

Potensi Emisi Gas Rumah Kaca pada Boezem Morokrempangan

Tanjung Mega Dwi Puspita dan Bieby Voijant Tangahu

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi

Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: bieby2003@gmail.com

Abstrak—Boezem Morokrempangan merupakan salah satu Boezem terbesar di Kota Surabaya yang terletak di Kecamatan Krempangan di wilayah Surabaya bagian Utara. Air influen Boezem Morokrempangan bagian selatan berasal dari Sungai Greges dan Purwodadi. Besarnya kapasitas tampungan air Boezem Morokrempangan menyebabkan akumulasi bahan organik akibat air limbah domestik yang berasal dari Sungai Greges dan Sungai Purwodadi. Proses degradasi bahan organik secara anaerobik pada Boezem Morokrempangan menghasilkan gas rumah kaca yaitu CO₂ dan CH₄. Penelitian ini dilakukan dalam skala lapangan dan laboratorium. Data primer untuk penelitian lapangan yaitu data debit Boezem Morokrempangan. Pada penelitian laboratorium data primer diambil dari analisa parameter kualitas air yaitu BOD, COD, MLSS, MLVSS. Data sekunder yang digunakan meliputi data dimensi Boezem Morokrempangan. Prakiraan emisi CO₂ dan CH₄ pada Boezem Morokrempangan berdasarkan model persamaan dari US. EPA tahun 2010. Hasil penelitian menunjukkan Boezem Morokrempangan menghasilkan produksi gas CO₂ sebesar 5,83 ton CO₂/hari sedangkan gas CH₄ sebesar 2,301 ton CH₄/hari.

Kata Kunci—Bahan organik, Boezem Morokrempangan, Emisi gas rumah kaca, Gas CH₄ dan CO₂.

I. PENDAHULUAN

MENINGKATNYA jumlah penduduk perkotaan memiliki pengaruh terhadap volume air limbah yang dihasilkan terutama air limbah domestik. Air limbah domestik mengandung bahan organik, anorganik, bakteri patogen, dan logam berat [1]. Saat ini, sebagian besar air limbah domestik perkotaan dibuang langsung ke saluran drainase dan badan air permukaan tanpa diolah terlebih dahulu. Saluran drainase memiliki fungsi ganda yaitu baik sebagai penampung air hujan, maupun mengalirkan air limbah domestik. Bahan pencemar dalam air limbah domestik ini mempunyai andil yang besar dalam menyumbang beban pencemar di badan air sehingga dapat meningkatkan rasio beban pencemar dalam ekosistem perairan [2]. Air limbah domestik perkotaan yang dibuang ke badan air dapat bermuara pada suatu embung (boezem) sebelum dialirkan ke laut. Salah satu boezem terbesar di Kota Surabaya adalah Boezem Morokrempangan. Saluran yang bermuara ke Boezem Morokrempangan bagian selatan meliputi saluran dari Sungai Greges dan Sungai Purwodadi. Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada sampel air mencapai kisaran antara 33,74–104,98 mg/L [3]. Adanya kandungan bahan pencemar yang

terdapat di air Boezem Morokrempangan menyebabkan terjadinya proses penguraian (degradasi) bahan pencemar yang dapat terjadi secara anaerobik. Proses degradasi anaerobik dapat menghasilkan gas rumah kaca yaitu Gas CH₄ dan CO₂. Berdasarkan berkembangnya informasi tentang perubahan iklim global dan emisi gas rumah kaca, diperlukan mengkaji potensi emisi gas rumah kaca di Boezem Morokrempangan. Selain itu, mengingat bahwa belum adanya data dan informasi mengenai prediksi emisi gas rumah kaca khususnya CH₄ dan CO₂ yang ada di Boezem Morokrempangan untuk melaksanakan upaya mitigasi dan strategi reduksi emisi yang dapat diimplementasikan. Dalam penelitian ini menilai bahwa kandungan zat organik dalam air limbah domestik yang terakumulasi di Boezem Morokrempangan mempengaruhi besarnya emisi gas CH₄ dan CO₂ ke atmosfer.

