

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, A. *et al.*, (2013). Depletion of the ozone layer and its consequences: A review. *American Journal of Plant Sciences*, pp. 1990–1997.
- Annisa, R., Atmajaya, G. K., Leilan, F., Jiwandono, K., Sinisuka, N. I., Revina, T., & Dinata, I. S. (2019). Environmental impact assessment of electricity production from combined cycle steam power plants with life cycle assessment approach: Case study Muara Karang power plant. In *Proceedings of the International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems* (pp. 263–267). IEEE.
- Annisa, R., Jiwandono, K., Marteda, G., Sinisuka, N. I., Dinata, I. S., Hasibuan, O. R., & Fadlilah, I. (2021). Life cycle assessment of natural gas combined cycle steam power generation systems in Indonesia: Case study on Gresik power plant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Bagaskara, A., Repatmaja, L. A., Juma'in, & Kurniawan, S. Y. (2024). Acetylene (C₂H₂) analysis in interbus transformer in Cirata extra high voltage substation. In *Proceedings of the International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)* (pp. 40–45). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICT-PEP63827.2024.10732901>.
- Bidoglio, G., Berger, M., & Finkbeiner, M. (2018). An environmental assessment of small hydropower in India: The real costs of dams' construction under a life cycle perspective. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23.
- Błażejowska, M., & Jezierski, D. (2024). Comparison of ReCiPe 2016, ILCD 2011, CML IA baseline and IMPACT 2002+ LCIA methods: A case study based on the electricity consumption mix in Europe. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29, 1799–1817.
- Camargo, J. A., & Alonso, Á. (2006). Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. *Environment International*, 32(6), 831–849. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.05.002>
- Dorber, M., Scherer, L., & Veronesi, F. (2024). Midpoint characterization factors to assess impact of turbine water use from hydropower production. *The International Journal of Life Cycle Assessment*.
- Fadul-Bonamusa, M., Jarquin Laguna, A., & Steubing, B. (2025). Life cycle assessment of offshore low-head pumped hydro storage and its comparison with other energy storage technologies. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 30, 3005–3017. <https://doi.org/10.1007/s11367-025-02538-4>
- García-Gutiérrez, P., Tonini, D., Klenert, D., Marschinski, R., & Saveyn, H. G. M. (2025). Environmental and economic assessment of waste lubricant oil management in the EU. *Journal of Cleaner Production*, 492, 144878. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144878>
- GaBi Education. (2009). *Handbook for life cycle assessment (LCA): Using the GaBi education Software package*.
- Goel, V., Nautiyal, H., Kumar, J., Sethi, M., Alam, T., Singh, T., & Khargotra, R. (2025). Acidification potential estimation for small hydropower using LCA

