

## PURIFIKASI BIOGAS MENGGUNAKAN *ADSORBENT* ZEOLIT YANG SUDAH DIAKTIVASI, KOH DAN LARUTAN NAOH

Farid Majedi<sup>1)</sup>, Agus Choirul Arifin<sup>2)</sup>, Indah Puspitasari<sup>3)</sup>, Fajar Priyo Utomo<sup>4)</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun, Jalan Serayu 84, Madiun, 63133

<sup>2</sup> Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun, Jalan Serayu 84, Madiun, 63133

<sup>3</sup> Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun, Jalan Serayu 84, Madiun, 63133

<sup>4</sup> Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun, Jalan Serayu 84, Madiun, 63133

E-mail: farid@pnm.ac.id

### Abstract

A renewable energy source that is easily processed and abundantly available in Indonesia is biogas, biogas comes from organic matter that is degraded anaerobically by bacteria in an oxygen-free environment. In this study, biogas purification from cow dung was carried out using zeolite which had been activated by heat treatment at a temperature of 660 and potassium hydroxide (KOH) in tube 1 and a mixture of aquades and sodium hydroxide (NaOH) in tube 2. variations in the KOH content in tube 1, namely 30 grams, 38 grams and 45 grams. Based on the test results, the highest decrease in CO<sub>2</sub> was 3%, namely 485.6 ppm at the variation of KOH 30 grams with CH<sub>4</sub> 178.61 ppm.

**Keywords:** *biogas; purification; heat treatment; Potassium Hydroxide (KOH); Sodium Hydroxide (NaOH)*

### Abstrak

Sumber energi terbarukan yang mudah diproses dan tersedia berlimpah di Indonesia adalah biogas, biogas berasal dari bahan organik yang didegradasi secara anaerobik oleh bakteri dalam lingkungan bebas oksigen. Pada penelitian ini dilakukan purifikasi biogas yang berasal dari kotoran sapi menggunakan zeolit yang sudah diaktivasi dengan *heat treatment* pada suhu 660 °C dan Kalium Hidroksida (KOH) pada tabung 1 serta campuran aquades dan Natrium Hidroksida (NaOH) pada tabung 2. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan variasi pada kandungan KOH pada tabung 1, yaitu 30 gram, 38 gram dan 45 gram. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan penurunan tertinggi CO<sub>2</sub> sebesar 3% yaitu 485.6 ppm pada variasi KOH 30 gram dengan CH<sub>4</sub> 178.61 ppm.

**Kata Kunci:** *biogas; purifikasi; heat treatment; Kalium Hidroksida (KOH); Natrium Hidroksida (NaOH).*

## PENDAHULUAN

Cadangan bahan bakar fosil semakin lama semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui (Munarwan & Majedi, 2019). Pilihan memanfaatkan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan hal cerda yang sangat perlu dilakukan (Prayugi et al., 2015). Pemerintah Indonesia berusaha mengurangi ketergantungan pada minyak sebagai sumber energi karena harga minyak yang tinggi dan permasalahan lingkungan hidup. Berdasarkan UU No 30 Tahun 2007 tentang Energi, ada pedoman dalam pengelolaan energi nasional dengan prinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan guna terciptanya kemandirian energi dan ketahanan energi nasional diamanatkan dalam penyusunan Kebijakan Energi Nasional (KEN) oleh

Pemerintah bersama DPR RI. Kemudian KEN ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014. KEN menargetkan pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT) setidaknya mencapai 23% dari bauran energi primer nasional pada tahun 2025 dan mencapai 31 % pada tahun 2050 (Indonesian Government, 2014).

Salah satu sumber energi terbarukan yang mudah diproses dan tersedia berlimpah di Indonesia adalah biogas. Pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku biogas tentu akan memberikan efek ganda dalam menyediakan energi yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan dan dapat menciptakan lingkungan peternakan yang lebih bersih dan sehat (Sugiartha et al., 2013). Biogas umumnya terdiri dari: *Methane* ( $\text{CH}_4$ ) = 55-75%, *Carbon dioxide* ( $\text{CO}_2$ ) = 25-45%, *Carbon monoxide* ( $\text{CO}$ ) = 0-0,3%. Nitrogen ( $\text{N}$ ) = 1-5%. *Hydrogen* ( $\text{H}_2$ ) = 0-3%, *Hydrogen sulfide* ( $\text{H}_2\text{S}$ ) = 0,1-0,5%, *Oxygen* ( $\text{O}_2$ ) = sisanya (Suyitno et al., 2010).

