

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Nilai Emisi CH4 tahun 2019

Bulan	% POME Into MC	% POME to an aerobic pond (non-MC)	% POME to Methane Capture Electricity	% POME to Methane Capture Flaring	COD Removed (COD Inlet-COD outlet)/ppm	CH4-POME To Anaerobic ponnd	CH4-POME to Methane capture (Electricity Generation)	CH4-POME To Methane Capture (Flaring)	CH4 Emission (aktual) Base Line	CH4 Emission (aktual)-MC Project	GWP (100) of CH4	POME Emission - Base Line	POME Emission - MC Project	Penurunan Emisi
Januari	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Februari	85,88%	14,12%	39,05%	46,82%	0,00	0,23	0,07	0,15	0,45	0,21	22,25	9,97	4,76	5,21
Maret	81,72%	18,28%	26,83%	54,90%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
April	97,46%	2,54%	43,24%	54,22%	0,06	2,75	4,86	11,07	18,68	15,93	22,25	415,60	354,51	61,09
Mei	40,52%	59,48%	29,06%	11,46%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Juni	71,57%	28,43%	51,94%	19,63%	0,03	21,41	4,07	2,79	28,27	6,86	22,25	629,07	152,69	476,38
Juli	50,51%	49,49%	29,01%	21,50%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Agustus	100,00%	0,00%	36,96%	63,04%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
September	88,79%	11,21%	39,21%	49,59%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Oktober	73,04%	26,96%	54,44%	18,61%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
November	71,98%	28,02%	66,24%	5,73%	0,04	22,99	5,65	0,89	29,54	6,54	22,25	657,19	145,55	511,63
Desember	100,00%	0,00%	53,61%	46,39%	0,02	0,00	2,86	4,50	7,35	7,35	22,25	163,62	163,62	0,00
Tahunan	75,00%	25,00%	40,00%	35,00%	0,03	167,98	27,95	44,45	240,38	72,40	22,25	5348,46	1610,89	3737,57

Lampiran 2, Tabel Perhitungan Nilai Emisi CH4 tahun 2020

Bulan	% POME Into MC	% POME to an aerobic pond (non-MC)	% POME to Methane Capture Electricity	% POME to Methane Capture Flaring	COD Removed (COD Inlet-COD outlet)/ppm	CH4-POME To Anaerobic pond	CH4-POME to Methane capture (Electricity Generation)	CH4-POME To Methane Capture (Flaring)	CH4 Emission (aktual) Base Line	CH4 Emission (aktual)-MC Project	GWP (100) of CH4	POME Emission - Base Line	POME Emission - MC Project	Penurunan Emisi
Januari	82%	18%	58%	25%	0,02	11,41	3,82	2,96	18,19	6,78	22,25	404,83	150,87	253,96
Februari	113%	0%	95%	18%	0,03	0,00	4,98	1,73	6,71	6,71	22,25	149,24	149,24	0,00
Maret	91%	9%	88%	3%	0,02	4,11	4,28	0,24	8,62	4,51	22,25	191,86	100,40	91,46
April	66%	34%	52%	14%	0,03	33,80	5,41	2,63	41,84	8,04	22,25	931,04	178,96	752,08
Mei	73%	27%	58%	16%	0,03	23,39	5,30	2,60	31,29	7,90	22,25	696,12	175,74	520,37
Juni	69%	31%	50%	19%	0,02	16,93	2,85	1,94	21,73	4,79	22,25	483,40	106,62	376,78
Juli	95%	5%	82%	13%	0,03	4,20	7,24	2,06	13,50	9,30	22,25	300,41	207,00	93,41
Agustus	54%	46%	40%	14%	0,02	46,21	4,24	2,65	53,10	6,89	22,25	1181,58	153,33	1028,25
September	49%	51%	34%	15%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Oktober	66%	34%	47%	18%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
November	65%	35%	52%	13%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Desember	68%	32%	51%	18%	0,01	13,90	2,29	1,44	17,63	3,73	22,25	392,26	83,01	309,25
Tahunan	71%	29%	55%	16%	0,02	268,28	52,92	27,97	349,17	80,89	22,25	7768,98	1799,81	5969,17