- methodology in India. *Scientific Reports*, 15, 5768. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82397-5>
- Goswami, D., Bhattacharjee, A., Basak, P., Das, U., & Nandi, C. (2023). Life cycle assessment: A perspective of improvement of hydro-plants for intensifying green electricity. *Energy Nexus*.
- Guinée, J. B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., & Rydberg, T. (2011). Life cycle assessment: Past, present, and future. *Environmental Science & Technology*, 45, 90–96.
- Hanafi, J., & Riman, A. (2015). Life cycle assessment of a mini hydro power plant in Indonesia: A case study in Karai River. *Procedia CIRP*, 26, 444–449.
- Hauschild, M., & Potting, J. (2000). *Spatial differentiation in life cycle impact assessment*. Technical University of Denmark.
- Herrmann, I. T., & Moltesen, A. (2015). Does it matter which life cycle assessment (LCA) tool you choose? A comparative assessment of SimaPro and GaBi. *Journal of Cleaner Production*, 86, 163–169.
- Ishizaka, A., & Labib, A. (2011). Review of the main developments in the analytic hierarchy process. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 14336–14345. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.143>
- Jung, H. S., Ryoo, S. G., & Kang, Y. T. (2022). Life cycle environmental impact assessment of Taean coal power plant with CO₂ capture module. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131663>
- Kanokkantapong, V., Kiatkittipong, W., Panyapinyopol, B., Wongsuchoto, P., & Pavasant, P. (2009). Used lubricating oil management options based on life cycle thinking. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(5), 294–299. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.01.002>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Pedoman penyusunan laporan penilaian daur hidup (LCA)*. Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2020). *Inventarisasi emisi gas rumah kaca bidang energi*. Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Klopfer, W., & Grahl, B. (2014). *Life cycle assessment (LCA): A guide to best practice*. John Wiley & Sons.
- Kumar, K., & Saini, R. (2022). A review on operation and maintenance of hydropower plants. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52.
- Kumayza, T. N., Pramusinto, A., & Widaningrum, A. (2024). Systematic literature review of environmental impact assessments. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 28(1), 123–149.
- Laouane, H., El Joumri, L., Halhaly, A., Arid, Y., Labjar, N., & El Hajjaji, S. (2026). *Life-cycle assessment of wastewater treatment: Enhancing sustainability through process optimization*. *Sustainability*, 18(2), 605. <https://doi.org/10.3390/su18020605>
- Lenaini, I. (2021). Teknik pengambilan sampel purposive dan snowball sampling. *Jurnal Kajian, Penelitian & Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 6(1), 33–39.

- Luangphon, S., Shen, J., Huang, X., Ramirez, J., Han, Y., & Ruan, X. (2025). Evaluation of the environmental effects from hydropower plants using life cycle assessment: A review. *Resources, Conservation & Recycling*, 223, 108530. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2025.108530>
- Magne, A., Jimenez, P., & Cardozo, E. (2023). Environmental life cycle assessment of a hydropower plant in Bolivia. In *Efficiency, cost, optimization, simulation, and environmental impact of energy systems*. Las Palmas de Gran Canaria, Spain.
- Maharani, M., Hermana, J., & Yuniarto, A. (2022). Evaluasi program unggulan pengelolaan lingkungan PLTU X Jawa Timur menggunakan life cycle assessment (LCA). *Jurnal Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 14(1), 80–89.
- Mahmud, M. A., Huda, N., Farjana, S. H., & Lang, C. (2018). Environmental sustainability assessment of hydropower plant in Europe using life cycle assessment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- McManamay, R. A., Parish, E. S., DeRolph, C. R., Witt, A. M., Graf, W. L., & Burtner, A. (2020). Evidence-based indicator approach to guide preliminary environmental impact assessments of hydropower development. *Journal of Environmental Management*, 256.
- Mi, Y. (2024). A historic, technological, systematic, environmental, and economic introduction of hydropower. In *Proceedings of the 4th International Conference on Materials Chemistry and Environmental Engineering*. Creative Commons Attribution.
- Morelli, B., Hawkins, T. R., Niblick, B., Henderson, A. D., Golden, H. E., Compton, J. E., Cooter, E. J., & Bare, J. C. (2018). Critical review of eutrophication models for life cycle assessment. *Environmental Science & Technology*, 52(17), 9562–9578. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00967>
- Nautiyal, H., & Goel, V. (2020). Sustainability assessment of hydropower projects. *Journal of Cleaner Production*, 265.
- Ngoma, D. H., Masenga, B., & Mfangavo, A. (2023). Theory of hydropower plant technology. *International Journal of Science and Research (IJSR)*.
- Nur, A. N., Sasongko, N. A., & Boedoyo, M. S. (2024). Dampak lingkungan dan biaya siklus hidup PLTA berskala besar. *JETISH: Journal of Education Technology Information Social Sciences and Health*, 3(1), 132–142.
- Nurhidayah, S., Nurkamal, M., & Rahayu, W. I. (2020). *Implementasi metode analytic hierarchy process (AHP) dengan PHP*. Kreatif Industri Nusantara.
- Olaniyan, A., Azzaro-Pantel, C., Caux, S., & Maussion, P. (2023). Assessment of a pico hydro generator made of e-waste components based on frugal innovation. In *Proceedings of the IEEE International Multidisciplinary Conference on Engineering Technology* (pp. 75–80). IEEE.
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533–544.

