

# **PENURUNAN GAS CO PADA SEPEDA MOTOR 2 TAK DENGAN MENGGUNAKAN GIPSUM**

## **THE USE OF GYPSUM FOR CARBON MONOXIDE REMOVAL FROM TWO STROKE MOTOR CYCLE**

**Euis Nurul Hidayah**

**Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-UPN Veteran Jatim**

**e-mail: euisnh@yahoo.com**

### **Abstract**

Air pollution is mostly generated by human activities. One of the causes is transportation. Motor cycles are one of the main sources of carbon monoxide gas emission in Indonesia. The emitted carbon monoxide can cause the decrease of the ability of the body in receiving oxygen. If carbon monoxide is exposed to human for a long time, it may cause bronchitis, emphysema, and lung cancer. One of the best methods to remove of carbon monoxide is by gypsum adsorption. This research used varied gypsum sizes of 5, 10, 15, 20 and 25 cm long, detention times of 30, 60, 90, 120, and 150 minutes, and the holes number of 10 and 20. The results showed that gypsum of 25 cm long, detention time of 150 minutes, hole number of 20 could remove carbon monoxide up to 30.32 %.

Keywords: carbon monoxide gas, gypsum, adsorption, motorcycle

### **1. PENDAHULUAN**

Salah satu penyebab pencemaran udara akibat aktifitas manusia berasal dari moda transportasi. Sepeda motor merupakan salah satu jenis alat transportasi yang sering di jumpai saat ini. Pada bulan Juni 2005, jumlah sepeda motor di Surabaya mencapai 921.452 unit atau dapat dikatakan per tahun naik 100.000 unit (Anonim, 2005b). Hal ini dikarenakan kendaraan bermotor roda dua lebih praktis untuk dikendarai dan biaya perawatannya lebih ringan dibandingkan kendaraan beroda empat. Dua dari tujuh kendaraan bermotor mengeluarkan gas CO sebesar 6,94%, sedangkan nilai ambang batas gas CO sebesar 5,4% (Anonim, 2003). Semakin banyak jumlah sepeda motor, akan semakin tinggi pula tingkat pencemaran udara yang disebabkan emisi gas buang. Selain itu emisi gas tersebut juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada makhluk hidup. Upaya penanggulangan pencemaran udara berbentuk gas yang selama ini dilakukan adalah dengan cara reaksi kimia, pembakaran, dan adsorpsi (Kastyowati, 2001).

Pencemaran udara disebabkan oleh 70% emisi gas kendaraan bermotor yang berupa gas karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), oksida sulphur (SO<sub>x</sub>). Emisi gas kendaraan bermotor juga mengandung oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), partikulat, hidrokarbon (HC), timah hitam (Pb) dan oksida fotokimia (O<sub>x</sub>) (Anonim 2004).

Proses pembakaran pada sepeda motor 2 tak melibatkan campuran bensin, oksigen, dan oli dengan perbandingan tertentu, yang dibakar dengan percikan api busi. Setelah dimampatkan, diperoleh tenaga panas untuk menggerakkan mesin. Menurut Boentarto (2000), gas buang motor 2 tak lebih banyak dibandingkan motor 4 tak, karena oli ikut terbakar pada proses pembakaran.

Bensin yang komponen utamanya iso-oktane (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) akan menghasilkan pembakaran yang sangat cepat dalam ruang bakar yang tertutup. Oksigen dari udara digunakan sebagai oksidan. Reaksi pembakaran tersebut adalah sebagai berikut:



dengan perbandingan berat stokiometri udara terhadap bensin adalah 15:1.

Dari reaksi di atas terlihat bahwa yang terbentuk hanya CO<sub>2</sub>, bukan CO. Jika proses tidak ideal maka akan terbentuk CO dalam ruang bakar. Hal ini terjadi karena kekurangan O<sub>2</sub> pada saat pembakaran.

