

# ANALISIS CEMARAN LOGAM (Ca, Cu, Mg dan Si) DALAM ABU TERBANG PABRIK SEMEN

Meyci Trisna<sup>1\*</sup>, Edi Kurniawan<sup>2</sup>, Nina Hartati<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya  
Email : [meyci.trisna@polsri.ac.id](mailto:meyci.trisna@polsri.ac.id)

## Abstract

*Fly ash is produced in the combustion process of coal in a factory. It can be used in the construction industry, particularly in cement and concrete production. Moreover, fly ash has been added as one of the materials in cement production due to composition similarities between fly ash and other raw materials. However, fly ash is not environmentally friendly as it contains inorganic compounds that are harmful to the environment. Therefore, it is important to know its properties and characterization for further research, advantages and disadvantages that follows. This study was focusing on the Ca, Cu, Mg and Si in fly ash as a byproduct of coal combustion. Based on the results, SiO<sub>2</sub> and CaO levels consecutively are 21,17% and 0,65% indicated that fly ash can be added as one of the materials used in cement production. Furthermore, the toxic Cu and Mg in fly ash displayed its safety in the environment, in sequence are 0,02855ppm and 0,81825ppm.*

**Keywords:** Cement, Coal, fly ash, Metal Contamination

## 1. PENDAHULUAN

### Latar belakang

Terbatasnya bahan baku dan kondisi lingkungan hidup yang makin merosot, maka diperlukan inovasi untuk menghasilkan material konstruksi yang murah, hemat energi dalam proses produksinya, memiliki sifat keawetan yang tinggi serta sedikit menghasilkan karbondioksida atau bahan-bahan berbahaya lainnya.

Tingkat pemanfaatan abu terbang dalam produksi semen saat ini masih tergolong amat rendah. Cina memanfaatkan sekitar 15 persen dan India kurang dari 15 persen, dalam pemanfaatan abu terbang untuk pembuatan beton. Abu terbang ini sendiri, kalau tidak dimanfaatkan juga bisa menjadi ancaman bagi lingkungan. Akibat terpaan angin maka partikel-partikel halus abu dapat mengganggu/mencemari udara, penumpukan abu ditempat terbuka menyebabkan terlarutnya unsur-unsur yang ada dalam abu oleh air hujan dan terserap ke dalam tanah atau mengalir ke dalam air sungai, sehingga menyebabkan pencemaran air dan tanah disekitarnya. Oleh karena itu,

pemanfaatan abu terbang akan mendatangkan efek ganda pada tindak penyelamatan lingkungan, dimana penggunaan abu terbang akan memangkas dampak negatifnya sekaligus mengurangi penggunaan semen Portland dalam pembuatan beton.

Selain itu abu terbang ini juga merupakan salah satu bahan yang ditambahkan ke dalam bahan semen yang dapat meningkatkan kualitas semen tersebut. Abu terbang juga memiliki kemampuan mengikat sebagaimana halnya semen.

### Abu terbang

Abu terbang adalah abu sisa pembakaran batubara yang dipakai dalam banyak industri. Abu terbang sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh abu terbang akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat.

Abu terbang atau *abutter* dikenal juga dengan *fly ash* yaitu abu halus yang merupakan hasil/ limbah pembakaran batubara. Abu terbang berupa *powder* berukuran 1-100 mikron (Moh. Anas Aly, 1997). Dari konferensi Concrete 2001 yang diselenggarakan di Perth, Australia, dilaporkan penggunaan HVFA (high volume fly ash) *concrete* atau beton dengan kandungan abu terbang tinggi pada sejumlah proyek infrastruktur, demikian pula penggunaan bahan buangan lain seperti *slag*. Beton tersebut dilaporkan menunjukkan hasil memuaskan di lapangan. Dalam waktu singkat dimasa mendatang, penggunaan beton jenis ini diperkirakan akan meningkat dengan cepat.

Selain lebih ramah lingkungan, mengurangi jumlah energi yang diperlukan karena berkurangnya pemakaian semen, lebih awet dan lebih murah. Bahan ini juga tetap menunjukkan perilaku mekanik memuaskan. Perkembangan mutakhir yang menjanjikan adalah penggunaan abu terbang sepenuhnya sebagai pengganti semen lewat proses yang disebut polimerisasi anorganik (kadang disebut geopolimer).