II. METODE PENELITIAN

A. *Ide Penelitian*

Ide penelitian ini berasal dari adanya bahan organik pada air Boezem Morokrempangan yang akan mengalami proses biodegradasi dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yaitu gas metana (CH₄) dan gas karbon dioksida (CO₂). Dari permasalahan tersebut, diperlukan penelitian mengenai besarnya potensi emisi gas rumah kaca. Dengan demikian dapat dilakukan upaya untuk mereduksi emisi gas rumah kaca pada Boezem Morokrempangan.

B. *Studi Literatur*

Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan dasar teori yang kuat yang berkaitan dengan penelitian ini, sehingga dapat dijadikan acuan dalam melaksanakan kegiatan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan yang menunjang penelitian dari sumber-sumber yang ada. Sumber literatur meliputi *text book*, modul, jurnal/artikel ilmiah, laporan penelitian, tugas akhir, dan tesis terdahulu yang berhubungan dengan penelitian. Dalam penelitian ini dilakukan studi literatur tentang Boezem Morokrempangan, emisi gas rumah kaca, emisi gas rumah kaca pada pengolahan air limbah, estimasi emisi gas rumah kaca pada pengolahan air limbah.

C. *Pengumpulan Data*

Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengamatan dan pengukuran di lokasi studi serta hasil analisis laboratorium. Pengukuran di lokasi studi meliputi pengukuran debit air inlet dan outlet Boezem Morokrempangan

bagian selatan. Analisis laboratorium dalam penelitian ini meliputi parameter BOD, COD, MLSS, MLVSS. Sedangkan pengumpulan data sekunder meliputi gambaran umum, dimensi, dan debit Boezem Morokrengangan.

D. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan pengukuran debit dan pengambilan sampel air untuk analisis parameter kualitas air yang meliputi analisis BOD, COD, MLSS, MLVSS. Titik pengambilan sampel air dan pengukuran debit berada pada dua inlet Boezem yaitu Sungai Greges dan Purwodadi, serta outlet Boezem. Pengambilan sampel air untuk analisis BOD, COD, MLSS, dan MLVSS dan pengukuran debit dilaksanakan pada 3 waktu dalam sehari yaitu sekitar pukul 07.00-09.00, 11.00-13.00, dan 14.00-16.00 WIB untuk mengantisipasi fluktuasi debit pada setiap saluran dan dilaksanakan selama 7 hari untuk mendapatkan akurasi data yang baik. Pengukuran debit ini mengacu pada SNI 8066:2015. tentang tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung. Pada penelitian ini digunakan alat untuk mengukur kecepatan aliran menggunakan pelampung. Prinsip pengukuran debit adalah mengukur kecepatan aliran, luas penampang basah, dan kedalaman.



Gambar 1. Peta lokasi titik sampling BOD, COD, MLSS, MLVSS pada Boezem Morokrengangan.

E. Pengolahan Data

Dilakukan pengolahan data dari hasil penelitian lapangan dan laboratorium. Pengolahan data meliputi perhitungan emisi gas rumah kaca pada Boezem Morokrengangan diantaranya adalah gas CO₂ dan CH₄. Perhitungan emisi gas rumah kaca menggunakan pendekatan rumus untuk mengestimasi besarnya emisi gas rumah kaca pada unit pengolahan air limbah dari US. EPA tahun 2010 [4]. Emisi gas rumah kaca pada Boezem Morokrengangan dihitung di dua proses, yaitu pada proses biodegradasi air Boezem Morokrengangan dan pada proses *digesting* lumpur yang mengendap pada dasar Boezem Morokrengangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Lapangan dan Analisis Parameter Kualitas Air

Dari hasil penelitian lapangan yaitu pengukuran debit Boezem Morokrengangan didapatkan hasil berikut ini:

- Debit rata-rata Sungai Purwodadi = 0,21 m³/detik = 210 L/detik,
- Debit rata-rata Sungai Greges = 2,30 m³/detik = 2300 L/detik
- Debit rata-rata outlet Boezem = 2,14 m³/detik = 2140 L/detik

Pada penelitian laboratorium dilakukan analisis terhadap kualitas air yang masuk maupun yang keluar dari Boezem Morokrengangan. Didapatkan hasil analisis masing-masing sebagai berikut:

Tabel 1.

