

ANALISIS PERUBAHAN IKLIM BERBAGAI VARIABILITAS CURAH HUJAN DAN EMISI GAS METANA (CH₄) DENGAN METODE GRID ANALYSIS AND DISPLAY SYSTEM (GrADS) DI KABUPATEN SEMARANG

Ismi Dian Kusumawardhani dan Rahmat Gernowo

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: ismidiankusumawardhani@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Global climate change as the implications of global warming caused by greenhouse gas increases from time to time. Methane (CH₄) is a greenhouse gas that causes the greenhouse effect and has the effect of 20-30 times greater than carbon dioxide. The rate of CH₄ emissions to the atmosphere is the fastest among other greenhouse gases.

The research was conducted by analyzing climate change using the data of precipitation, air temperature, and methane emissions. Data of Ungaran - kabupaten Semarang precipitation obtained from Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Climatological Station Semarang. Globally available data of precipitation and air temperature, that is downloaded from the website National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). While the emission data of methane (CH₄) is obtained from Badan Lingkungan Hidup (BLH) Central Java with data that covers an area of Central Java. To determine the existence of climate change in the research area of data analysis is carried precipitation and air temperature during the last 30 years. The method used is the method of Grid Analysis and Display System (GrADS) that can be used for processing and visualizing the earth science data.

The results of this study, the increase in precipitation and air temperature every year in a period of 30 years in kabupaten Semarang. The average amount of precipitation every year is obtained by 1579.86 mm. Precipitation in Central Java region shown by the pattern of monsoon rainfall. The average maximum precipitation in January, while the minimum in August. The average air temperature increase annually by 0.014°C or 0.051% every year. Similarly, the amount of methane emissions (CH₄) in all parts of human activity in the region of Central Java has increased every year. The average increase of CH₄ emission obtained annually by 14.99 Gg or 1.36%. On average generated methane emissions from human activities annually by 1104.54 Gg.

Keywords: *Global warming, climate change, GrADS, precipitation, methane emissions (CH₄)*

ABSTRAK

Perubahan iklim global sebagai implikasi dari pemanasan global yang disebabkan oleh peningkatan gas rumah kaca dari waktu ke waktu. Metana (CH₄) merupakan salah satu gas rumah kaca yang menyebabkan efek rumah kaca dan memiliki efek 20-30 kali lebih besar dibandingkan dengan karbon dioksida. Laju emisi CH₄ ke atmosfer merupakan yang paling cepat diantara gas rumah kaca lainnya.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis perubahan iklim menggunakan data curah hujan, temperatur udara, serta emisi gas metana. Data curah hujan daerah Ungaran, Kabupaten Semarang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Klimatologi Semarang. Secara global didapatkan data curah hujan serta temperatur udara yang diunduh dari situs National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Sedangkan data emisi gas metana (CH₄) diperoleh dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi Jawa Tengah dengan data yang meliputi wilayah Jawa Tengah. Untuk mengetahui adanya perubahan iklim di daerah penelitian maka dilakukan analisa data curah hujan serta temperatur udara selama 30 tahun terakhir. Metode yang digunakan adalah dengan metode Grid Analysis and Display System (GrADS) yang dapat digunakan untuk pengolahan serta memvisualisasi data sains bumi.

Hasil dari penelitian ini didapatkan kenaikan curah hujan dan temperatur udara setiap tahunnya dalam periode 30 tahun di kabupaten Semarang. Rata-rata banyaknya curah hujan setiap tahun didapatkan sebesar 1579,86 mm. Curah hujan pada wilayah Jawa Tengah diperlihatkan dengan pola curah hujan monsun. Rata-rata curah hujan maksimum pada bulan Januari sedangkan minimumnya pada bulan Agustus. Rata-rata kenaikan temperatur udara setiap tahunnya sebesar 0,014°C atau 0,051% pertahun. Begitu pula dengan jumlah emisi gas metana (CH₄) pada semua bidang aktivitas manusia di wilayah Jawa Tengah mengalami kenaikan setiap tahunnya. Rata-rata kenaikan emisi CH₄ sebesar 14,99 Gg atau 1,36 % setiap tahunnya. Rata-rata dihasilkan emisi gas metana dari aktivitas manusia per tahunnya sebesar 1104,54 Gg.