Geopolimer semen menjadi harapan utama mereduksi penggunaan semen untuk keperluan pembangunan infrastruktur, setidaknya untuk pembuatan beton pracetak. Walaupun tahapan yang harus dilalui untuk memasarkan penggunaan teknologi ini masih jauh, setidaknya hasil riset yang ada selama ini menunjukkan hasil yang menjanjikan. Saat ini, riset beton geopolimer giat dilakukan di sejumlah lembaga riset atau universitas khususnya di Prancis, Amerika Serikat dan Australia.

### Manfaat ganda abu terbang

Tahun 1989, total abu yang dihasilkan dari pembakaran batubara di seluruh dunia mencapai 440 miliar ton. Sekitar 75 persen adalah abu terbang. Produsen utama adalah negara-negara bekas Uni Soviet (99 miliar ton), diikuti Cina (55 miliar ton), Amerika Serikat (53 miliar ton) dan India (40 miliar ton). Produksi abu ini terus meningkat dari tahun ke tahun. Cina sendiri menghasilkan lebih dari 110 miliar ton abu di tahun 2000, dengan total

produksi abu dunia tahun 2000 mencapai angka 661 miliar ton.

Tingkat pemanfaatan abu terbang dalam produksi semen saat ini masih tergolong amat rendah. Cina memanfaatkan sekitar 15 persen, India kurang dari lima persen, dalam pemanfaatan abu terbang untuk pembuatan beton. Abu terbang ini sendiri, jika tidak dimanfaatkan juga bisa menjadi ancaman bagi lingkungan.

Tabel 1. Komposisi kimia abu terbang yang dapat dimanfaatkan

Komponen	%
SiO <sub>2</sub>	20-60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5-35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10-40
CaO	1-12
MgO	0-5
SO <sub>3</sub>	0-4
Na <sub>2</sub> O	0-4
K <sub>2</sub> O	0-3
LOI	0-15

Saat ini belum semua sifat fisik dan mekaniknya dipahami dengan baik, sehingga para peneliti berupaya mengenali perilakunya lewat sejumlah riset yang dilakukan. Jika sifat-sifat fisik dan mekaniknya telah dikenali dengan baik, produk-produk aplikasinya dibidang infrastuktur dapat diwujudkan dengan mudah.

### Sifat fisika dan kimia abu terbang

Sifat kimia abu terbang batubara dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar dan teknik penyimpanan serta penanganannya. Pembakaran batubara lignit dan sub-bituminous menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida lebih banyak daripada bituminus. Namun, memiliki kandungan silika, alumina dan karbon yang lebih sedikit daripada bituminous. Komponen utama dari abu terbang batubara adalah silika, alumina dan besi oksida, sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium dan belerang.

Abu terbang batubara terdiri dari butiran halus yang umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Kerapatan abu terbang berkisar antara 2100 sampai 3000 kg/m<sup>3</sup> dan luas area spesifiknya (diukur berdasarkan metode

permeabilitas udara Blaine) antara 170 sampai 1000 m<sup>2</sup>/kg.

### **Dampak lingkungan dan sosial dari udara pabrik semen**

Dampak yang bersifat merugikan adalah:

1. Debu yang dihasilkan oleh kegiatan pabrik terdiri dari:
  - a. Debu yang dihasilkan pada waktu pengadaan bahan baku dan selama proses pembakaran.
  - b. Debu yang dihasilkan selama pengangkutan bahan baku ke pabrik dan bahan jadi keluar pabrik, termasuk pengantongannya.
2. Debu yang secara visual terlihat di kawasan pabrik dalam bentuk kabut, kepulan debu tersebut dapat menimbulkan pencemaran udara yang sangat mengganggu, antara lain dapat mengakibatkan naiknya temperatur udara disekitar pabrik, bahkan dapat menimbulkan penyakit.
3. Gas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar minyak bumi dan batubara, berupa gas CO, CO<sub>2</sub>, dan SO<sub>2</sub>, yang mengandung hidrokarbon dan belerang.

Mekanisme masuknya debu secara singkat:

1. Pengaruh inersia debu  
Partikel debu yang kecil ikut aliran udara pernafasan. Partikel yang besar mengendap pada tempat berlekuk-lekuk pada selaput lendir pada saluran pernafasan.
2. Pengaruh sedimentasi  
Kecepatan arus udara kurang dari 1cm/detik menyebabkan partikel debu mengendap karena pengaruh gaya berat.
3. Gerak Brown  
Partikel berukuran kurang dari 0,1 mikron. Melalui gerakan udara kemudian mengendap pada permukaan alveoli.