Gypsum merupakan garam yang pertama kali mengendap akibat proses evaporasi air laut yang diikuti oleh anhidrit dan halit, ketika salinitas makin bertambah. Sebagai mineral evaporit, endapan gypsum berbentuk lapisan di antara batuan sedimen, batu gamping, serpih merah, batu pasir, lempung, dan garam batu. Gypsum juga sering berbentuk endapan dalam batuan sedimen (Anonim, 2005a).

Gypsum mempunyai permukaan yang halus dan porositas yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai penyerap gas. Gypsum mudah didapat di pasaran serta harganya ekonomis. Selain itu gypsum juga mampu mengadsorpsi logam berat karena sifat kestabilannya yang lama. Banyak industri dan pertambangan yang memanfaatkan gypsum untuk mengontrol pencemaran akibat arsenik (Ross, Charlet, dan Cuello, 2007). Spesifikasi gypsum dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi Gypsum

Rumus kimia	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O
Berat molekul	172,17 gm
Komposisi :	
a. Kalsium	23,28%
b. Hidrogen	2,34%
c. Sulfur	18,62%
d. Oksigen	55,76%
Porositas	0,64
Tortuosity	1
Berat jenis (ρ)	2,31-2,35 (gm/cc)(mg/m <sup>3</sup> )
Kekerasan	1,5 – 2 (mohs)
Sistem dari kristal	Monoclinic
Luster / kilap	Fibrous (tembus pandang dan tembus cahaya)
Sifat	Lunak, pejal, berserat
Warna	Putih, kuning, abu-abu, merah jingga, dan hitam

Sumber: Bruce (2004) dan Anonim (2002)

Adsorpsi dapat terjadi karena adanya energi permukaan dan gaya tarik permukaan. Sifat

permukaan berbeda-beda tergantung dari susunan dalam molekul zat. Setiap molekul dalam interior dikelilingi oleh molekul-molekul lainnya sehingga gaya tarik menarik antar molekul akan sama besarnya berkesinambungan dan ke segala bagian. Molekul-molekul di permukaan hanya mempunyai gaya tarik ke arah dalam. Sebagai akibatnya molekul-molekul permukaan berbeda dengan molekul yang ada di interior, dan menyebabkan adanya gaya tarik permukaan.

Penurunan kadar gas karbon CO dapat menggunakan metoda dengan adsorpsi (Kastyowati, 2001). Adsorben yang baik mempunyai sifat porositas dan mempunyai permukaan yang halus sehingga adsorpsi dapat terjadi pada banyak tempat. Adsorpsi gas oleh zat padat dipengaruhi oleh luas permukaan adsorben. Semakin berpori adsorben, semakin besar daya adsorpsinya, dan prosesnya terjadi dengan sangat cepat. Kecepatan adsorpsi makin berkurang dengan semakin banyaknya gas yang dijerap (Starzec dan Panas, 2004). Dengan luas permukaan, waktu penyerapan yang cepat, serta sifat gypsum yang berpori dan permukaan yang halus, gypsum sangat potensial untuk menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor.