Lampiran 3, Tabel Perhitungan Nilai Emisi CH4 tahun 2021

Bulan	% POME Into MC	% POME to an aerobic pond (non-MC)	% POME to Methane Capture Electricity	% POME to Methane Capture Flaring	COD Removed (COD Inlet-COD outlet)/ppm	CH4-POME To Anaerobic pond	CH4-POME to Methane capture (Electricity Generation)	CH4-POME To Methane Capture (Flaring)	CH4 Emission (aktual) Base Line	CH4 Emission (aktual)-MC Project	GWP (100) of CH4	POME Emission - Base Line	POME Emission - MC Project	Penurunan Emisi
Januari	59,88%	40,12%	40,32%	19,56%	0,05	79,12	2,52	2,23	83,87	4,75	22,25	1866,10	105,67	1760,43
Februari	88,93%	11,07%	49,94%	39,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Maret	76,25%	23,75%	45,08%	31,17%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
April	102,54%	0,00%	56,64%	45,90%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Mei	20,14%	79,86%	17,87%	2,28%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Juni	112,32%	0,00%	107,61%	4,72%	0,04	0,00	4,04	0,32	4,36	4,36	22,25	97,03	97,03	0,00
Juli	129,49%	0,00%	125,49%	4,00%	0,02	0,00	2,02	0,12	2,14	2,14	22,25	47,66	47,66	0,00
Agustus	110,35%	0,00%	108,18%	2,17%	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
September	134,76%	0,00%	132,41%	2,35%	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Oktober	183,38%	0,00%	183,19%	0,18%	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
November	76,68%	23,32%	76,68%	0,00%	0,02	9,72	0,44	0,00	10,16	0,44	22,25	226,00	9,81	216,19
Desember	489,69%	-389,69%	489,69%	0,00%	0,02	-47,63	6,03	0,00	-41,60	6,03	22,25	-925,55	134,12	-1059,67
Tahunan	100,00%	0,00%	80,00%	20,00%	0,03	0,00	80,56	36,60	117,16	117,16	22,25	2606,77	2606,77	0,00

Lampiran 4, Tabel Perhitungan Nilai Emisi CH4 tahun 2022

Bulan	% POME Into MC	% POME to an aerobic pond (non-MC)	% POME to Methane Capture Electricity	% POME to Methane Capture Flaring	COD Removed (COD Inlet-COD outlet)/ppm	CH4-POME To Anaerobic pond	CH4-POME to Methane capture (Electricity Generation)	CH4-POME To Methane Capture (Flaring)	CH4 Emission (aktual) Base Line	CH4 Emission (aktual)-MC Project	GWP (100) of CH4	POME Emission - Base Line	POME Emission - MC Project	Penurunan Emisi
Januari	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0	-	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Februari	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
Maret	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	22,25	0,00	0,00	0,00
April	33,96%	66,04%	29,75%	4,21%	0,03	35,89	1,68	0,43	38,01	2,11	22,25	845,70	47,04	798,66
Mei	87,62%	0,00%	61,60%	26,02%	0,02	0,00	5,57	4,27	9,84	9,84	22,25	218,98	218,98	0,00
Juni	45,14%	54,86%	35,14%	10,00%	0,04	113,28	7,55	3,90	124,73	11,45	22,25	2775,19	254,78	2520,41
Juli	59,92%	40,08%	55,52%	4,40%	0,03	55,51	8,00	1,15	64,66	9,15	22,25	1438,65	203,57	1235,07
Agustus	96,81%	3,19%	94,05%	2,76%	0,03	3,14	9,65	0,52	13,31	10,17	22,25	296,24	226,27	69,97
September	62,63%	37,37%	61,37%	1,27%	0,03	40,32	6,89	0,26	47,46	7,15	22,25	1056,02	158,98	897,04
Oktober	91,88%	8,12%	59,95%	31,94%	0,03	6,72	5,16	4,99	16,87	10,15	22,25	375,35	225,89	149,46
November	73,49%	26,51%	66,99%	6,50%	0,03	22,11	5,81	1,02	28,95	6,84	22,25	644,14	152,11	492,03
Desember	79,15%	20,85%	70,49%	8,66%	0,03	20,27	7,13	1,59	28,99	8,72	22,25	645,04	193,98	451,06
Tahunan	75%	26%	61%	13%	0,03	246,48	60,14	23,29	329,92	83,43	22,25	7340,61	1856,40	5484,21

Lampiran 5, Tabel Reduksi COD oleh Digester

Tahun	Nilai COD Limbah Cair Hasil Pengolahan Digester							
	2019		2020		2021		2022	
Parameter	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>
COD rata-rata	36.109	3.816	28.731	3.869	31.933	1.981	31.386	1.922
% Reduksi COD	89,43		86,53		93,80		93,88	