Penyakit-penyakit akibat debu:

1. Silikosis  
Penyebabnya SiO<sub>2</sub> bebas (bukan garam silikat). Biasanya terjadi di daerah pengolahan batu, semen, granit, tambang

timah putih, batubara dan lain- lain. Masa inkubasinya 2-4 tahun.

2. Asbestosis  
Penyebabnya debu asbes (magnesium silikat). Terjadi kelainan fibrous yang merata pada paru, penebalan pleura dan emfisema. Gejalanya sesak nafas, batuk berdahak, sianosis dan clubber finger (akibat anoksemia).
3. Berriliosis  
Penyebab debu logam beryllium atau oksida sulfat klorida dan fluorida. Gejalanya tidak khas. Yang umum ditemui adalah nasopharingitis, bronchitis dan pneumonia. Terjadi di daerah pabrik pembuatan tabung fluorescen dan tabung radio.
4. Bissynosis  
Penyebabnya debu kapas. Masa inkubasinya 5 tahun. Terjadi di daerah pemintalan benang, tenun dan pabrik tekstil.
5. Stanosis  
Penyebabnya debu timah putih. Terjadi di daerah pengolahan biji timah atau pabrik yang menggunakannya. Secara klinis kurang berbahaya. Jarang terjadi komplikasi, tidak ada fibrosis dan tidak ada cacat paru.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)**

Spektrofotometri serapan atom (SSA) atau Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) adalah suatu metode analisis unsur yang didasarkan pada absorpsi sinar oleh atom bebas. Metode SSA ini menjadi pilihan utama dalam analisis unsur, karena:

1. Dapat menetapkan kadar logam dari suatu campuran yang sangat kompleks dengan cepat dan ketepatan tinggi.
2. Dapat menetapkan kadar logam dari kepekatan yang sangat kecil sampai besar.
3. Dapat menetapkan kadar logam tertentu dengan kepekatan relatif kecil walaupun ada unsur lain yang kepekatan relatif sangat besar tanpa perlu dilakukan pemisahan terlebih dahulu.

Metode ini merupakan gabungan metode spektrofotometri dan flamefotometri. Pada

SSA, sampel yang berupa larutan bersama-sama bahan bakar dibuat suatu aerosol dan dimasukkan ke dalam pembakar. Di dalam pembakar sampel dijadikan atom bebas. Atom bebas akan mengadsorpsi energi panas dan energi cahaya sehingga terbentuk atom tereksitasi. Cahaya yang teradsorpsi oleh atom bebas sangat spesifik bagi setiap unsur yaitu sesuai dengan energi cahaya emisi dari unsur tersebut. Jadi pada SSA terjadi dua proses yaitu proses emisi dan proses absorpsi. Setiap proses memiliki tiga tahap yang berurutan.

a. Proses Emisi

Pada proses eksitasi, atom menerima energi pengeksitasi dalam bentuk energi panas, misalnya dari nyala, sebagian dari energi tersebut digunakan untuk mengeksitasi atom. Pada saat atom tersebut kembali ke keadaan dasar, terjadi pelepasan energi yang berbentuk gelombang elektromagnetik yang dikenal sebagai sinar emisi. Biasanya energi yang diemisikan sesuai dengan perbedaan kedua tingkat energi. Emisi gelombang elektromagnetik tersebut dipancarkan ke segala arah, sehingga intensitas sinar yang sampai pada detektor hanya sebagian kecil saja.

b. Proses Absorpsi

Dalam proses ini, seberkas sinar melewati media pengadsorpsi yang terdiri dari atom. Bila ada atom yang mengadsorpsi energi tersebut maka energi yang diserap akan mengubah atom tadi menjadi atom tereksitasi. Sedangkan energi yang tidak diserap akan melewati media sebagai sinar yang ditransmisikan. Tahap berikutnya sama dengan proses emisi, akan tetapi karena kecilnya intensitas cahaya emisi yang sampai ke detektor, maka dapat diabaikan.