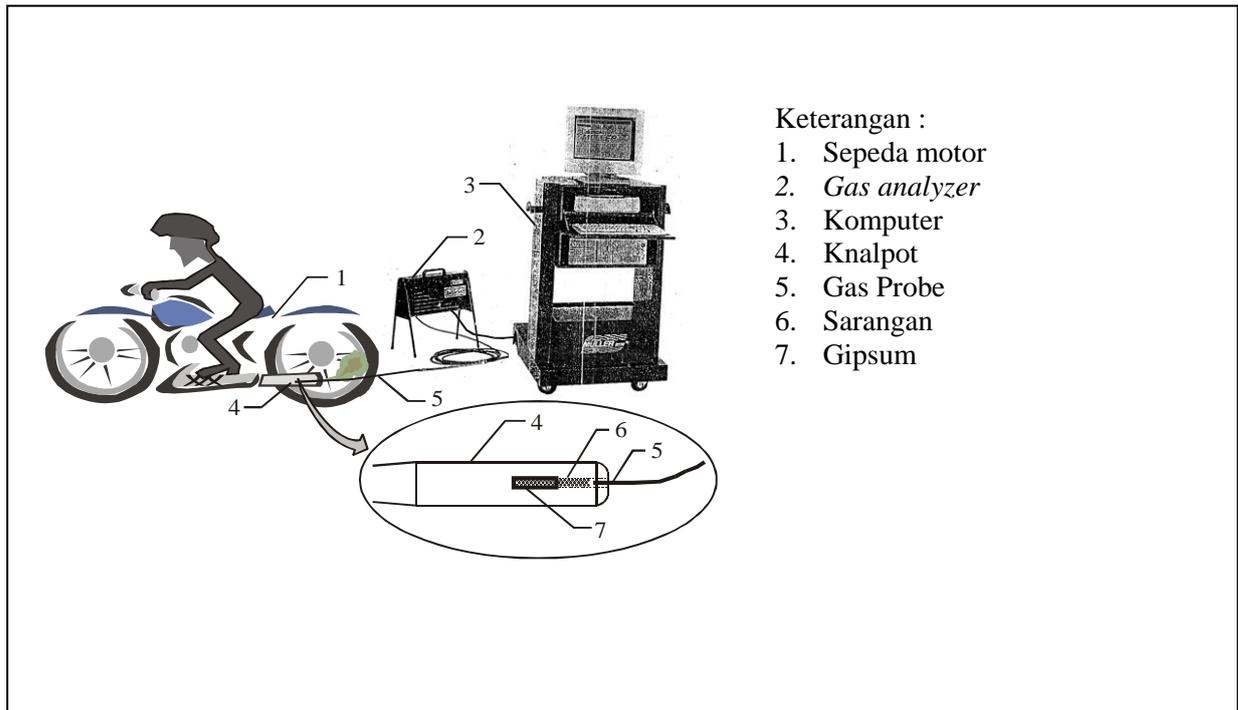
Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan gas CO pada sepeda motor dengan menggunakan adsorpsi oleh gypsum.

## 2. METODOLOGI

Bahan yang digunakan adalah gypsum yang dapat diperoleh di toko bahan kimia. Peralatan yang digunakan adalah (1) pipa PVC berdiameter ½" dan pipa stainless dengan diameter 1,2 cm, digunakan sebagai alat pencetak gypsum, (2) bor listrik dan mata bor dengan diameter 3 mm, digunakan untuk membuat lubang pada gypsum, (3) furnace, digunakan untuk meningkatkan sifat porositas dari gypsum, (4) *gas Analyzer type 8701-G*, digunakan untuk mengukur kandungan gas CO, (5) sepeda motor, dengan spesifikasi:

tahun pembuatan dan perakitan 1996, bahan

bakar bensin, dan mesin 2 tak.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat

Variabel penelitian ini adalah (1) panjang gipsum 5; 10; 15; 20 dan 25 cm, (2) waktu tinggal 30; 60; 90; 120 dan 150 menit, (3) jumlah lubang pada gipsum 10 dan 20 buah.

Penelitian terdiri atas dua tahap, yaitu pembuatan adsorben dan pengukuran. Langkah pertama pembuatan adsorben. Gipsum dicampur dengan air, dengan perbandingan 1:378 (1 g gipsum:378 mL air) dan diaduk sampai rata (Yasuike, 2007). Selanjutnya gipsum dicetak berbentuk silinder dengan panjang divariasikan (lihat variabel penelitian), dengan diameter luar 1,7 cm dan diameter dalam 1,2 cm, serta dikeringkan  $\pm 15$  menit. Tahap berikutnya gipsum dilubangi dengan diameter 3 mm dan jumlah lubangnya divariasikan (lihat variabel penelitian). Kemudian gipsum dipanaskan dalam tungku furnace untuk menghilangkan kandungan air dan zat *volatile* pada suhu 150 °C selama 3 menit. Perlakuan ini bertujuan

untuk meningkatkan porositas gipsum. Setelah itu gipsum siap untuk digunakan pada penelitian ini.