- Pant, R., Aggarwal, S., & Joshi, K. (2016). Life cycle assessment of small hydro power plants in Uttarakhand. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 6(1), 289–294.
- PRé Sustainability. (2024). *SimaPro database manual: Methods library*. PRé Sustainability B.V.
- Rahman, A., Farrok, O., & Haque, M. M. (2022). Environmental impact of renewable energy source-based electrical power plants: Solar, wind, hydroelectric, biomass, geothermal, tidal, ocean. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112279>
- Rashid, S. S., Harun, S. N., Hanafiah, M. M., Razman, K. K., Liu, Y.-Q., & Tholibon, D. A. (2023). *Life cycle assessment and its application in wastewater treatment: A brief overview*. *Processes*, 11(1), 208. <https://doi.org/10.3390/pr11010208>
- Moncada, A.R., Dupas, M.-C., Tempio, G., Lanzoni, L., Li, Y., Rakotovao, N., Wisser, D., & Gilbert, M. (2025). Sensitivity analysis of parameters, emission factors, and coefficients for estimating animal emissions of ruminant species in the Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM). *The International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-025-02529-5>
- Sansuadi, & Mazidah, N. (2024). *Statistik ketenagalistrikan 2023*. Sekretariat Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan.
- Seckar, M., Schwarz, M., Pochyba, A., & Polgar, A. (2024). A comparative analysis of the environmental impacts of wood–aluminum window production in two life cycle assessment *Software*. *Sustainability*.
- Sharaai, A. H., Mahmood, N. Z., & Sulaiman, A. H. (2011). Life cycle impact assessment (LCIA) using EDIP 97 method: An analysis of potential impact from potable water production. *Scientific Research and Essays*, 5658–5670.
- Siregar, K., Supriyanto, Setiawan, A. A., Wiloso, E. I., Sholihati, Miharza, T., & Sofia, I. (2020). IDN-LCI: The conceptual framework of the Indonesian life cycle inventory database to support life cycle assessment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Sirin, H., Bitsch, G., & Leipzig, K. V. (2024). Decision support tool for the selection of the most suitable indoor localization technology (ILT) using the analytic hierarchy process (AHP). In *Procedia CIRP* (pp. 1435–1440). Elsevier B.V.
- SNI ISO 14040:2016. (2016). *Manajemen lingkungan—Penilaian daur hidup—Prinsip dan kerangka kerja*.
- Syahrizal, M. D. (2021). Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air Tampur-I terkait dengan emisi gas rumah kaca dan Putusan Pengadilan Tata Usaha Negara Banda Aceh No. 7/G/LH/2019/PTUN.BNA. *Jurnal Hukum Lex Generalis*, 2(11), 995–1016.
- Taufiqurrahman, A., & Windarta, J. (2020). Overview potensi dan perkembangan pemanfaatan energi air di Indonesia. *Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, 124–132.
- Triatmojo, P., Hadinata, F., & Sari, T. I. (2024). Determining the environmental impact of cradle to gate in coal-fired power generation. *Advances in Science*