Dari beberapa penelitian tentang pemurnian biogas antara lain: Dengan proses pemurnian dengan zeolit alam yang telah diaktivasi menggunakan KOH dapat menurunkan kadar  $\text{CO}_2$  (Hamidi et al., 2011); Pemurnian biogas dari kandungan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dengan NaOH, ( $\text{CuSO}_4$ ),  $\text{Fe}(\text{SO}_4)$ , dalam *packed column* secara kontinyu dapat mengurangi kadar  $\text{H}_2\text{S}$  (Aditya et al., 2012); Pemurnian biogas dengan sistem berlapis menggunakan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , zeolit sintetik dan zeolit alam (Dienullah et al., 2018); Pemurnian biogas melalui kolom beradsorben karbon aktif (Iriani & Heryadi, 2014); Pemurnian produk biogas dengan metode absorpsi menggunakan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Nadliriyah & Triwikantoro, 2014); Pemurnian biogas untuk meningkatkan nilai kalor melalui adsorpsi dua tahap susunan seri dengan media karbon aktif (Supriyanti, 2018); Studi tekno-ekonomi pemurnian biogas dari limbah domestik (P et al., 2014); Peningkatan gas metana dan nilai kalori bahan bakar biogas melalui proses pemurnian dengan metode tiga lapis adsorpsi bahan padat (Fahriansyah et al., 2019), purifikasi biogas sistem kontinyu menggunakan zeolit terhadap prosentase  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  dalam biogas (Sugiartha et al., 2013)

Dari penelitian sebelumnya, belum ada yang meneliti dengan menggabungkan antara zeolit, KOH, dan NaOH dengan 2 tingkat alat purifikasi. Dengan adanya problem ini penulis mencoba melakukan riset tentang purifikasi biogas berbasis *absorbent* zeolit diaktivasi KOH, dan NAOH terhadap kualitas biogas. Dalam penelitian ini dilakukan pemurnian biogas dengan menyerap karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) menggunakan zeolit yang

diaktifasi dengan perlakuan panas 660°C dan Kalium Hidroksida (KOH) serta larutan Natrium Hidroksida (NaOH) yaitu dengan variasi kandungan KOH pada setiap lapisan (5 lapisan) yang ada pada tabung purifier 1 dengan variasi 20% (30 gram), 25% (38 gram), 30% (45 gram). Pengujian dilakukan debit biogas masuk purifier sebesar 3 L/menit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil purifikasi terhadap kualitas biogas melalui dua alat *purifier*.

## **METODE PENELITIAN**

### *Alat dan Bahan*

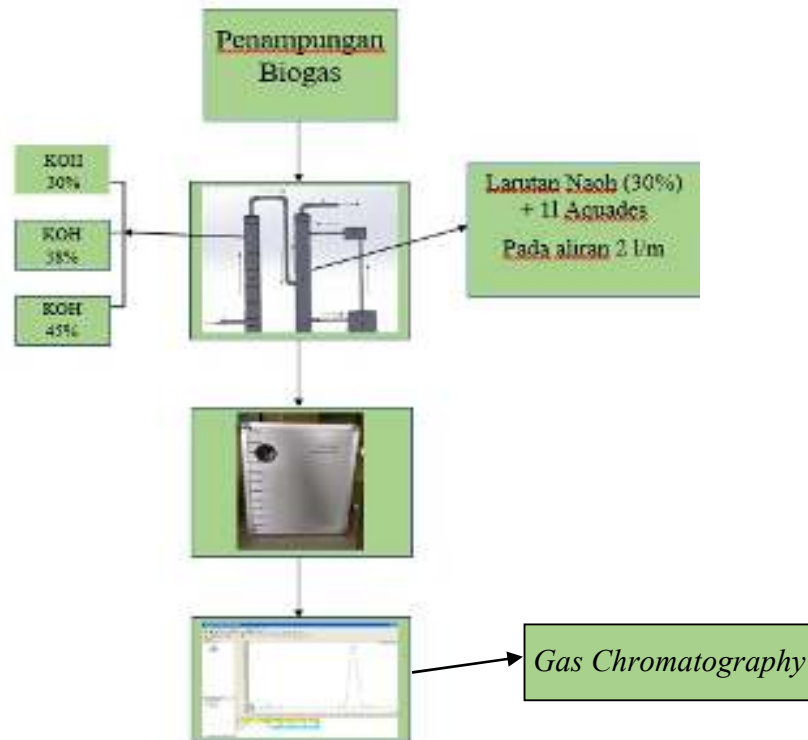
Bahan yang digunakan adalah biogas dari kotoran sapi. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah alat purifikasi kontinyu menggunakan zeolit yang diaktifasi dengan perlakuan panas 660°C dan Kalium Hidroksida (KOH) serta larutan Natrium Hidroksida (NaOH).