Kata kunci: *Global warming, perubahan iklim, GrADS, curah hujan, emisi gas metana (CH₄)*

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan naiknya suhu rata-rata diseluruh permukaan bumi akibat dari emisi gas rumah kaca dalam jumlah banyak yang membuat energi panas matahari terperangkap di atmosfer. Pemanasan global ini telah menimbulkan berbagai dampak seperti terganggunya hutan dan ekosistem lainnya, terjadinya kenaikan permukaan laut yang banyak memberikan kerugian untuk negara-negara kepulauan serta terjadinya perubahan iklim yang sangat ekstrim di bumi.

Gas rumah kaca merupakan gas-gas di atmosfer yang memiliki potensi untuk menghambat radiasi sinar matahari yang dipantulkan oleh bumi sehingga menyebabkan suhu di permukaan bumi menjadi hangat (Newby, 2007). Gas rumah kaca terdiri dari *Karbon Dioksida* (CO_2), *Metana* (CH_4), *Dinitrogen Mono Oksida* (N_2O), *Hidro Fluorocarbon* (HFCs), *Sulfur Hexaflorida* (SF_6), *Perfluoro Karbon* (PFCs) dan gas-gas turunan lainnya. Gas karbondioksida dan metana merupakan dua zat utama yang menyebabkan efek rumah kaca. Efek dari gas rumah kaca tersebut dinamakan dengan efek rumah kaca. Pada keadaan normal efek rumah kaca berpengaruh positif pada suhu bumi. Efek rumah kaca yang dihasilkan oleh metana (21 GWP) lebih kuat daripada karbondioksida (1 GWP).

Laju emisi CH_4 ke atmosfer merupakan yang paling cepat diantara keenam gas rumah kaca. Konsentrasi CH_4 meningkat 150% dari konsentrasi sebelum jaman revolusi industri tahun 1750 [1].

Variabilitas dan perubahan iklim sebagai akibat pemanasan global (*Global Warming*). Perubahan iklim berdampak terhadap kenaikan frekuensi maupun intensitas kejadian cuaca ekstrim, perubahan pola hujan, serta peningkatan suhu dan permukaan air laut [2].

Kabupaten semarang merupakan salah satu kabupaten dari 29 kabupaten dan 6 kota yang terdapat di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten semarang dengan ibu kota Ungaran memiliki kondisi geografis dan topografis yang ditunjukkan

dengan wilayah perbukitan. Wilayah perbukitan tersebut dapat memiliki risiko bencana tanah longsor yang cukup signifikan. Dengan adanya perubahan pola hujan dan kenaikan suhu memberikan dampak yang signifikan terhadap kestabilan tanah dan dapat meningkatkan potensi maupun peristiwa bencana tanah longsor.

Dari uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian berupa "Analisis Perubahan Iklim Berbagai Variabilitas Curah Hujan dan Emisi Gas Metana (CH_4) dengan Metode *Grid Analysis and Display System* (GrADS) di Kabupaten Semarang".

DASAR TEORI

Iklim dan Perubahan Iklim

Iklim adalah peluang statistik berbagai keadaan atmosfer, antara lain suhu, tekanan, angin, kelembaban, yang terjadi disuatu daerah selama kurun waktu yang panjang. Iklim tidak hanya merupakan rata-rata dari kondisi atmosfer atau rata-rata cuaca lokasi tersebut. Untuk mempelajari iklim disuatu daerah perlu diketahui bagaimana keadaan atmosfer dan sistem iklim secara global. Sistem iklim terdiri dari lima komponen yaitu atmosfer, litosfer, hidrosfer, kriosfer dan biosfer.

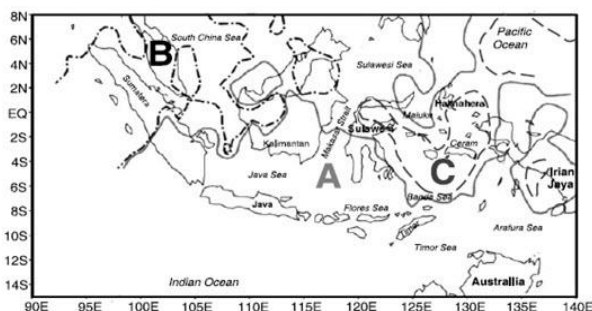
Indonesia secara umum dibagi menjadi 3 pola iklim utama dengan melihat pola curah hujan selama setahun [3]. Begitu pula dengan yang telah mengklasifikasi iklim Indonesia, yang diperlihatkan pada gambar 1 [4].