Adsorben gipsum yang telah dibuat dimasukkan dalam knalpot sepeda motor. Selanjutnya sepeda motor dinyalakan. Pada posisi idle selama waktu yang divariasikan dilakukan pengukuran. Pengukuran menggunakan alat *gas analyzer* untuk mengetahui kandungan gas CO sebelum dan setelah knalpot diberi gipsum.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengukuran data awal dapat diketahui kemampuan gipsum untuk menyisihkan gas CO pada sepeda motor 2 tak. Hasil analisis awal gas CO yang terdapat pada sepeda motor 2 tak sebesar 4,09%. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penurunan gas CO pada variasi panjang, waktu tinggal dan jumlah lubang seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Penurunan Gas CO (%) dengan Memvariasikan Panjang, Waktu Tinggal, dan Jumlah Lubang.

Panjang Gypsum (cm)	Jumlah lubang (buah)	Penurunan kadar gas CO (%) pada Waktu Tinggal :				
		30 menit	60 menit	90 menit	120 menit	150 menit
5	10	3,91	3,71	3,49	3,36	3,31
10		3,83	3,60	3,41	3,30	3,17
15		3,74	3,45	3,30	3,20	3,09
20		3,67	3,40	3,22	3,05	2,97
25		3,61	3,27	3,10	2,95	2,89
5	20	3,85	3,67	3,43	3,32	3,25
10		3,76	3,54	3,37	3,23	3,14
15		3,71	3,42	3,25	3,16	3,04
20		3,63	3,36	3,15	3,02	2,94
25		3,55	3,24	3,04	2,91	2,85

### Pengaruh Panjang Gypsum terhadap Penyisihan Gas CO Pada Sepeda Motor 2 Tak.

Kemampuan gypsum menyisihkan gas CO berdasarkan panjang gypsum disajikan pada Tabel 3. Panjang gypsum 5 cm dengan jumlah lubang 10 buah serta waktu tinggal 30 menit memiliki kemampuan penyisihan gas CO sebesar 4,40%. Apabila panjang gypsum 10 cm dengan jumlah lubang dan waktu tinggal

yang sama, kemampuan penyisihan gas CO naik menjadi 6,36%. Jika panjang gypsum secara berurutan 15, 20, dan 25 cm dengan jumlah dan waktu tinggal yang sama, kemampuan penyisihan gas CO naik menjadi 8,56%, 10,27% dan 11,74%. Kecenderungan peningkatan kemampuan tersebut terlihat pula pada variasi jumlah lubang, waktu tinggal dengan variasi panjang gypsum yang secara berturut-turut diturunkan.