### *Variabel Penelitian*

Variabel bebas penelitian ini adalah kandungan KOH pada setiap lapisan (5 lapisan) yang ada pada tabung purifier 1 dengan variasi 20% (30 gram), 25% (38 gram), 30% (45 gram). Untuk mengetahui konsentrasi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>) pada biogas setelah terpurifikasi. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kualitas biogas dari kotoran sapi yang telah terpurifikasi berupa konsentrasi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>). Variabel terkontrol penelitian ini antara lain sebagai berikut : berat zeolit 150 gram setiap lapisan (5 lapisan), campuran Naoh dengan aquades yaitu 0,3 : 1, laju aliran NaOH 2 l/m, dan laju aliran biogas 3 l/m.

### *Proses Penelitian*

Metode penelitian dengan cara menguji langsung biogas dengan dimasukkan dalam 2 *purifier*. Proses penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 berikut, dimulai dari menampung biogas kemudian dialirkan menuju ke alat purifier, yang sudah divariasikan kandungan KOHnya. Setelah keluar dari alat purifier, biogas terlebih dahulu ditampung kemudian dilakukan pengujian dengan alat *Portable Micro Gas Chromatography CP 4900*, sehingga kemudian dapat diketahui besaran kandungan dari CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> dalam satuan ppm.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kandungan gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> menggunakan 4 variabel yaitu pada kondisi awal biogas, dengan kandungan KOH 30 gram, 38 gram, dan 45 gram. Gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> dipilih karena gas ini merupakan penyusun utama dari biogas dengan kata lain gas yang kandungannya cukup besar pada biogas dibanding gas lainnya, selain itu kandungan gas CH<sub>4</sub> juga sebagai indikator kualitas biogas.

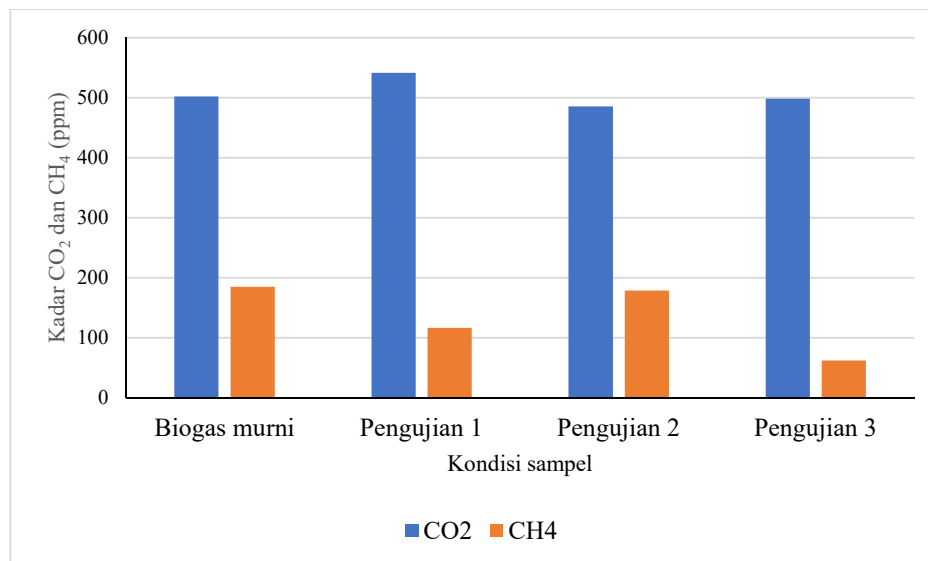
### A. Pengujian sampel Biogas murni dan KOH 30 gram

Pengujian sampel dengan pengambilan 3x kandungan KOH 30 gram. Untuk biogas murni diambil langsung dari output biodigester kemudian ditampung dan diujikan. Untuk pengulangan 1, 2 dan 3 dilakukan dengan cara mengalirkan biogas pada kedua tabung purifikasi kemudian ditampung hasilnya. Sebelum digunakan tabung purifikasi dikondisikan sebagai berikut. Tabung 1 diisi campuran zeolit yang sudah diaktivasi pada suhu 660° sebesar 150 gram dan KOH 30 gram sebanyak 5 lapisan. Tabung 2 diisi campuran NaOH dan aquades dengan perbandingan 0,3 : 1. Hasil pengambilan sampel seperti pada Tabel 1.