### Titrimetri (Kompleksometri)

EDTA adalah reagensia yang sangat selektif karena ia berkompleks dengan banyak sekali kation di-, tri-, dan tetra-valen. Salah satu cara yang dapat membantu menaikkan selektifitas adalah dengan menggunakan zat-zat penopeng (masking). Dengan menggunakan zat-zat penopeng, beberapa kation dalam suatu

campuran sering dapat ditutupi sehingga tidak dapat lagi bereaksi dengan EDTA atau dengan indikator. Satu zat penopeng yang efektif adalah ion sianida. Ion ini membentuk kompleks-kompleks sianida yang stabil dengan kation Cd, Zn, Hg(II), Cu, Co, Ni, Ag dan logam-logam platinum, tetapi tidak dengan alkali-alkali tanah, mangan dan timbal.

Sehingga memungkinkan untuk menetapkan kation seperti  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  dan  $\text{Mn}^{+2}$  dengan adanya logam-logam yang disebut di atas, dengan menutupnya dengan kalium atau natrium sianida berlebih.

Indikator mureksid adalah garam ammonium dari asam purpurat, anionnya mempunyai struktur(I). Zat ini mungkin merupakan indikator ion logam pertama yang digunakan dalam titrasi EDTA. Mureksid membentuk kompleks-kompleks dengan banyak ion logam, namun hanya kompleks dengan Cu, Ni, Co, Ca dan lantanoid cukup stabil untuk digunakan dalam analisis. Warna-warna mereka dalam larutan basa adalah jingga (tembaga), kuning (nikel dan kobalt) dan merah (kalsium). Warna-warna ini sedikit bervariasi dengan berubahnya pH larutan.

### Gravimetri

Analisis gravimetri atau analisis kuantitatif berdasarkan bobot adalah proses isolasi serta penimbangan suatu unsur atau suatu senyawa tertentu dari unsur tersebut, dalam bentuk yang semurni mungkin.

Penetapan silika mumi dalam residu silika tak mumi yang telah dipijarkan. Residu ini lalu diolah dengan suatu campuran asam sulfat dan asam fluorid silika yang diubah menjadi silikon tetrafluorida yang mudah menguap. Residu terdiri dari zat pengotor. Kehilangan bobot dari krus merupakan banyaknya silika mumi yang terdapat, asalkan zat-zat pengkontaminasi itu berada dalam bentuk yang sama sebelum dan sesudah pengolahan dengan asam fluorid dan tidak menguap pada pengerjaan ini. Meskipun silika bukan satu-satunya unsur yang membentuk fluorid yang mudah menguap, ia adalah unsur yang paling melimpah dan sering dijumpai, maka metode pemisahan dengan penguapan itu umumnya memuaskan.

Metode penelitian [Times New Roman, 11, normal]. menjelaskan rancangan kegiatan, ruang lingkup atau objek, bahan dan alat utama, tempat, teknik pengumpulan data, definisi operasional, variabel penelitian, dan teknik analisis.

Parameter analisis

1. Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia cuprum dilambangkan dengan Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan dan mempunyai bobot atau berat atom (BA) 63,546 g/mol. Tembaga merupakan kelompok logam yang jarang/ sedikit ditemukan dalam lapisan tanah dan batuan bumi. Unsur tembaga di alam, dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas. Tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral.

Secara global sumber masuknya unsur logam tembaga dalam tata lingkungan adalah secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah tembaga masuk ke dalam tatanan lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam. Unsur ini dapat bersumber dari peristiwa pengikisan (erosi) dari bebatuan mineral. Sumber lain adalah debu dan partikulat-partikulat Cu yang ada dalam lapisan udara, yang dibawa turun air hujan.

Secara kimia senyawa-senyawa yang dibentuk oleh logam Cu mempunyai bilangan valensi +1 dan +2. Berdasarkan pada bilangan valensi yang dibawanya, logam Cu dinamakan juga cuppro untuk yang bervalensi +1 dan cuppy yang bervalensi +2.

Secara fisika logam Cu digolongkan ke dalam kelompok logam-logam penghantar listrik yang baik. Sesuai dengan sifat kelogamannya, Cu dapat membentuk Alloy dengan bermacam-macam logam.

Logam Cu digolongkan ke dalam logam berat dipentingkan atau logam berat esensial, artinya meskipun Cu merupakan logam berat beracun, unsur logam ini sangat dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang sedikit.

Bentuk-bentuk Cu yang paling beracun adalah debu-debu Cu yang dapat mengakibatkan kematian pada dosis 3,5 mg/kg. Pada manusia, efek yang dapat ditimbulkan akibat terpapar debu atau uap Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur pernafasan sebelah atas (hidung). Ini akibat dari gabungan sifat iritatif yang dimiliki oleh debu atau uap Cu tersebut.