**Tabel 3.** Kemampuan Gypsum Menyisihkan Gas CO (%) dengan Panjang Gypsum yang Bervariasi

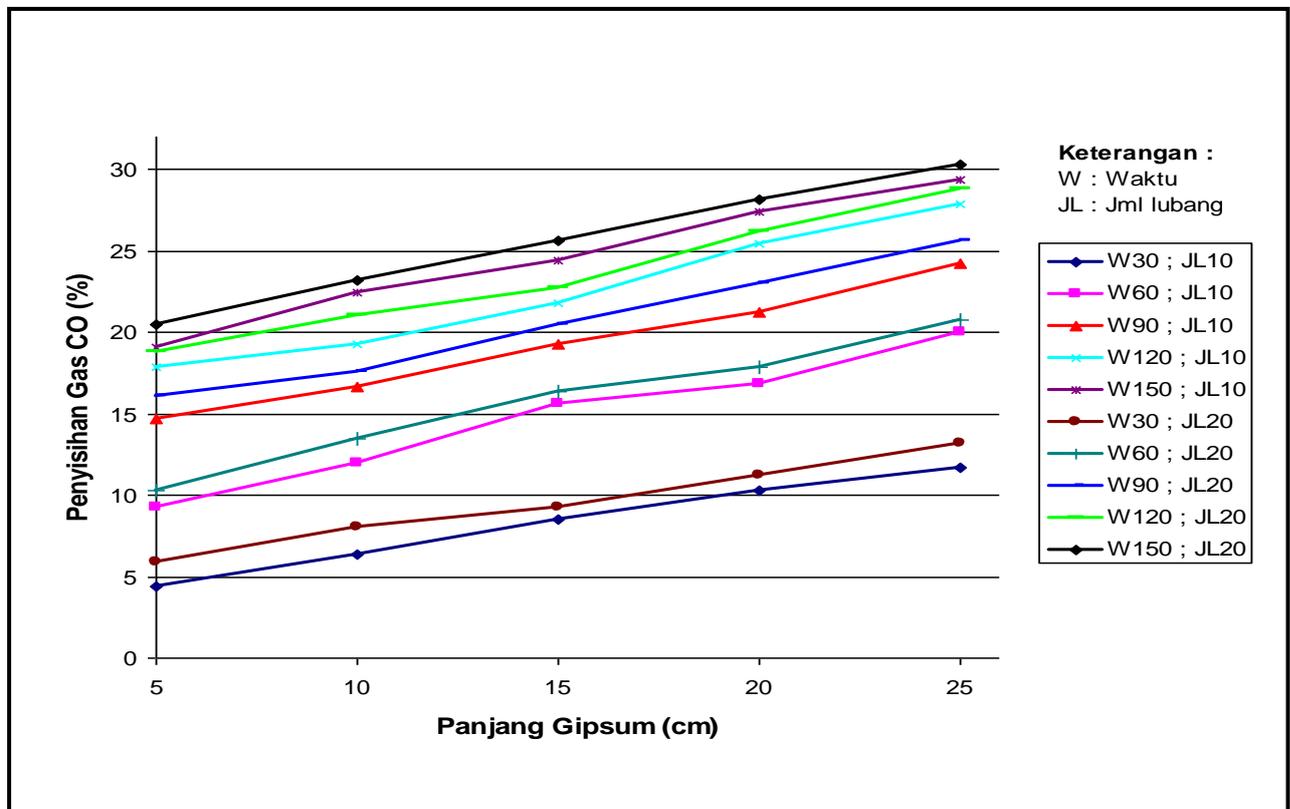
Panjang Gypsum (cm)	Jumlah lubang (buah)	Kemampuan Gypsum Menyisihkan Gas CO (%) pada Waktu Tinggal:				
		30 mneit	60 menit	90 menit	120 menit	150 menit
5	10	4,40	9,29	14,67	17,85	19,07
10		6,36	11,98	16,63	19,32	22,49
15		8,56	15,65	19,32	21,76	24,45
20		10,27	16,87	21,27	25,43	27,38
25		11,74	20,05	24,21	27,87	29,34
5	20	5,87	10,27	16,14	18,83	20,54
10		8,07	13,45	17,60	21,03	23,23
15		9,29	16,38	20,54	22,74	25,67
20		11,25	17,85	22,98	26,16	28,12
25		13,20	20,78	25,67	28,85	30,32

Hal ini menunjukkan semakin panjang media gypsum, kemampuan penyisihan gas CO semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan

luas permukaan media gypsum mempengaruhi kemampuan adsorpsi pada proses penjerapan. Semakin besar luas permukaan, semakin tinggi

kemampuan adsorpsi. Hal tersebut disebabkan karena proses adsorpsi terjadi pada banyak tempat (Peng *et al.*, 2005). Secara ke-

seluruhan penyisihan gas CO yang dipengaruhi oleh variasi panjang gipsum dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh Panjang Gipsum terhadap Penyisihan Gas CO (%)

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kemampuan penyisihan gas CO meningkat pada awal waktu penelitian. Kemampuan penyisihan semakin berkurang dengan semakin banyaknya gas yang diserap. Hal tersebut terjadi pada variasi waktu tinggal 30 dan 60 menit dengan jumlah lubang 10 dan 20 buah.

