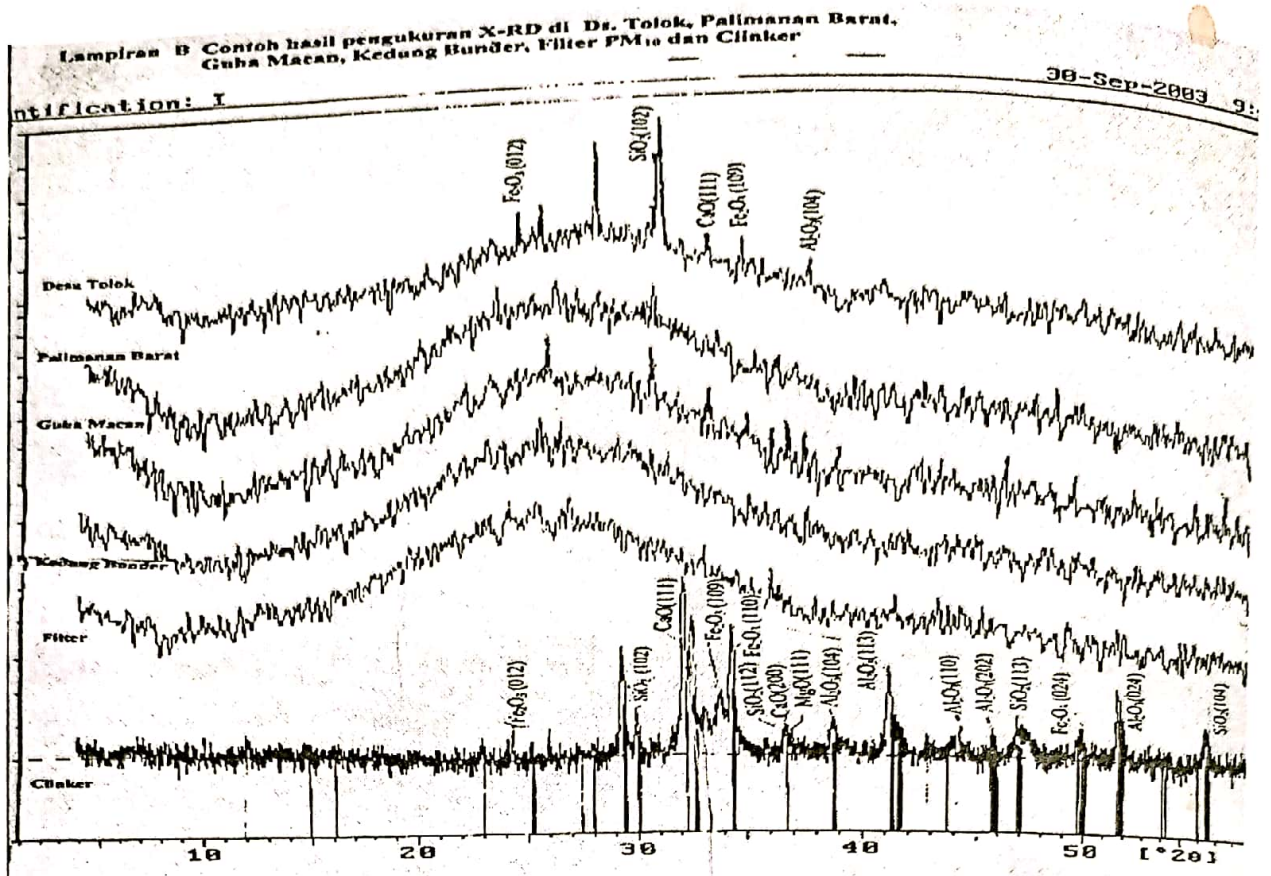
(e)



SEM sampling dengn HVS sebelah timur (Desa Tolok)

(f)

Gambar 4-1: Hasil scanning SEM: (a) clinker asli, (b) filter PM₁₀, (c) filter PM₁₀ sample di Gua Macan, (d) sample di Kedung bunder, (e) sample di Palimanan Barat sebelah barat, (f) sample di Desa Tolok



Gambar 4-2: Contoh hasil scanning X-RD , rekaman dari bawah ke atas 1. paling bawah adalah clinker asli, 2.filter dari bahan amorf, 3 Kedung Bunder, 4 Guha Macan, 5 Palimanan Barat seb.barat, 6 Desa tolok