- and Technology Research Journal*, 18(5), 195–205.
<https://doi.org/10.12913/22998624/190677>
- Turconi, R., Boldrin, A., & Astrup, T. (2013). Life cycle assessment of electricity generation technologies: Overview, comparability and limitations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 555–565.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.013>
- Turns, A. (2024, March 27). Hydroelectricity is a hidden source of methane emissions. These people want to solve that. *BBC Future*.
<https://www.bbc.com/future/article/20240326-how-hydroelectric-dams-are-a-hidden-source-of-carbon-emissions>
- Ueda, T., Roberts, E. S., Norton, A., Styles, D., Williams, A. P., Ramos, H. M., & Gallagher, J. (2019). A life cycle assessment of the construction phase of eleven micro-hydropower installations in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 218, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.267>
- United States Environmental Protection Agency. (2025). *Understanding global warming potentials*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>
- van den Oever, A. E. M., Puricelli, S., Costa, D., Thonemann, N., Lavigne Philippot, M., & Messagie, M. (2024). Revisiting the challenges of ozone depletion in life cycle assessment. *Cleaner Environmental Systems*, 13, 100196.
<https://doi.org/10.1016/j.cesys.2024.100196>
- Wirachandra, A., Poedjirahajoe, E., & Purwanto, R. H. (2024). The impact of the Poso Energy hydropower plant on Lake Poso aquatic ecosystem in Central Sulawesi. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 188–200.
- Webb, R. S., Dreher, T. M., & Fuglevand, P. (2015). *Environmental dredging productivity for precision excavator dredges*. In *Proceedings of the Western Dredging Association and Texas A&M University Center for Dredging Studies' Dredging Summit and Expo 2015* (pp. 326–333). Western Dredging Association.
- Yuniarto, A., & Amalia, D. (2022). Penentuan program perbaikan lingkungan terhadap dampak emisi proses penambangan batu bara dengan metode life cycle assessment (LCA). *Jurnal Darma Agung*, 426–438.
- Yunus, R. M., Samadi, Z., Yusop, N. M., & Omar, D. (2013). Expert choice for ranking heritage streets. In *Proceedings of the AMER International Conference on Quality of Life* (pp. 465–475). Elsevier.
- Zhou, X., Li, J., Zhao, X., Yang, J., Sun, H., Yang, S.-S., & Bai, S. (2022). Resource recovery in life cycle assessment of sludge treatment: Contribution, sensitivity, and uncertainty. *Science of the Total Environment*.



LAMPIRAN

SEKOLAH PASCASARJANA

Lampiran 1. Tabel Inventori Daur Hidup (*Life Cycle Inventory/LCI*)

Inventori Daur Hidup Lingkup *Cradle*

Unit Proses	Inventori Data	Jumlah	Satuan
Cirata Reservoir (Water Resource)	Material/Bahan Baku		
	Air	5.241.861.216	m3
	Bahan Bakar/Listrik		
	B30	58.015,00	Liter
		49.892,90	Kg
	Produk		
	Air	5.241.861.216	m3
	Emisi Air		
	BOD	17,530	Ton
	COD	27,270	Ton
	Nitrat (NO3-N)	1,040	Ton
	Amonia (NH3-N)	2,150	Ton
	Arsen (As)	0,010	Ton
	Kobal (Co)	0,300	Ton
	Barium (Ba)	0,130	Ton
	Boron (B)	0,100	Ton
	Selenium(Se)	0,020	Ton
	Kadmium (Cd)	0,010	Ton
	Nitrit (NO2-N)	0,070	Ton
	Sulfat (SO4)	86,670	Ton
	Klorin (CL2)	0,120	Ton
	Sulfida (H2S)	0,050	Ton
	MBAS	0,080	Ton
	Total Phospat	0,390	Ton
	Kesadahan (CaCO3)	370,030	Ton
	Alkalinitas (HCO3)	307,710	Ton
	Magnesium (Mg)	20,450	Ton
	Total N	6,430	Ton
	Emisi Udara		
	CO2	144,28	Ton
	CH4	0,0017	Ton
	N2O	0,00348	Ton
	NOx	0,46412	Ton
	SO2	0,000162	Ton
Supporting Material Production and Transportation	Transportasi		
	Oli	4.250,88	tkm
	Majun	184,76	tkm
	Kertas	238,03	tkm
	Material Pendukung	4.673,67	
	Oli	8,64	Ton
	Majun	1,49	Ton
	Kertas	2,74	Ton