Wilayah A yaitu wilayah dengan curah hujan pola monsun. Pola ini dicirikan oleh tipe curah hujan yang bersifat unimodial (satu puncak musim hujan). Dimana pada bulan Juni, Juli dan Agustus terjadi musim kering, sedangkan untuk bulan Desember, Januari dan Februari merupakan bulan basah. Enam bulan sisanya merupakan periode peralihan atau pancaroba (tiga bulan peralihan musim kemarau ke musim penghujan dan tiga bulan peralihan musim penghujan ke musim kemarau). Daerah yang didominasi oleh pola monsun ini berada di daerah Sumatra bagian

Selatan, Kalimantan Tengah, dan Selatan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan sebagian Papua.

Wilayah B merupakan wilayah dengan curah hujan Pola Ekuatorial. Pola ekuatorial dicirikan oleh tipe curah hujan dengan bentuk bimodial (dua puncak hujan) yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober atau pada saat terjadi ekuinoks. Daerahnya meliputi pulau Sumatra bagian tengah dan Utara, serta pulau Kalimantan bagian Utara.

Wilayah C memperlihatkan wilayah dengan curah hujan Pola Lokal. Pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan unimodial (satu puncak hujan), tetapi bentuknya berlawanan dengan tipe hujan monsun. Daerahnya hanya meliputi daerah Maluku, Sulawesi dan sebagian Papua.



Gambar 1. Tiga wilayah iklim di Indonesia. Wilayah A (monsun) garis hitam, Wilayah B (ekuatorial) garis dan titik, dan Wilayah C (lokal) garis putus-putus

Iklim akan mengalami perubahan kalau ada proses yang mempengaruhi sistem iklim tersebut. Disatu pihak proses ini dapat berasal dari perubahan di luar sistem yang disebut perubahan eksternal dan dilain pihak dapat bersumber dari perubahan di dalam sistem yang dinamakan perubahan internal. Perubahan eksternal dapat berupa perubahan banyaknya radiasi matahari yang sampai di bagian luar atmosfer dan perubahan konfigurasi atau perubahan distribusi daratan dan lautan pada permukaan bumi. Perubahan internal terjadi di dalam sistem iklim [5].

Perubahan temperatur atmosfer menyebabkan kondisi fisik atmosfer semakin tak stabil dan menimbulkan terjadinya anomali-anomali terhadap parameter cuaca yang berlangsung lama. Dalam jangka panjang anomali-

anomali parameter cuaca tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Dampak-dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim tersebut diantaranya adalah (1) semakin banyaknya penyakit (Tifus, Malaria, Demam, dll), (2) meningkatnya frekuensi bencana alam /cuaca ekstrim (tanah longsor, banjir, kekeringan, badai tropis, dll.), (3) mengancam ketersediaan air, (4) mengakibatkan pergeseran musim dan perubahan pola hujan, (5) menurunkan produktivitas pertanian, (6) peningkatan temperatur akan mengakibatkan kebakaran hutan, (7) mengancam biodiversitas dan keanekaragaman hayati, dan (8) kenaikan muka laut menyebabkan banjir permanen dan kerusakan infrastruktur di daerah pantai [6].

Gas Rumah Kaca

Gas Rumah Kaca (GRK) adalah istilah kolektif untuk gas-gas yang memiliki efek rumah kaca, seperti klorofluorokarbon (CFC), karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrogen oksida (NO_x), ozon (O₃), dan uap air (H₂O). Beberapa gas tersebut memiliki efek rumah kaca lebih besar daripada gas lainnya. Sebagai contoh, metana memiliki efek 20-30 kali lebih besar dibandingkan dengan karbon dioksida, dan CFC diperkirakan memiliki efek rumah kaca 1000 kali lebih kuat dibandingkan dengan karbon dioksida [7]. Berikut Indeks Potensi Pemanasan Global (*Global Warming Potential* = GWP) pada tabel 1 [8].

Tabel 1. Indeks GWP beberapa Gas Rumah Kaca terhadap CO₂ dalam 100 tahun (GWP 1994)

Jenis Gas	Indeks GWP
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC	500
SF	9200

Emisi Gas Metana (CH₄)

Gas metan yang dilepas ke udara (atmosfer) lebih banyak berasal dari aktivitas manusia (*antropogenic*) daripada hasil dari

proses alami. Termasuk pembakaran biomassa dan beberapa kegiatan yang berasal dari dekomposisi bahan organik dalam keadaan anaerob [9].