Pada Gambar 2 juga dapat dilihat pengaruh panjang gipsum terhadap penyisihan gas CO (%). Pada gipsum yang panjangnya 25 cm dengan jumlah lubang 20 buah dan waktu tinggal 150 menit memberikan tingkat penyisihan yang paling besar terhadap penyisihan gas CO (30,32%) dibandingkan dengan yang lain. Hal ini disebabkan pada panjang gipsum tersebut luas permukaan media penjerap lebih luas dibanding dengan panjang gipsum yang lain. Hal ini menyebabkan proses penjerapan terjadi pada

banyak tempat. Pada panjang gipsum 5 cm dengan jumlah lubang 10 buah dan waktu tinggal 30 menit memberikan penyisihan gas CO (%) yang rendah yaitu 4,40%. Hal ini dikarenakan pada variasi tersebut luas permukaan media penjerap lebih kecil dibanding dengan yang lain. Proses penjerapan tidak terjadi pada banyak tempat tapi hanya sebatas luas permukaan tersebut (Rauf dan Qadri, 2009).

#### **Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Penyisihan Gas CO Pada Sepeda Motor 2 Tak.**

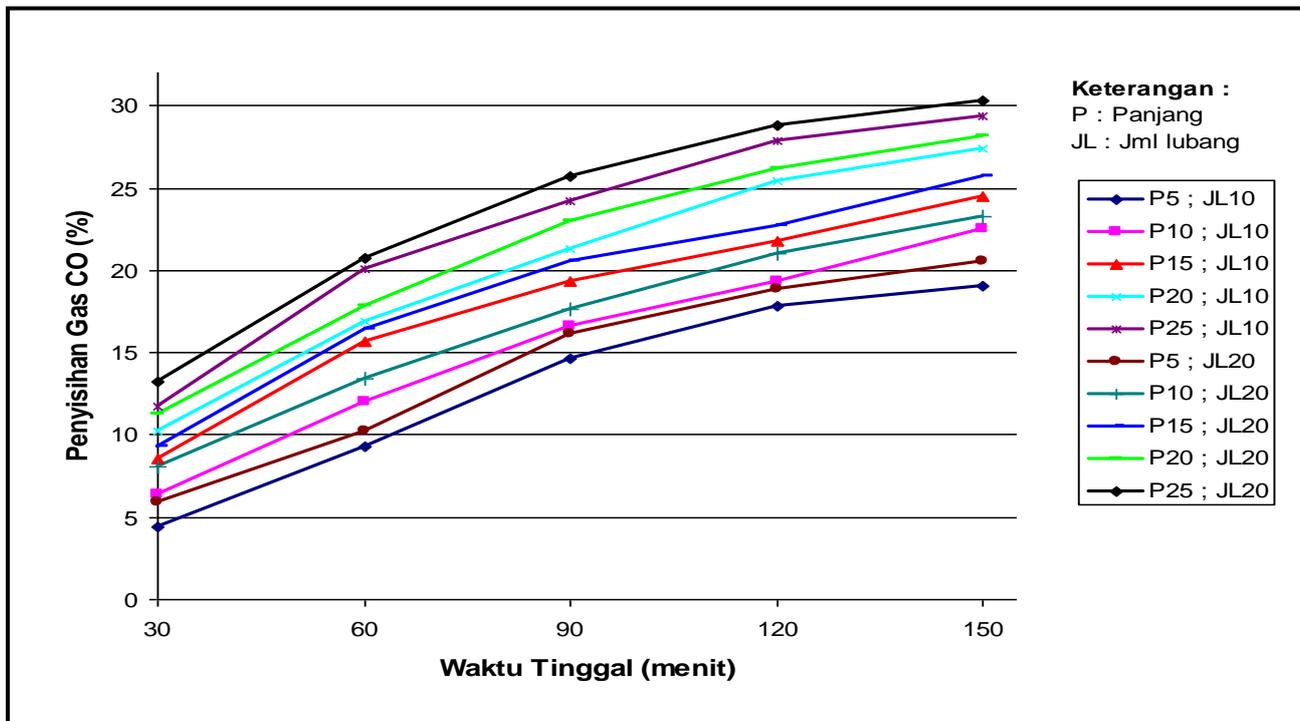
Pengaruh panjang gipsum terhadap penyisihan gas CO pada sepeda motor 2 tak dapat dilihat pada Tabel 4. Pada waktu tinggal 30 menit dengan panjang gipsum 5 cm dan jumlah lubang 10 buah diperoleh kemampuan penyisihan gas CO sebesar 4,40%.