Hasil Analisis Parameter Kualitas Air Sungai Purwodadi

Parameter	Nilai rata-rata (mg/L)
COD	202,9
BOD	147,4
MLSS	101,5
MLVSS	80,4

Tabel 2.

Hasil Analisis Parameter Kualitas Air Sungai Greges

Parameter	Nilai rata-rata (mg/L)
COD	195,7
BOD	147,3
MLSS	116,2
MLVSS	91,2

Tabel 3.

Hasil Analisis Parameter Kualitas Air Outlet Boezem Morokrengangan

Parameter	Nilai rata-rata (mg/L)
COD	147,6
BOD	106,5
MLSS	109,3
MLVSS	87,4

B. Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca pada Boezem Morokrengangan

Boezem Morokrengangan dapat digunakan sebagai reaktor alam untuk mengolah air limbah yang terakumulasi dari berbagai sumber pada *catchment* areanya. Boezem Morokrengangan sebagai kolam stabilisasi yang di dalamnya terdapat proses degradasi baik secara aerobik maupun anaerobik. Kedalaman Boezem Morokrengangan bagian selatan rata-rata adalah 3 meter [5]. Kondisi anaerobik dapat dicapai pada kedalaman kolam 2-5 meter [6]. Proses biodegradasi secara anaerobik terjadi pada zona endapan lumpur. Batas antara zona aerobik dan anaerobik pada Boezem Morokrengangan tidak tetap, hal ini bergantung pada beberapa faktor seperti kemampuan penetrasi cahaya matahari dan nilai *Dissolved Oxygen* (DO) dalam air yang dipengaruhi oleh turbulensi air akibat hembusan angin pada permukaan air. Zona anaerob akan semakin berada pada kedalaman air yang dangkal apabila tingkat kekeruhan air meningkat, hal ini mengakibatkan penetrasi cahaya matahari ke dalam air menjadi terhambat. Selain itu pada saat bersamaan kecepatan angin rendah. Sehingga pengadukan alami tidak dapat terjadi secara optimum pada ekosistem perairan boezem.

Pengolahan air limbah jika terjadi dalam kondisi anaerobik dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca yaitu gas CH₄ dan CO₂. Pada proses pengolahan air limbah secara anaerobik,

banyaknya bahan organik diubah menjadi biomassa atau dikonversikan menjadi CH₄ dan CO₂. Fraksi biomassa dikonversikan menjadi CH₄ dan CO₂ melalui respirasi endogenous, sementara sumber lain dari emisi gas rumah kaca pada pengolahan air limbah adalah proses digester lumpur [7]. Dengan analisis demikian maka diperkirakan bahwa di dalam boezem terdapat proses digesting lumpur yang mengendap yang terjadi dalam kondisi anaerobik sehingga menghasilkan emisi CH₄ dan CO₂. Pada fase liquid dipertimbangkan pada perhitungan emisi gas rumah kaca pada Boezem Morokrengan, karena fase liquid juga ada dalam kondisi anaerobik sehingga proses degradasi zat organik menimbulkan emisi gas rumah kaca. Perhitungan emisi gas rumah kaca pada Boezem Morokrengan menggunakan parameter BOD. Pada limbah cair domestik, karakteristik yang menentukan besarnya gas CH₄ yang terbentuk selama proses degradasi komponen organik/karbon yang terdapat pada limbah adalah angka BOD [8].