Inventori Daur Hidup Lingkup *Gate*

Unit Proses	Inventori Data	Jumlah	Satuan
Construction of PLTA	Material/Bahan Baku		
	Landuse	8.225	m2
Intake Headrace Tunnel Penstock	Material/Bahan Baku		
	Air	5.241.861.216	m3
	Bahan Bakar/Listrik		
	Listrik Internal	62.983	kWh
	Produk		
	Air	5.241.861.216	m3
Turbin	Material/Bahan Baku		
	Air	5.241.861.216	m3
	Oli Pelumas	6,05	Ton
	Produk		
	Air	5.241.861.216	m3
	Limbah B3		
	Majun	1,04	Ton
	Oli Bekas	6,05	Ton
	Aki Bekas	0,00	Ton
	E-Waste	0,007	Ton
	Kemasan B3 Bekas	0,070	Ton
	Limbah Terkontaminasi	0,128	Ton
	Limbah Non B3		
	Logam	3,5371	Ton
Generator	Material/Bahan Baku		
	Air	5.241.861.216	m3
	Oli Pelumas	2,592	Ton
	Produk		
	Listrik STR to Generator	978.683	kWh
	Listrik STR to Intake Headrace Tunnel Penstock	62.983	kWh
	Listrik STR to turbin	2.379.408	kWh
	Listrik MTR to Gardu Induk Cirata	1.399.851.455	kWh
	Listrik MTR to office	2.020	kWh
	Limbah B3		
	Majun	0,447	Ton
	Oli Bekas	2,592	Ton
	Aki Bekas	0,000	Ton
	E-Waste	0,003	Ton
	Kemasan Bekas	0,030	Ton
	Limbah Terkontaminasi	0,055	Ton
	Limbah Non B3		
	Logam	1,516	Ton
	Bahan Bakar/ Listrik		
Genset (EDG DCC, EDG Firehydrant, EDG Switchyard)	B30 EDG DCC	3.820,80	Liter
		3.285,89	Kg
	B30 EDG Firehydrant	234,00	Liter
		201,24	Kg
	B30 EDG Switchyard	2.227,00	Liter
		1.915,22	Kg
	Produk		
	Listrik from EDG DCC	23.872,00	kWh

Unit Proses	Inventori Data	Jumlah	Satuan
	Listrik from EDG Firehydrant	4.559,00	kWh
	Listrik from EDG Switchyard	18.675,00	kWh
	Emisi Udara		
	CO2 from EDG DCC	9,502	Ton
	CO2 from EDG Firehydrant	0,582	Ton
	CO2 from EDG Switchyard	5,539	Ton
	CH4 from EDG DCC	0,00011462	Ton
	CH4 from EDG Firehydrant	0,00000702	Ton
	CH4 from EDG Switchyard	0,00006681	Ton
	N2O from EDG DCC	0,00022925	Ton
	N2O from EDG Firehydrant	0,00001404	Ton
	N2O from EDG Switchyard	0,00013362	Ton
	NOx from EDG DCC	0,03056640	Ton
	NOx from EDG Firehydrant	0,00187200	Ton
	NOx from EDG Switchyard	0,01781600	Ton
	SO2 from EDG DCC	0,00001070	Ton
	SO2 from EDG Firehydrant	0,00000066	Ton
	SO2 from EDG Switchyard	0,00000624	Ton
Office	Material/ Bahan baku		
	Kertas	2,74	Ton
	Bahan Bakar/Listrik		
	Listrik from generator	2.020	kWh
	Air		
	Air Bersih (sumur)	195.362,80	m3
	Emisi Air		
	Air Limbah	156.290,24	m3
	Limbah Non B3/Sampah		
	Kertas/kardus bekas	2,74	Ton
	Plastik	7,24	Ton
	Sisa Makanan	0,80	Ton
	Daun & Rumpun	16,82	Ton
STP	Emisi Air		
	Debit Limbah	156.290,4	m3
		156.290.240,00	Liter
	BOD	7,35	Ton
	COD	22,19	Ton
	TSS	10,00	Ton
Waste Transportation	Transportasi Limbah B3		
	Majun	378,46	tkm
	Oli Bekas	681,70	tkm
	Aki Bekas	0,00	tkm
	E-Waste	2,14	tkm
	Kemasan Bekas	21,80	tkm
	Limbah Terkontaminasi	39,89	tkm
	Transportasi Limbah Non B3		
	Logam	0,00	tkm
	Kertas/kardus bekas	78,52	tkm
	Plastik	175,47	tkm
	Sisa Makanan	0,00	tkm
	Daun Ranting	0,00	tkm
Hazardous & Non Hazardous Treatment	Limbah B3		
	Majun	1,49	Ton