**Tabel 4.** Kemampuan Gypsum Menyisihkan Gas CO (%) dengan Memvariasikan Waktu Tinggal (menit)

Waktu Tinggal (menit)	Jumlah lubang (buah)	Kemampuan Gypsum Menyisihkan Gas CO (%) pada Panjang Gypsum				
		5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
30	10	4,40	6,36	8,56	10,27	11,74
60		9,29	11,98	15,65	16,87	20,05
90		14,67	16,63	19,32	21,27	24,21
120		17,85	19,32	21,76	25,43	27,87
150		19,07	22,49	24,45	27,38	29,34
30	20	5,87	8,07	9,29	11,25	13,20
60		10,27	13,45	16,38	17,85	20,78
90		16,14	17,60	20,54	22,98	25,67
120		18,83	21,03	22,74	26,16	28,85
150		20,54	23,23	25,67	28,12	30,32

Apabila waktu tinggal ditambahkan secara berurutan menjadi 60, 90, 120, dan 150 menit pada panjang dan jumlah lubang yang sama, kemampuan penyisihan gas CO naik menjadi 9,29%; 14,67% ; 17,85% dan 19,07%. Lebih jelasnya, secara keseluruhan penyisihan gas CO yang dipengaruhi oleh variasi waktu tinggal dapat dilihat pada Gambar 3. Waktu tinggal 150 menit dengan panjang gipsium 25 cm dan jumlah lubang 20 buah memberikan hasil yang paling besar terhadap penyisihan gas CO yaitu 30,32% (Gambar 3). Hasil terendah terjadi pada waktu tinggal 30 menit

dengan panjang gipsium 5 cm dan jumlah lubang 10 buah yaitu sebesar 4,40%. Hal tersebut dipengaruhi oleh lamanya media penjerap dalam proses penjerapan. Semakin lama waktu tinggal semakin banyak gas yang dijerap. Tetapi hal ini juga tergantung luas permukaan media penjerap. Semakin lama waktu tinggal dan semakin besar luas permukaan, semakin besar pula kemampuan penjerapannya. Sebaliknya semakin pendek waktu tinggal dan semakin kecil luas permukaan, kemampuan penjerapannya semakin rendah karena luas permukaan yang terbatas.



**Gambar 3.** Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Penyisihan Gas CO (%)

Hasil pengamatan pada semua variabel panjang dan jumlah lubang pada waktu tinggal 0-30 menit menunjukkan kemampuan gipsum untuk penyisihan gas CO meningkat tajam. Kemampuan penyisihan semakin menurun pada waktu tinggal 60, 90, 120, dan 150 menit. Hal ini disebabkan penjerapan terjadi sangat cepat pada menit-menit awal. Kecepatan penyerapan makin berkurang dengan semakin banyaknya gas yang dijerap (Takashina *et.al.*, 2002).

#### **Pengaruh Jumlah Lubang terhadap Penyisihan Gas CO Pada Sepeda Motor 2 Tak.**

Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa gipsum dengan jumlah lubang 10 buah, panjang 5 cm, dan waktu tinggal 30 menit diperoleh kemampuan penyisihan gas CO sebesar 4,40%. Pada gipsum dengan jumlah lubang 20 buah, panjang 5 cm, dan waktu tinggal 30 menit diperoleh kemampuan penyisihan gas CO sebesar 5,87%.

Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa gipsum dengan jumlah lubang 20 buah, panjang 25 cm dan waktu tinggal 150 menit memberikan hasil paling besar terhadap penyisihan gas CO yaitu 30,32%. Hasil terendah terjadi pada gipsum dengan jumlah lubang 10 buah, panjang 5 cm dan waktu tinggal 30 menit yaitu sebesar 4,04%. Dengan adanya jumlah lubang, luas permukaan penjerapan pada gipsum bertambah. Hal ini dikarenakan luas dinding permukaan gipsum ( $0,2355 \text{ cm}^2$ ) lebih luas dibanding luas alas permukaan lingkaran pada gipsum ( $0,07065 \text{ cm}^2$ ), sehingga menambah luas permukaan penjerapan.

#### **4. KESIMPULAN**

Penurunan gas CO pada sepeda motor 2 tak dengan menggunakan gipsum dapat menyisihkan kandungan gas CO awal 4,09% menjadi 2,85%. Penyisihan gas CO pada sepeda motor 2 tak dengan menggunakan gipsum mencapai hasil optimum sebesar

30,32%. Penyisihan gas CO tersebut terjadi pada variasi panjang gipsum 25 cm, waktu tinggal 150 menit dan jumlah lubang 20 buah.

Adanya variasi lubang luas permukaan, penjerapan bertambah sebesar  $0,24 \text{ cm}^2$  pada setiap lubangnya. Pada panjang gipsum 25 cm dengan waktu tinggal 120 dan 150 menit kondisi mesin mengalami perubahan. Perubahan yang terjadi yaitu mesin menjadi mudah mati pada saat keadaan stasioner dan saat motor dijalankan. Selain itu tarikan mesin menjadi sedikit berkurang dan suara knalpot sedikit berkurang.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim (2002). Gypsum Mineral Data. [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com).
- Anonim (2003). Pengendalian Pencemaran Udara. [www.bplhd.com](http://www.bplhd.com).
- Anonim (2004). Advokasi Pencemaran Udara. [www.walhi.or.id](http://www.walhi.or.id).
- Anonim (2005a). Data Pertambangan Mineral dan Batubara. [www.tekmira.esdm.go.id](http://www.tekmira.esdm.go.id).
- Anonim (2005b). Setahun, Surabaya Tambah Motor 100 Ribu. Peduli Metropolitan, Edisi 57, Surabaya.
- Boentarto (2000). Dasar-dasar Teknik Otomotif Bagi Pemula. Cetakan ke-5. CV. Aneka, Solo.
- Bruce, R.B. (2004). Fungus Resistant Gypsum-Based Substrate. [www.uspa.com](http://www.uspa.com).
- Kastyowati, I. (2001). Dampak dan Upaya Penanggulangan Pencemaran Udara. [www.balitbang.go.id](http://www.balitbang.go.id).
- Peng, Jiahui, Jindong Qu, Jianxin Zhang, Mingfeng Chen dan Tizhi Wan (2005). Adsorption characteristics of water-reducing agents on gypsum surface and

- its effect on the rheology of gypsum plaster. *Cement and Concrete Research*. 35 (3). 527-531.
- Ross, R. G., Charlet, L., dan Cuello (2007). Arsenic Removal by Gypsum And Calcite: The Continuum Between Sorption And Solid Solution Precipitation Phenomenon. *Chemical Engineering Journal*. 140 (1-3). 32-42.
- Rauf, M. A., dan Qadri, M. S. (2009). Adsorption studies of Toluidine Blue from aqueous solutions onto gypsum. *Chemical Engineering Journal*. Article in Press.
- Starzec, M. K., dan Panas, I. (2004). Model study of initial adsorption of SO<sub>2</sub> on calcite and dolomite. *Applied Surface Science*. 222 (1-4).82-88.
- Takashina, T., Honjo, S., Ukawa, N., Iwashita, K. (2002). Effect Of Ammonium Concentration On SO<sub>2</sub> Absorption In A Wet Limestone Gypsum FGD Process. *Journal Of Chemical Engineering Of Japan*. 35 (2). Pp.197-204.
- Yasuike, S. (2007). Development of the Synthesis method of environmental purification materials using the desulfurisation gypsum and waste gypsum board (Part 2)-optimization of the synthesis method of the hydroxyapatite and its adsorption abilities for many harmful substances. CRIEPI Report V06009.