Sebelum menghitung emisi gas rumah kaca, maka dilakukan perhitungan total konsentrasi bahan pencemar yang masuk pada Boezem Morokrengan bagian selatan (C_o) dari Sungai Purwodadi dan Sungai Greges. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui besar beban organik dari air limbah yang masuk ke dalam Boezem Morokrengan bagian selatan yang akan mengalami proses biodegradasi dan menghasilkan gas rumah kaca. Dengan demikian perhitungan total konsentrasi bahan pencemar yang masuk pada Boezem Morokrengan bagian selatan dapat dihitung melalui perhitungan berikut ini:

- Rata-rata debit Sungai Purwodadi (Q₁) = 0,21 m³/detik = 210 L/detik
- Rata-rata debit Sungai Greges (Q₂) = 2,30 m³/detik = 2300 L/detik
- Rata-rata konsentrasi BOD Sungai Purwodadi (C₁)=147,4 mg/L
- Rata-rata konsentrasi BOD Sungai Greges (C₂)=147,3 mg/L

Total konsentrasi bahan pencemar (C_o)

$$C_o = \frac{Q_1 \cdot C_1 + Q_2 \cdot C_2}{Q_1 + Q_2}$$

$$= \frac{210 \text{ L/detik} \times 147,4 \text{ mg/L} + 2300 \text{ L/detik} \times 147,3 \text{ mg/L}}{210 \text{ L/detik} + 2300 \text{ L/detik}}$$

$$= 147,3 \text{ mg/L}$$

Jika rata-rata konsentrasi BOD Outlet (C_e) = 106,5 mg/L, maka presentase removal BOD di Boezem Morokrengan bagian selatan adalah

$$\%R = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$$

$$= \frac{147,3 \text{ mg/L} - 106,5 \text{ mg/L}}{147,3 \text{ mg/L}} \times 100$$

$$= 27,7$$

Diketahui bahwa proses biodegradasi bahan organik yang terjadi di dalam Boezem Morokrengan mampu menurunkan konsentrasi bahan organik tersebut sebesar 27,7%. Kemampuan boezem dalam menurunkan konsentrasi bahan pencemar relatif rendah. Rendahnya kemampuan Boezem dalam menurunkan konsentrasi bahan pencemar dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah adanya pendangkalan yang menyebabkan waktu tinggal hidraulik air

di dalam Boezem menurun. Selain itu terjadinya penumpukan lumpur dan sampah pada daerah-daerah tertentu seperti inlet Boezem dapat menyebabkan kondisi *septic* dan meningkatkan kandungan zat padat pada zona stabilisasi. Untuk meningkatkan kinerja Boezem dapat dilakukan dengan pengerukan lumpur secara berkala dan pembersihan sampah pada titik-titik tertentu agar tidak mengganggu proses stabilisasi yang terdapat pada Boezem.

Selanjutnya dilakukan perhitungan emisi gas rumah kaca pada proses digesting lumpur dan fase liquid air limbah yang masuk pada Boezem Morokrengan. Sebelum dilakukan perhitungan emisi gas rumah kaca, maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan debit lumpur yang masuk ke dalam Boezem Morokrengan menggunakan lumpur MLSS dan nilai yield (λ) biomassa. MLSS menunjukkan konsentrasi padatan berupa padatan organik dan mikroorganisme yang terkandung di dalam reactor [9]. Nilai yield (λ) biomassa merupakan rasio antara jumlah biomassa yang dihasilkan dan jumlah substrat yang digunakan dalam pengolahan secara biologis (gram biomassa/gram substrat) [10]. Perhitungan debit lumpur yang masuk (Q_s) pada Boezem Morokrengan bagian selatan jika diketahui

- Rata-rata [MLSS] Sungai Purwodadi (C₁) = 101,50 mg/L
- Rata-rata [MLSS] Sungai Greges (C₂) = 116,20 mg/L
- Rata-rata debit Sungai Purwodadi (Q₁)=0,21m³/detik=210 L/detik
- Rata-rata debit Sungai Greges (Q₂) = 2,30 m³/detik = 2300 L/detik

Maka debit lumpur dapat dihitung dengan menghitung massa lumpur yang masuk ke dalam Boezem Morokrengan bagian selatan melalui perhitungan berikut ini

$$\text{Massa lumpur} = (C_1 \times Q_1) + (C_2 \times Q_2)$$

$$= (101,50 \text{ mg/L} \times 210 \text{ L/detik}) + (116,20 \text{ mg/L} \times 2300 \text{ L/detik})$$

$$= 288575 \text{ mg/detik}$$

$$= 0,289 \text{ kg/detik}$$

Densitas lumpur tersuspensi adalah 990 kg/m³ [11], sehingga dapat dihitung debit lumpur yang masuk (Q_s) pada Boezem Morokrengan bagian selatan.