CH₄ merupakan gas rumah kaca dengan konsentrasi terbesar kedua setelah karbondioksida. Diperkirakan tiap molekul CH₄ memiliki *radiative forcing* 21 kali lebih besar daripada CO₂ per molekul. CH₄ menyumbang 20% *radiative forcing* sehingga pengaruhnya terhadap pemanasan global cukup signifikan. *Radiative forcing* merupakan perubahan pada selisih antara energi radiasi yang masuk dan yang keluar di tropopause. *Radiative forcing* yang semakin besar akan menyebabkan suhu bumi semakin panas. Emisi CH₄ dapat berasal dari sumber alami maupun aktivitas antropogenik. Sumber alami CH₄ antara lain lahan basah, laut, persawahan, proses fermentasi oleh bakteri dan ternak. Sedangkan CH₄ dari aktivitas antropogenik berasal dari pemakaian bahan bakar fosil, pembakaran lahan dan biomassa serta pengeboran gas alam. Aktivitas antropogenik diperkirakan menyumbang lebih kurang 60% dari emisi CH₄ ke atmosfer [10].

METODE PENELITIAN

Grid Analysis and Display System (GrADS) adalah perangkat desktop interaktif yang digunakan untuk memudahkan akses, manipulasi, dan visualisasi data sains bumi. GrADS memiliki dua model data untuk menangani data grid dan stasiun. GrADS mendukung banyak format data file, termasuk biner (*stream* atau *sequential*), Grib (versi 1 dan 2), netCDF, HDF (versi 4 dan 5), dan BUFR (untuk data stasiun). GrADS telah digunakan di seluruh dunia di berbagai sistem operasi yang umum digunakan dan didistribusikan secara bebas melalui internet.

GrADS menggunakan lingkungan data 5-Dimensi: empat konvensional (bujur, lintang, tingkat vertikal, dan waktu) ditambah dimensi 5 opsional untuk grid yang umumnya digunakan tetapi dirancang untuk digunakan untuk ansambel. Data set ditempatkan dalam ruang 5-D dengan menggunakan data *file descriptor*. GrADS dapat

menggunakan grid yang teratur, spasi non-linier, gaussian, atau resolusi variabel. Data dari set data yang dioperasikan secara interaktif dengan memasukan ekspresi FORTRAN seperti pada baris perintah. Satu set dipenuhi dengan fungsi *built-in* yang disediakan, namun pengguna juga dapat menambahkan fungsi-fungsi mereka sendiri sebagai rutinitas eksternal yang ditulis dalam bahasa pemrograman.

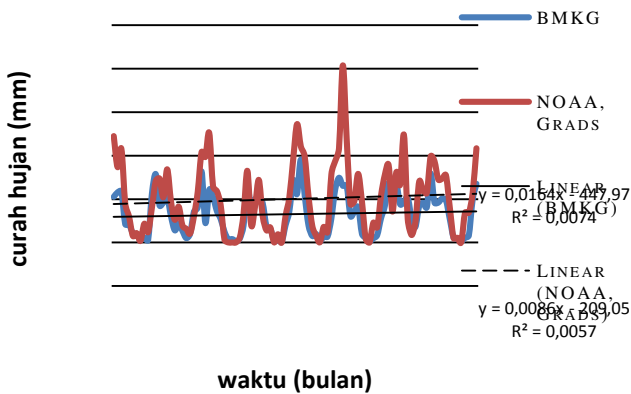
GrADS dapat ditampilkan menggunakan berbagai teknis grafis: garis dan grafik batang, plot terpisah, kontur halus, kontur berbayang, dan model stasiun plot. Grafik-grafik keluarannya dalam *PostScript* atau format gambar. GrADS memberikan default geofisika intuitif, tetapi pengguna memiliki pilihan untuk mengontrol semua aspek output grafis [11].

Penelitian ini diawali dengan mengunduh dan mengaplikasikan software GrADS pada PC. Data yang akan diolah pada software GrADS ini merupakan data curah hujan dan temperatur yang telah diunduh dari situs satelit NOAA. Data tersebut merupakan data global dengan awal periode 1 Januari 1979. Kemudian data tersebut diolah sesuai dengan titik koordinat dan waktu daerah penelitian, yaitu daerah Ungaran Kabupaten Semarang pada koordinat 7°8'23" LS - 110°24'56" BT dan menggunakan waktu dari Januari 2004 sampai dengan Desember 2011. Untuk periode 30 tahun digunakan waktu pada Januari 1984 sampai dengan Desember 2013.

Setelah pengolahan data dengan software GrADS selesai, kemudian menganalisa data sekunder dari NOAA, data curah hujan yang diperoleh dari BMKG serta data emisi gas metana yang diperoleh dari BLH provinsi Jawa Tengah yang diolah pada program microsoft excel. Data-data tersebut dianalisa mengenai keterkaitan dengan perubahan iklim dan untuk mengetahui kesamaan pola di setiap data dengan menggunakan grafik.