Tabel 1.  
Penguujian sampel Biogas murni dan KOH 30 gram

Pengujian sampel	CO <sub>2</sub> (ppm)	CH <sub>4</sub> (ppm)
Biogas murni	501.72	185.02
1	541.29	116.62
2	485.6	178.61
3	498.2	61.73

Berdasarkan Tabel 1 diatas presentase perubahan CO<sub>2</sub> terbaik adalah -3%. Tanda negatif menunjukkan angka CO<sub>2</sub> mengalami penurunan , yang berarti terjadi penyerapan pada alat purifikasi meskipun presentasinya sangat rendah. Untuk perubahan CH<sub>4</sub> terbaik adalah -3%. Presentase ini merupakan presentase penurunan terendah dibanding yang lain.



Gambar 1. Grafik uji kandungan sampel biogas murni dan KOH 30 gram

Dari gambar 1, hasil uji menunjukkan CO<sub>2</sub> terendah pada pengujian 2, 30 gram sebesar 485,6 ppm dengan presentase penurunan 3% dari kadar CO<sub>2</sub> biogas murni, untuk CH<sub>4</sub> tertinggi pada biogas murni sebesar 185,02 ppm.

#### B. Pengujian sampel Biogas murni dan KOH 38 dan 45 gram

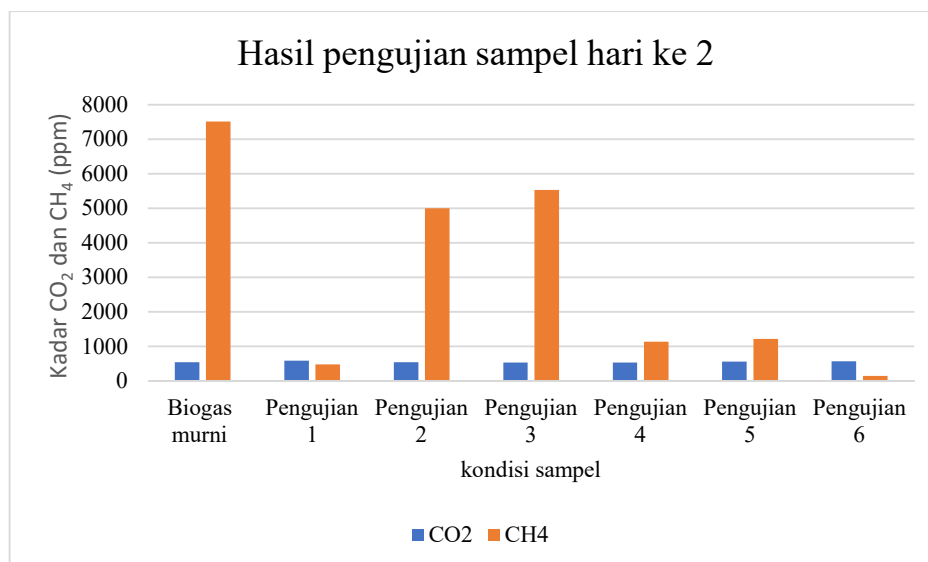
Pengujian sampel dilakukan 3x dengan variabel kandungan KOH 38 gram dan 45 gram. Untuk biogas murni diambil langsung dari output biodigester kemudian ditampung dan diujikan. Untuk pengulangan 1, 2 dan 3 dilakukan dengan cara mengalirkan biogas pada kedua tabung purifikasi kemudian ditampung hasilnya. Sebelum digunakan tabung

purifikasi dikondisikan sebagai berikut. Tabung 1 diisi campuran zeolit yang sudah diaktivasi pada suhu 660° sebesar 150 gram dan KOH 38 gram / 45 gram sesuai variasi sebanyak 5 lapisan. Tabung 2 diisi campuran NaOH dan aquades dengan perbandingan 0,3 : 1. Hasil pengambilan sampel seperti pada Tabel 2.

Tabel 2.  
Pengujian sampel Biogas Murni dan KOH 38 dan 45 gram

Pengujian sampel	Variabel KOH	CO <sub>2</sub> (ppm)	CH <sub>4</sub> (ppm)
Biogas murni	-	535.85	7514.84
1	KOH 38 gram	586.61	471.46
2		535.97	4995.46
3		531.42	5529.51
4	KOH 45 gram	526.5	1136.43
5		555.02	1216.96
6		565.88	144.93

Berdasarkan Tabel 2 diatas presentase perubahan CO<sub>2</sub> terbaik penurunan 2%. CO<sub>2</sub> mengalami penurunan dari 535 ppm menjadi 526,5 ppm, yang berarti terjadi penyerapan pada alat purifikasi meskipun presentasenya sangat rendah. Untuk kandungan CH<sub>4</sub> terbaik pemurnian adalah 5529,51 ppm.