$$Q_s = \frac{\text{beban lumpur}}{\text{densitas lumpur}} = \frac{0,289 \frac{\text{kg}}{\text{detik}} \times 3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}}}{990 \text{ kg/m}^3} = 1,05 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Setelah mengetahui debit lumpur, maka dapat dihitung nilai yield (λ) biomassa dengan formulasi perhitungan berikut ini jika telah diketahui

- Debit air limbah yang masuk ke dalam Boezem Morokrengan (Q_{ww})

$$Q_{ww} = Q_{\text{Sungai Purwodadi}} + Q_{\text{Sungai Greges}}$$

$$= 0,21 \text{ m}^3/\text{detik} + 2,30 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 2,51 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \text{ detik/jam}$$

$$= 9036 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Konsentrasi total MLVSS yang masuk ke dalam Boezem Morokrengan (MLVSS_s)

$$= \frac{Q_{\text{purwodadi}} \cdot [\text{MLVSS}]_{\text{purwodadi}} + Q_{\text{greses}} \cdot [\text{MLVSS}]_{\text{greses}}}{Q_{\text{purwodadi}} + Q_{\text{greses}}}$$

$$= \frac{210 \text{ L/detik} \cdot 80,40 \text{ mg/L} + 2300 \text{ L/detik} \cdot 91,20 \text{ mg/L}}{210 \text{ L/detik} + 2300 \text{ L/detik}}$$

$$= 90,3 \text{ mg/L}$$

- Total konsentrasi BOD yang masuk pada Boezem Morokrengan (OD) = 147,3 mg/L
- Efisiensi removal BOD (EF_{OD}) = 27,7%
- Faktor koreksi karbon pada biomassa (CF_s) = 0,53 g C/g MLVSS
- Faktor konversi konsumsi C maksimum tiap unit oxygen demand (CF_c) = 12/32 = 0,375 g C/g oxygen demand

Maka nilai yield (λ) biomassa dapat dihitung melalui perhitungan berikut ini:

$$\lambda = \frac{Q_s \times MLVSS_s \times CF_s}{Q_{ww} \times OD \times EF_{OD} \times CF_c}$$

$$= \frac{1,05 \frac{m^3}{jam} \times 90,3 \frac{g}{m^3} \times 0,53 \text{ g C/g BOD}}{9036 \frac{m^3}{jam} \times 147,3 \frac{g}{m^3} \times 0,277 \times 0,375 \text{ g C/g BOD}}$$

$$= 0,000363$$

Gas rumah kaca yang diperhitungkan dalam penelitian ini adalah gas CO₂ dan CH₄ karena presentase produksi gas terbesar yang berasal proses pengolahan air limbah secara anaerobik adalah CH₄ yaitu sebesar 70% dan yang kedua adalah CO₂ sebesar 25%-30%, kemudian N₂, H₂, H₂S, uap air, dan gas lain dalam jumlah yang kecil [12]. Gas CO₂ dan CH₄ merupakan gas rumah kaca, sehingga jika gas tersebut dalam jumlah yang besar teremisikan ke atmosfer maka akan menyebabkan efek rumah kaca yang berdampak pada pemanasan global.

Perhitungan emisi gas rumah kaca pada Boezem Morokrengan menggunakan model pendekatan rumus menurut US.EPA tahun 2010. Dalam menghitung emisi gas rumah kaca digunakan nilai faktor yaitu *Methane Correction Factor* (MCF) yang merupakan nilai koreksi gas metan pada air limbah, dimana nilai tersebut menyatakan fraksi zat organik yang mampu terkonversi pada kondisi anaerobik dalam suatu unit pengolahan air limbah. Pada penelitian ini digunakan nilai MCF yaitu 0,8 bahwa nilai tersebut dapat digunakan untuk sistem pengolahan pada proses anaerobik, kolam fakultatif, dan pada proses digesting lumpur secara anaerobik.