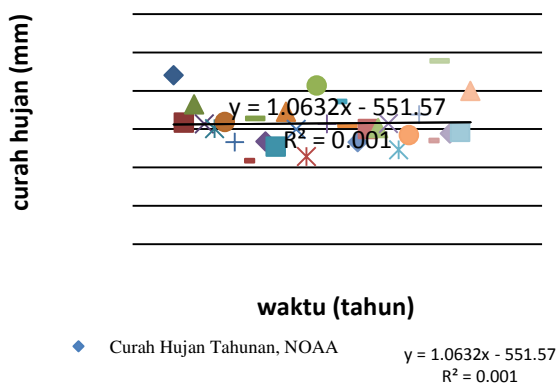
HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan



Gambar 2. Grafik perbandingan data curah hujan BMKG dan NOAA pada daerah Kabupaten Semarang tahun 2004-2011

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat pola curah hujan antara data dari BMKG maupun data dari satelit NOAA. Kedua data tersebut memperlihatkan pola curah hujan maksimum dan minimum. Data curah hujan dari BMKG maupun data dari satelit NOAA memperlihatkan pola curah hujan yang hampir sama. kedua data tersebut juga menunjukkan tren kenaikan curah hujan setiap tahunnya. Tren kenaikan tersebut dihitung dengan analisis regresi linier sederhana yang memperlihatkan persamaan garis regresi bernilai positif. Mayoritas curah hujan maksimum data BMKG pada bulan Desember dan Januari. Sedangkan Mayoritas curah hujan maksimum data dari satelit NOAA terjadi di bulan Desember.

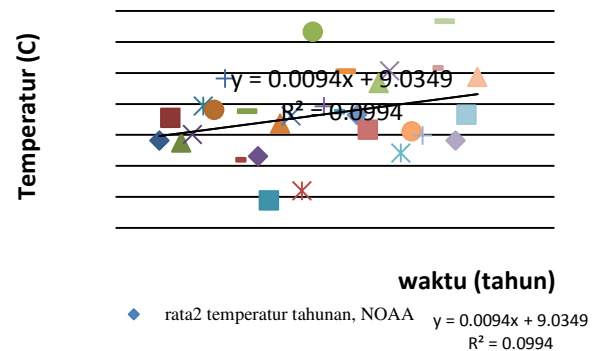


Gambar 3. Grafik curah hujan rata-rata tahunan daerah Kabupaten Semarang periode 30 tahun (1983-2013)

Gambar 3 memperlihatkan bahwa telah terjadi kenaikan banyaknya curah hujan disetiap tahunnya. Kenaikan curah hujan diperlihatkan

dengan besarnya $\Theta = 46,75^\circ$. Banyaknya curah hujan setiap tahunnya tidak menentu yaitu kurang lebih dari 1100 mm hingga 2400 mm setiap tahun. Rata-rata banyaknya curah hujan setiap tahun didapatkan sebesar 1579,86 mm.

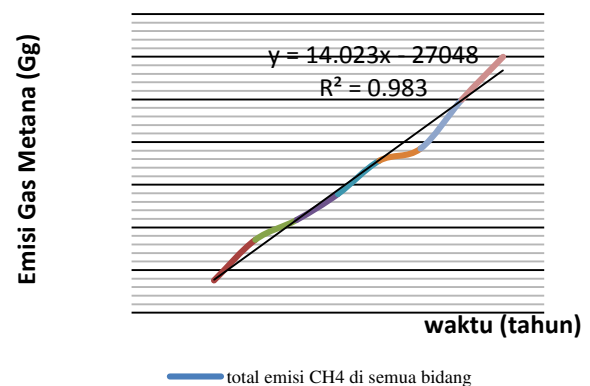
Temperatur Udara



Gambar 4. Grafik temperatur udara daerah Kabupaten Semarang periode 30 tahun (1984-2013)

Berdasarkan gambar 4 terlihat adanya kenaikan temperatur udara setiap tahunnya. Kenaikan temperatur udara sebesar $\Theta = 0,54^\circ$. Rata-rata kenaikan temperatur udara setiap tahunnya didapatkan sebesar $0,014^\circ\text{C}$ atau sebesar $0,051\%$ pertahun.