Unit Proses	Inventori Data	Jumlah	Satuan
	Oli Bekas	8,64	Ton
	Aki Bekas	0,00	Ton
	E-Waste	0,01	Ton
	Kemasan Bekas	0,10	Ton
	Limbah Terkontaminasi	0,18	Ton
	Non B3		
	Logam	5,05	Ton
	Kertas/kardus bekas	2,74	Ton
	Plastik	7,24	Ton
	Sisa Makanan	0,80	Ton
	Daun Ranting	16,82	Ton

Keterangan

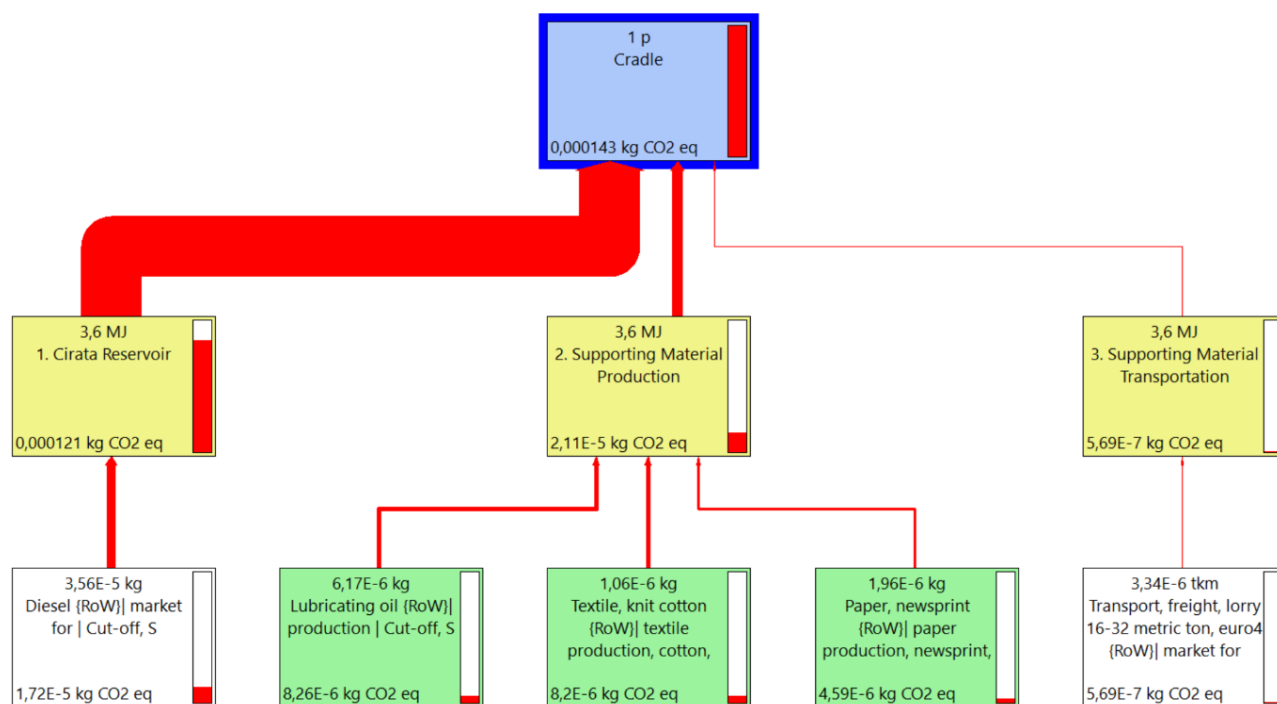
 Input
 Output



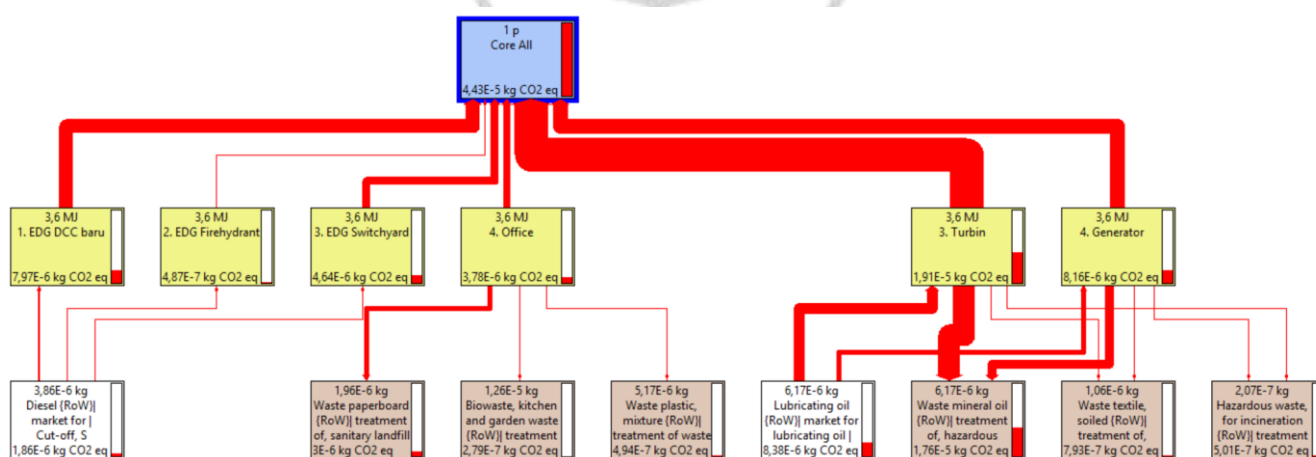
SEKOLAH PASCASARJANA

Lampiran 2. Hasil Permodelan SimaPro untuk Identifikasi *Hotspot*