Nilai faktor lain yang digunakan dalam perhitungan emisi gas rumah kaca ini adalah nilai faktor konversi gas metan (CF_{CH₄}) dan faktor konversi gas karbondioksida (CF_{CO₂}) yang menyatakan nilai produksi dari masing-masing gas per unit oxygen demand. Nilai CF_{CH₄} adalah 0,5 g CH₄/g oxygen demand sedangkan nilai CF_{CO₂} adalah 1,375 g CO₂/g oxygen demand. Kemudian nilai fraksi CH₄ pada pembentukan biogas dinyatakan dengan BG_{CH₄} yang mempunyai nilai default 0,65. Perhitungan emisi gas rumah kaca fase liquid air limbah pada Boezem Morokrengan bagian selatan dihitung dengan formulasi berikut ini

Emisi CO₂

$$= 10^{-6} \times Q_{ww} \times OD \times Eff_{OD} \times CF_{CO_2} \times [(1 - MCF_{ww} \times BG_{CH_4}) (1 - \lambda)]$$

$$= 10^{-6} \times 9036 \frac{m^3}{jam} \times 147,3 \frac{g}{m^3} \times 0,277 \times 1,375 \times [(1 - 0,8 \times 0,65)(1 - 0,000363)]$$

$$= 0,243 \text{ ton } CO_2/\text{jam}$$

$$\approx 5,832 \text{ ton } CO_2/\text{hari}$$

Emisi CH₄

$$= 10^{-6} \times Q_{ww} \times OD \times Eff_{OD} \times CF_{CH_4} \times [(MCF_{ww} \times BG_{CH_4}) (1 - \lambda)]$$

$$= 10^{-6} \times 9036 \frac{m^3}{jam} \times 147,3 \frac{g}{m^3} \times 0,277 \times 0,5 \times [(0,8 \times 0,65)(1 - 0,000363)]$$

$$= 0,096 \text{ ton /jam}$$

$$\approx 2,3 \text{ ton /hari}$$

Selanjutnya, menghitung emisi gas rumah kaca dalam proses digesting lumpur pada Boezem Morokrengan bagian selatan menggunakan persamaan berikut ini

Emisi CO₂

$$= 10^{-6} \times Q_s \times MLVSS_s \times CF_s \times \frac{44}{12} \times (1 - MCF_{ww} \times BG_{CH_4})$$

$$= 10^{-6} \times 1,05 \frac{m^3}{jam} \times 90,3 \frac{g}{m^3} \times 0,53 \times \frac{44}{12} \times (1 - 0,8 \times 0,65)$$

$$= 0,000088 \text{ ton } CO_2/\text{jam}$$

$$\approx 0,00212 \text{ ton } CO_2/\text{hari}$$

Emisi CH₄

$$= 10^{-6} \times Q_s \times MLVSS_s \times CF_s \times \frac{16}{12} \times (1 - MCF_{ww} \times BG_{CH_4})$$

$$= 10^{-6} \times 1,05 \frac{m^3}{jam} \times 90,3 \frac{g}{m^3} \times 0,53 \times \frac{16}{12} \times (1 - 0,8 \times 0,65)$$

$$= 0,000032 \text{ ton } CO_2/\text{jam}$$

$$\approx 0,00077 \text{ ton } CO_2/\text{hari}$$

Proses digesting lumpur pada Boezem Morokrengan bagian selatan dapat menghasilkan gas CO₂ sebesar 0,00212 CO₂/hari dan gas CH₄ sebesar 0,00077 ton CH₄/hari. Sehingga total gas rumah kaca yang diproduksi karena proses biodegradasi dalam Boezem Morokrengan dapat dihitung dengan menambahkan jumlah gas CO₂ dan CH₄ yang dihasilkan pada fase liquid air limbah dan digesting lumpur menurut perhitungan berikut ini