Gambar 2. Grafik uji kandungan sampel biogas Murni dan KOH 38 dan 45 gram

Dari Gambar 4 hasil uji menunjukkan CO<sub>2</sub> terendah pada pengujian 4, variabel 45 gram sebesar 526.5 ppm, untuk CH<sub>4</sub> tertinggi terbaik pemurnian adalah 5529,51 ppm m.

Dari kedua pengujian ini bisa diambil perbandingan dari presentase peningkatan rata-rata CO<sub>2</sub> dan penurunan rata-rata CH<sub>4</sub>. Dari grafik pada Gambar 1 dan 2 CO<sub>2</sub> ada kenaikan dan penurunan. Kenaikan rata-rata CO<sub>2</sub> tertinggi terjadi pada variabel KOH 38 gram dan penurunan rata-rata CO<sub>2</sub> tertinggi terjadi pada variabel KOH 30 gram. Pada penelitian CH<sub>4</sub> dengan variasi KOH ini tidak efektif karena CH<sub>4</sub> juga ikut turun. Penurunan rata-rata CH<sub>4</sub> tertinggi terjadi pada variabel 45 gram. Dari data di atas dapat diambil kesimpulan bahwa semakin meningkat kandungan KOH pada tabung purifier 1 mengakibatkan kandungan CH<sub>4</sub> yang semakin turun, hal ini mengakibatkan kualitas biogas menjadi semakin turun. Jadi untuk penggunaan KOH maksimal adalah kurang dari 30 gram agar diperoleh kadar CH<sub>4</sub> yang tinggi.

#### SIMPULAN

Variasi KOH berpengaruh terhadap kandungan CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> pada biogas terpurifikasi. Saran untuk dilakukan pengujian dengan kondisi KOH maksimal 30 gram dengan kondisi biogas awal (murni) sama disetiap variasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, K., Melisa, A. P., Hadiyanto, A., Teknik, J., Fakultas, K., Universitas, T., Semarang, D., & Prof, J. (2012). Pemurnian Biogas Dari Kandungan Hidrogen Sulfida. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 1(1), 389–395.
- Dienullah, M., Tira, H. S., & Padang, Y. A. (2018). Pemurnian Biogas Dengan Sistem Berlapis Menggunakann Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zeolit Sintetik Dan Zeolit Alam. *Poros*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.24912/poros.v15i1.1249>
- Fahriansyah, F., Sriharti, S., & Andrianto, M. (2019). Peningkatan Gas Metana dan Nilai Kalori Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian dengan Metode Tiga Lapis Adsorpsi Bahan Padat. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 13(2), 182. <https://doi.org/10.26578/jrti.v13i2.5328>
- Hamidi, N., Wardana, I. N. G., & Widhiyanuriyawan, D. (2011). Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam. *Rekayasa Mesin*, 2(3), 227–231.
- Indonesian Government. (2014). *Indonesian Government Law No 79 In 2014 About National Energy Policy*. 8.
- Iriani, P., & Heryadi, A. (2014). Pemurnian Biogas Melalui Kolom Beradsorben Karbon

Aktif. *Sigma-Mu Politeknik Negeri Bandung*, 6(2), 36–42.

Munarwan, E., & Majedi, F. (2019). Karakteristik Bio-Oil Hasil Pirolisis Limbah Brem Dengan Variasi Temperatur. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 7(1), 23–28. <https://doi.org/10.32487/jtt.v7i1.552>

Nadliriyah, N., & Triwikantoro. (2014). Pemurnian Produk Biogas dengan Metode Absorpsi. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3(2), 107–111.

P, A. W., Fahrurrozi, M., & Hidayat, M. (2014). Studi Tekno-Ekonomi Pemurnian Biogas dari Limbah Domestik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 6(2), 43–50. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.4695>

Prayugi, G. E., Sumarlan, S. H., & Yulianingsih, R. (2015). Pemurnian Biogas dengan Sistem Pengembunan dan Penyaringan Menggunakan Beberapa Bahan Media The Biogas Purification by Condensation and Filtering System using Several Materials. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(1), 7–14.

Sugiarto, S., Oerbandono, T., Widhiyanuriyawan, D., & Permana Putra, F. S. (2013). Purifikasi Biogas Sistem Kontinyu Menggunakan Zeolit. *Rekayasa Mesin*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm>

Supriyanti, Y. (2018). Pemurnian Biogas untuk meningkatkan Nilai Kalor melalui Adsorpsi Dua Tahap Susunan Seri dengan Media Karbon Aktif. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 4(2), 185. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v4i2.185>

Suyitno, Sujono, A., & Dharmanto. (2010). Teknologi Biogas Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan. *Graha Ilmu*, 1, 107.