2. Magnesium (Mg)

Magnesium (Mg) merupakan kelompok logam yang berlimpah/ banyak ditemukan pada lapisan tanah atau batuan alami. Unsur Mg yang tersedia dalam bentuk kation bervalensi dua, maka fiksasi unsur ini lebih lemah dibanding unsur K sehingga tiga bentuk utamanya adalah kation terlarut, kation tertukar dan dalam mineral tanah.

Magnesium adalah logam yang agak kuat, putih keperakan, ringan (satu pertiga lebih ringan dari pada aluminium). Dalam bentuk serbuk, logam ini terbakar apabila didedahkan kepada kelembaban dan terbakar dengan nyala putih.

3. SiO<sub>2</sub> dan CaO

SiO<sub>2</sub> adalah salah satu komponen utama dari abu terbang, sisanya adalah karbon, magnesium, kalium dan belerang. Sedangkan kapur adalah material dalam pembentukan batu bata jenis kapur pasir, yang diolah tanpa melalui proses pembakaran.

Kapur (CaO) berwarna putih yang berasal dari batuan kapur (kalsium karbonat, CaCO<sub>3</sub>) yang berfungsi mirip seperti semen, yang bersifat mengikat jika bereaksi dengan air. Semen juga merupakan salah satu material dalam pembuatan batu bata jenis kapur pasir dan batako (batu bata beton). Semen merupakan suatu bahan yang dibentuk dari kapur (CaO), silika (SiO<sub>3</sub>), dan aluminium (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang berasal dari lempung dan proses pada suhu tinggi, memiliki sifat adhesif dan kohesif yang dapat mengikat butiran lain sehingga menjadi satu kesatuan.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu Spektrofotometer Serapan Atom, Neraca Analitik Digital, Penangas Uap, Penangas Pasir, Kaca Arloji, Oven, Tungku, Stopwatch, Desikator, Botol Semprot, Corong, Batang Pengaduk, Hot Plate, Klem dan Standar, Botol Plastik (tahan panas) 125 mL, Erlenmeyer 250 mL, Gelas Piala 250 mL, Gelas Piala 500 mL, Cawan Penguap 10 mL, Labu Ukur 50 mL, Labu Ukur 100 mL. Sedangkan bahan yang digunakan diantaranya adalah Sampel abu terbang, HF p.a., HNO<sub>3</sub> p.a., H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> jenuh, Aquades, Aquabides, Aquades panas, Aquaregia (air raja), Titrisol Cu, Titrisol Mg, HClO<sub>4</sub> 60%, HCl p.a, HCl 1:1, Kertas saring berpori medium, Kertas saring berpori kasar, Indikator MM (metil merah), NH<sub>4</sub>OH 1:1, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> panas 2%, KOH 3N, Tri Ethanol Amine, Indikator murexide, dan EDTA.

### Pengambilan sampel

Sampel abu terbang yang dianalisis diambil di beberapa titik di sekitar pemukiman warga di lokasi pabrik Semen Padang dengan cara meletakkan media kain putih dengan ukuran 100x100cm yang terlebih dahulu dibasahi dengan HNO<sub>3</sub> 0,1N sebagai tempat menempelnya abu terbang pada media tersebut, sesuai dengan jumlah sampel yang dibutuhkan.

### Prosedur analisis

1. Analisis logam Cu dan Mg
  - a. Preparasi sampel dengan destruksi kering

Ditimbang 1gram sampel dengan teliti dan dipijarkan pada suhu 1050°C, kemudian ditambahkan 25 mL HCL 1:1 (penambahan dilakukan duplo). Ditambahkan 1-3 tetes HNO<sub>3</sub> p.a, kemudian diuapkeringkan di atas penangas pasir (masih basah) dan ditambahkan 25 mL HCl 1:1. Ditambahkan 10 mL aquabides, dididihkan selama 15 menit dan dipaskan dalam labu ukur 50 mL kemudian disaring. Sampel siap diukur.
  - b. Preparasi sampel dengan destruksi basah

Ditimbang 1 gram sampel dengan teliti, ditambahkan 10 mL aquaregia (HCl:HNO<sub>3</sub> 3:1) kemudian dipanaskan selama 2 jam. Ditambahkan 50 mL H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> jika masih ada endapan dipanaskan ±1 jam, didinginkan dan dipaskan dalam labu ukur 100 mL kemudian disaring. Sampel siap diukur.