Total laju produksi gas CO₂ pada Boezem Morokrengan

$$= \text{Emisi } CO_2 \text{ fase liquid} + \text{Emisi } CO_2 \text{ digesting lumpur}$$

$$= 5,832 \text{ ton } CO_2/\text{hari} + 0,00212 \text{ ton } CO_2/\text{hari}$$

$$= 5,83 \text{ ton } CO_2/\text{hari}$$

Total laju produksi gas CH₄ pada Boezem Morokrengan

$$= \text{Emisi } CH_4 \text{ fase liquid} + \text{Emisi } CH_4 \text{ digesting lumpur}$$

$$= 2,3 \text{ ton } CH_4/\text{hari} + 0,00077 \text{ ton } CH_4/\text{hari}$$

$$= 2,301 \text{ ton } CH_4/\text{hari}$$

Dari total gas yang diproduksi pada Boezem Morokrengan dapat dilihat bahwa jumlah produksi gas cukup besar. Besarnya produksi gas ini disebabkan karena debit yang masuk pada Boezem Morokrengan diperkirakan dalam keadaan debit puncak. Saat terjadi debit puncak maka bahan organik yang masuk ke dalam Boezem akan semakin besar, sehingga menyebabkan beban organik besar.

VI. KESIMPULAN

Proses biodegradasi pada Boezem Morokrengan yang terjadi dalam kondisi anaerobik menyebabkan emisi gas rumah kaca pada Boezem. Potensi gas rumah kaca pada Boezem Morokrengan menunjukkan produksi gas CO₂ sebesar 5,83 ton CO₂/hari dan gas CH₄ sebesar 2,301 ton CH₄/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. Malisie, M. Prihandrijanti, and R. Otterpoh, "The Potential of Nutrient Reuse from A Source-separated

- Domestic Wastewater System In Indonesia – Case Study: Ecological Sanitation Pilot Plant In Surabaya,” *Water Sci. Technol.*, vol. 56, no. 5, pp. 141–148, 2007.
- [2] L. Morris *et al.*, “Municipal Wastewater Effluent Licensing: A Global Perspective and Recommendations for Best Practice,” *Sci. Total Environ.*, vol. 13, 2016.
- [3] Hasriyani, “Studi Kinerja Boezem Morokrempangan pada Penurunan Kandungan Total Solid dan Zat Organik sebagai Permanganate Value (PV),” Surabaya, 2010.
- [4] USEPA, “Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for Biogenic Emissions from Selected Source Categories: Solid Waste Disposal, Waste Water Treatment, Ethanol Fermentation,” 2010.
- [5] R. Putri, D. Priyantoro, L. Prasetyorini, and H. Suprijanto, “Evaluasi Sistem Drainase Daerah Muara Boezem Utara Morokrempangan Surabaya,” *J. Tek. Pengair. Fak. Tek. Univ. Brawijaya*, 2014.
- [6] Al-Hashimi, M. Ali, Hussain, and H. Talee., “Stabilization Pond For Wastewater Treatment,” *Eur. Sci. J.*, vol. 9, no. 14, 2013.
- [7] D. Gupta and S. Singh, “Greenhouse Gas Emissions from Wastewater Treatment Plants: A Case Study of Noida,” *J. Water Sustain.*, vol. 2, no. 2, pp. 131–139, 2012.
- [8] IPCC, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Washington D.C., 2006.
- [9] F. Sari, R. Anissa, and A. Tuhuloula, “Perbandingan Limbah dan Lumpur Aktif Terhadap Pengaruh Sistem Aerasi ppada Pengolahan Limbah CPO,” *Konversi*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [10] Metcalf and Eddy, *Wastewater Engineering Treatment And Resource Recovery. 5th edition*. New York: Mc Graw Hill, 2014.
- [11] Satwika, “Teknis Penanganan Sedimen Secara Kuratif pada Bagian Selatan Boezem Morokrempangan,” ITS, 2012.
- [12] A. Amiri, J. Tsutsumi, and R. Nakamatsu, “Energy from Domestic Wastewater and Recovering The Potential Energy of Sewage Sludge,” *J. Energy Technol. Policy*, vol. 5, no. 12, 2015.