Total Emisi Gas Metana CH4



Gambar 5. Grafik total emisi CH4 di semua bidang dari aktivitas manusia pada wilayah Jawa Tengah. Sumber data: BLH Provinsi Jawa Tengah. Dari berbagai bidang emisi gas metana didapatkan yang terbanyak atau dominan menghasilkan emisi CH4 adalah pada bidang TPA serta Bidang Peternakan. Gambar 5

memperlihatkan grafik total emisi CH₄ di semua bidang pada wilayah Jawa Tengah. Emisi CH₄ dari semua bidang dijumlahkan dan ditampilkan pada grafik. Jumlah emisi CH₄ disemua bidang mengalami kenaikan setiap tahunnya. Kenaikan total emisi gas metana sebesar $\Theta = 85,92^\circ$. Apabila dirata-rata dihasilkan emisi gas metana dari aktivitas manusia per tahunnya dihasilkan sebesar 1104,539 Gg. Rata-rata kenaikan emisi CH₄ sebesar 14,985 Gg per tahun atau sebesar 1,36 % per tahun.

KESIMPULAN

1. Curah hujan pada wilayah Kabupaten Semarang diperlihatkan dengan pola curah hujan monsun. Pola musim basah terdapat pada bulan November, Desember, Januari, Februari, Maret, dan April dengan rata-rata curah hujan secara berurutan pada bulan-bulan tersebut adalah 168,43 mm; 244,47 mm; 256,18 mm; 239,13 mm; 192,33 mm; dan 142,89 mm sedangkan pola musim kering terdapat pada bulan Mei, Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober dengan rata-rata intensitas hujan secara berurutan pada bulan-bulan tersebut adalah 94,82 mm; 66,93 mm; 38,76 mm; 23,82 mm; 32,5 mm; dan 79,59 mm. Rata-rata intensitas curah hujan maksimum pada bulan Januari sedangkan minimumnya pada bulan Agustus. Dalam melakukan studi perubahan iklim dibutuhkan analisis iklim di masa lalu dengan periode waktu 30 tahun.
2. Dalam periode 30 tahun, curah hujan dan temperatur udara setiap tahun mengalami kenaikan. Rata-rata banyaknya curah hujan setiap tahun didapatkan sebesar 1579,86 mm. Rata-rata kenaikan temperatur udara setiap tahunnya didapatkan sebesar 0,014°C atau sebesar 0,051% pertahun. Begitu pula dengan grafik emisi gas metana (CH₄) yang setiap tahunnya mengalami kenaikan dengan rata-rata kenaikan emisi CH₄ sebesar 14,99 Gg per tahun atau sebesar 1,36 % per tahun. Rata-rata dihasilkan emisi gas metana dari aktivitas manusia per tahunnya sebesar 1104,54 Gg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Rahmat Gernowo, M.Si Sebagai dosen pembimbing serta Wahyu Jatmiko, S.Si yang telah memberi arahan dalam software GrADS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. IPCC. 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change*. Cambridge Univ. Press. New York.
- [2]. Surmaini, E., Runtuwuu, E., dan Las, I. 2011. *Upaya Sektor Pertanian dalam Menghadapi Perubahan Iklim*. jurnal Libang Pertanian 30(1) 2011.
- [3]. Tjasyono, Bayong. 1999. *Klimatologi*. Bandung: Penerbit ITB.
- [4]. Aldrian, E., dan Susanto, RD. 2003. *Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and their Relationship to Sea Surface Temperature*. Int. J. Climatol 23:1435-1452.
- [5]. Prawirowardoyo, Susilo. 1996. *Meteorologi*. Bandung: ITB Bandung.
- [6]. Susandi, A., Herlianti, I., Tamamadin, M., dan Nurlala I. 2008. *Dampak Perubahan Iklim terhadap Ketinggian Muka Laut di Wilayah Banjarmasin*. Jurnal Ekonomi Lingkungan Vol.12/No.2/2008.
- [7]. Porteous, A. 1992. *Environmental and Sanitation*. New York: A Willey – Interscience Publicatin.
- [8]. Anon. 1999. *The First National Communication*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- [9]. Dany, L.D. 2000. *Climate and Global Enviromental Change*. Canada: Prentice Hall.
- [10]. Houweling, S., T. Rockmann, I. Aben, F. Keppler, M. Krol, J.F. Meirink, E.J. Dlugokenckly, & C. Frankenberg. 2006. *Atmospheric Constrains on Global Emissions of Methane Fram Plants*. Geophys. Res. Lett., 33, L15821, doi:10.1029/2006GL026162.
- [11]. <http://iges.org/grads/>