#### c. Pembuatan deret standar

Larutan standar dibuat dengan menuangkan larutan induk tembaga 1gram dari kemasan ke dalam labu ukur 1L dan dipaskan dengan air suling sampai tepat pada tanda tera. Diintermediet menjadi 100 mg/L. Dibuat deret standar dengan cara memipet larutan intermediet, dimasukkan larutan ke dalam labu ukur 50 mL tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh deret standar 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 mg/L, dihomogenkan dan dilakukan pengukuran dengan AAS.

#### 2. Si sebagai SiO<sub>2</sub>

Ditimbang dengan teliti 1,000gram sampel fly ash. Dimasukkan ke dalam gelas piala. Ditambahkan 10 mL HClO<sub>4</sub> 60% dan diaduk. Dipanaskan di atas penangas pasir, bila terlihat uap putih keluar tutup dengan kaca arloji. Dilanjutkan pemanasan selama 5 menit. Diturunkan gelas piala dari penangas, didinginkan, dibuka kaca arloji dan dibilas dengan aquades. Ditambahkan 5 mL HCl 1:1, ditambahkan 20 mL aquades dan diaduk. Disaring dengan kertas saring berpori medium. Dicuci 10 sampai 12 kali dengan aquades panas. Endapan dimasukkan ke dalam cawan penguap yang telah diketahui bobot konstan. Dikeringkan dan diabukan. Dipijarkan pada suhu 1000° lebih kurang 50°C selama 60 menit, dan didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga konstan.

$$\text{Perhitungan: \%SiO}_2 = \frac{\text{endapan}}{\text{berat contoh}} \times 100\%$$

#### 3. Ca sebagai CaO

Filtrat dari SiO<sub>2</sub> dipanaskan sampai mendidih, ditambahkan 2 tetes indikator MM. Ditambahkan NH<sub>4</sub>OH 1:1 tetes demi tetes sampai warna berubah dari merah menjadi kuning dan ditambahkan 2 tetes berlebih. Dididihkan, setelah mendidih 1menit diturunkan dari hot plate dan dibiarkan endapan turun. Segera disaring dengan kertas saring berpori kasar. Dicuci endapan dengan larutan NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> panas 8-10 kali. Filtrat ditampung dalam labu ukur 500 mL, didinginkan dan ditambahkan aquades sampai tanda garis, diaduk sampai homogen.

Dipipet 50 mL larutan ini dan dimasukkan ke dalam gelas piala, ditambahkan 100 mL aquades, 2 mL Tri Etanol Amine dan 3 mL KOH 3 N. Diaduk hingga homogen. Ditambahkan 0,1gram indikator murexid, dan dititrasi dengan larutan standar EDTA. Dicatat pemakaiannya.

Perhitungan:

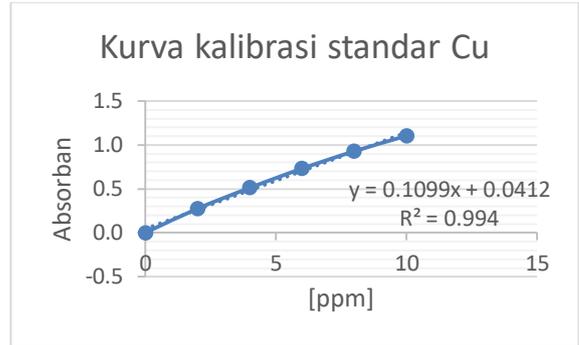
$$\%CaO = \frac{fp \times (V \times M) EDTA}{mg \text{ sampel}} \times 100\%.$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

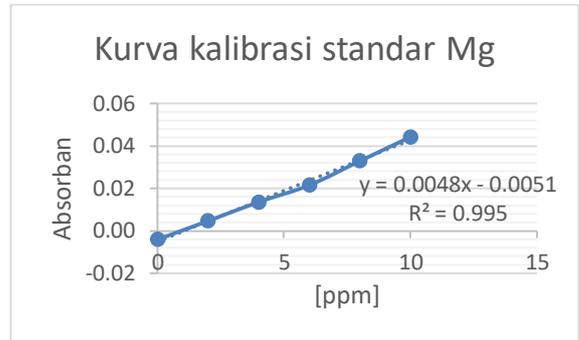
Tabel 1. Kadar SiO<sub>2</sub> dan CaO

	SiO <sub>2</sub> (%)	CaO (%)
Sampel 1	21,20	0,62
Sampel 2	21,16	0,69
Sampel 3	21,15	0,64
Rata-rata	21,17	0,65
Komposisi abu terbang yang dapat dimanfaatkan (%)	20-60	1-12