DAFTAR PUSTAKA

- Amato, D., & Korhonen J. (2021). Integrating the Green Economy. Circular Economy and Bioeconomy in a Strategic Sustainability Framework. *Ecological Economics*. 188(July). 107143. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107143>.
- Anbumozhi. Venkatachalam; Kimura. Fukunari. 2018. Industry 4.0: Empowering ASEAN for the Circular Economy. © Economic Research Institute for ASEAN and East Asia. <http://hdl.handle.net/11540/9381>.
- Arya, F., I, Thamrin, Linggawati A. 2021. Analisis Reduksi Potensi Gas Metana (CH₄) Pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Pengolahan Melalui Biodigester Dan Kolam Konvensional. *Jurnal Ilmu Lingkungan Volume 15. Nomor 1* page 89-101.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science & Education 2015 (Vol 4 No 1 Edisi Jan-Jun 2015 Issn 2252-858x)*.
- Bappenas. 2020. *Metada Indikator Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)/Sustainability Development Goals (SDGs) Indonesia. Pilar Pembangunan Lingkungan. Edisi II. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional. Indonesia.*
- Bappenas. 2022. *The Future Is Circular Langkah Nyata Inisiatif Ekonomi Sirkular di Indonesia. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional. Indonesia.*
- Brundtland, G. R. 1987. *Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development. United Nation.*
- Busu, M. 2019. *Adopting circular economy at the European Union level and its impact on economic growth. Social Sciences*. 8(5). <https://doi.org/10.3390/socsci8050159>.

- Delchet-Cochet, K. (2020). *Circular Economy: From Waste Reduction to Value Creation* (3rded.). ISTE.
- Ditjenbun. 2018. Statistik Perkebunan Indonesia. Direktorat Jendral Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Effendi H.. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta. Kanisus.
- Geissdoerfer, Martin. Paulo Savaget. Nancy M.P. Bocken. and Erik Jan Hultink. 2017. The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm? *Journal of Cleaner Production* 143: 757–768. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Japan: IGES.
- Irwansyah, W. Y., Danial, Hiendro, A. 2017. Potensi Pemanfaatan Palm Oil Mill Effluent (POME) sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg). Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Kordi, M., G. H. K., A.B, Tancun, 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budi Daya Perairan. Penerbit Rineka Cipta.
- Korhonen. J., Honkasalo. A., & Seppälä. J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*. 143. 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Lacrosse L. 2004. “Clean and Efficient Biomass Cogeneration Technology in ASEAN”. COGEN 3 Seminar on Business Prospects In Southeast Asia For European Cogeneration Equipment. 23 November 2004. Krakow. Poland.
- Majeed, M. T., & Luni, T. (2020). Renewable Energy. *Circular Economy Indicators and Environmental Quality: A Global Evidence Of 131*

- Countries with Heterogeneous Income Groups. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*. 14(4). 866–912.
- Mirnandaulia, M., Rachmiadji I., Exadius G. 2019. Pemanfaatan Palm Oil Mill Effluent (Pome) Sebagai Alternatif Energi Terbarukan di Salah Satu Perusahaan Kelapa Sawit Sumatera Utara. *Regional Development Industry & Health Science. Technology and Art of Life*.
- Papong, S., Chom-In, T., Noksa-nga, S., Malakul P. 2010. Life Cycle Energy Efficiency and Potentials of Biodiesel Production From Palm Oil In Thailand. *Energy Policy*. 38:226–33.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 5 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Penerbitan Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Peraturan Pemerintah No.79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Kementrian Sekretariat Menteri Negara.
- Peraturan Presiden No. 112 tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Energi Listrik. Kementrian Sekretariat Menteri Negara.
- Pertiwi, N. 2017. Implementasi *Sustainable Development* di Indonesia. Global Research and Consulting Institute (GlobalRCI). Pustaka Ramadhan. Bandung.
- Porteous, A. 1998. Energy from waste: a wholly accepTabel waste-management solution. *Applied Energy* 58: 177-208.
- Sorensen, Bent. 2007. Buku Renewable Energy Conversion. Transmission and Storage. Academic Press.

- Sri, R. Ade., Karsiwulan D., Yuwono, H., Trisnawati I., Mulyasari S., Rahardjo S., Hokermin S., Paramita V. 2015. Buku Panduan Konversi POME menjadi Biogas. USAID. Winrock. Jakarta. www.winrock.org.
- Su B., Heshmati A., Geng Y., Yu X. 2013. A Review of The Circular Economy in China: Moving From Rhetoric To Implementation. *Journal of Cleaner Production* 42 (2013) 215-227.
- Sugiyono, A. 2006. Penanggulangan pemanasan global di sektor pengguna energi. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 7(2):15-19.
- Sugiyono, 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tyler HD, Ensminger ME. 2006. *Dairy cattle science: fourth edition*. New Jersey. Pearson Education Inc.
- Venterea, RT, Burger M, Spokas KA. 2005. Nitrogen oxide and fertilizer management. *Journal Environment* 34:1467-1477.