Dari analisis yang dilakukan didapatkan bahwa kadar SiO<sub>2</sub> (oksida silika) dan CaO yang terdapat dalam sampel abu terbang yaitu 21,17% dan 0,65%. Maka abu terbang dapat dimanfaatkan atau digunakan sebagai bahan campuran seperti untuk pembuatan beton, bahan baku keramik, paving blok, batu bata, bahan baku semen dan lain-lain. Sehingga tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan.



Gambar 1. Kurva kalibrasi standar Cu



Gambar 2. Kurva kalibrasi standar Mg.

Tabel 2. Kadar logam Cu dan Mg

	[Mg] (mg/L)	[Cu] (mg/L)
Preparasi kering 1	0,7886	0,02053
Preparasi kering 2	0,8479	0,03658
Rata-rata	0,81825	0,028555
Preparasi basah 1	1,157	0,01207
Preparasi basah 2	1,552	0,01669
Rata-rata	1,3545	0,01438
SNI 19-02323-2005		
NAB zat kimia di udara	10	0,2 - 1

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa kadar logam Cu dan Mg yang terdapat dalam Abu terbang masih relatif kecil dan di bawah nilai ambang batas zat kimia di udara.

### 4. SIMPULAN

Kandungan SiO<sub>2</sub> dan CaO yang terdapat dalam sampel abu terbang yaitu 21,17% dan

0,65%, sehingga dapat disimpulkan bahwa abu terbang dapat dimanfaatkan atau digunakan sebagai bahan campuran untuk pembuatan beton, bahan baku keramik, paving blok, batu bata serta bahan baku semen. Untuk kandungan logam Cu dan Mg dengan preparasi kering didapatkan 0,02855ppm dan 0,81825ppm, dengan preparasi basah didapatkan 0,01438ppm dan 1,3545ppm, maka dapat disimpulkan bahwa abu terbang tidak mencemari lingkungan.

## 5. REFERENSI

- Achmad, Hiskia. 2001. *Wujud Zat dan Kesetimbangan Kimia*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti.
- Alberty, Robert A, dan Daniels, Farrington. 1983. *Kimia Fisika (terjemahan) edisi ketujuh*. Jakarta: Erlangga.
- Basset. Denney. Jeffery. Mendham. 1994. *Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran etc.
- Bayuseno, dkk. 2008. *Pengaruh Sifat Fisik dan Struktur Mineral Batu Bara Lokal Terhadap Sifat Pembakaran*. Semarang: UNDIP.
- ECBIS Rescons. 1997. *Studi Tentang Industri dan Pemasaran Semen di Indonesia*. Jakarta: ECBIS.
- Hadiat. 2000. *Kamus Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Indonesia National Standar. SNI 15-2049-1994 revision 1993. *Portland Cement*.
- Indonesian Nasional Standard. 1994. SNI. 15-2049-1994. *Portland Cement*. Jakarta: The National Standardization Council Ministry of Industry & Trade.
- JIS R 5202. *Pengujian Kimia Semen*.
- Lufri. 2005. *Buku Ajar Metodologi Penelitian*. Padang: UNP Press.
- McCutcheon, Alan L, Wilson, Michael A. 2002. *Low Temperature Oxidation of Bituminous Coal and The Influence of Moisture*. International Journal of Energy and Fuels. 12. 1299-1304.
- Monazam, Esmail, R. 1998. *Water Absorption and Desorption by Coals and Chars*. International Journal of Energy and Fuels. 12. 1299-1304.
- S, Syukri. 1999. *Kimia Dasar 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 13-6345-2000. *Penentuan Kadar Unsur Kelumit Dalam Abu Batu Bara Dan Kokas Dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)*. BSN (Badan Standarisasi Nasional). ICS73.040.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 15-2049-1994. *Methoda Penguji Kimia Semen*.
- Sylvi. Lorina, Sylvania. 2007. *Bahan Anjar Berbasis Kompetensi (Modul) Analisis Fotometri Nyala Dan Spektrofotometri Serapan Atom*. Padang: Sekolah Menengah Analisis Kimia Padang.