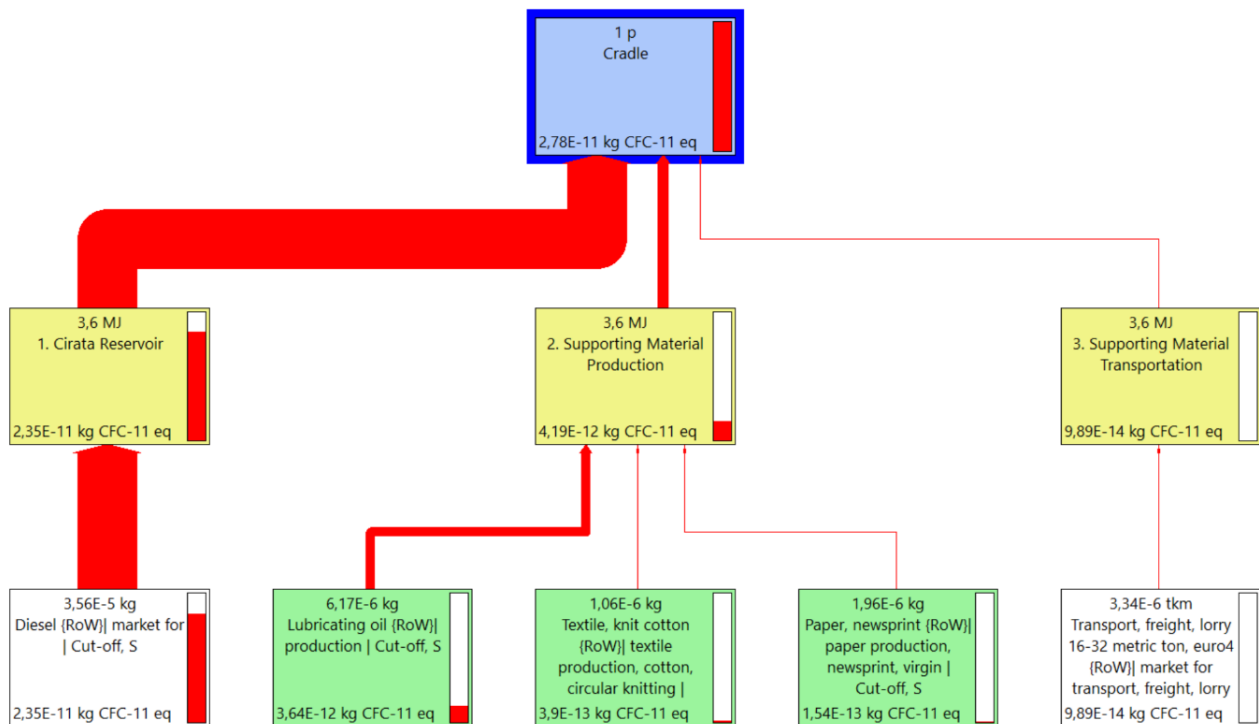
Hotspot dampak *Global Warming Potential* pada lingkup *Cradle*



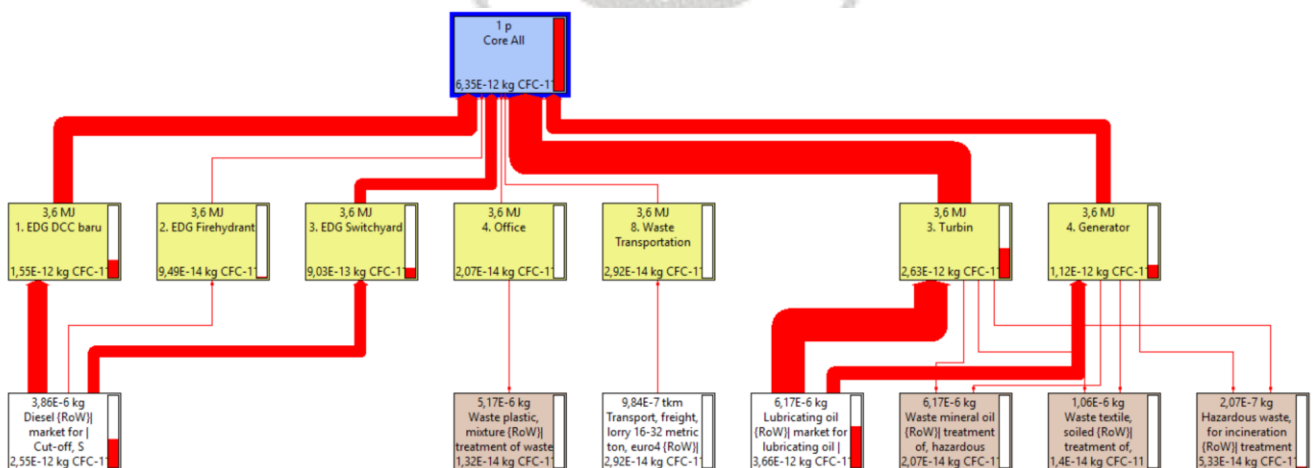
Hotspot dampak *Global Warming Potential* pada lingkup *Gate*



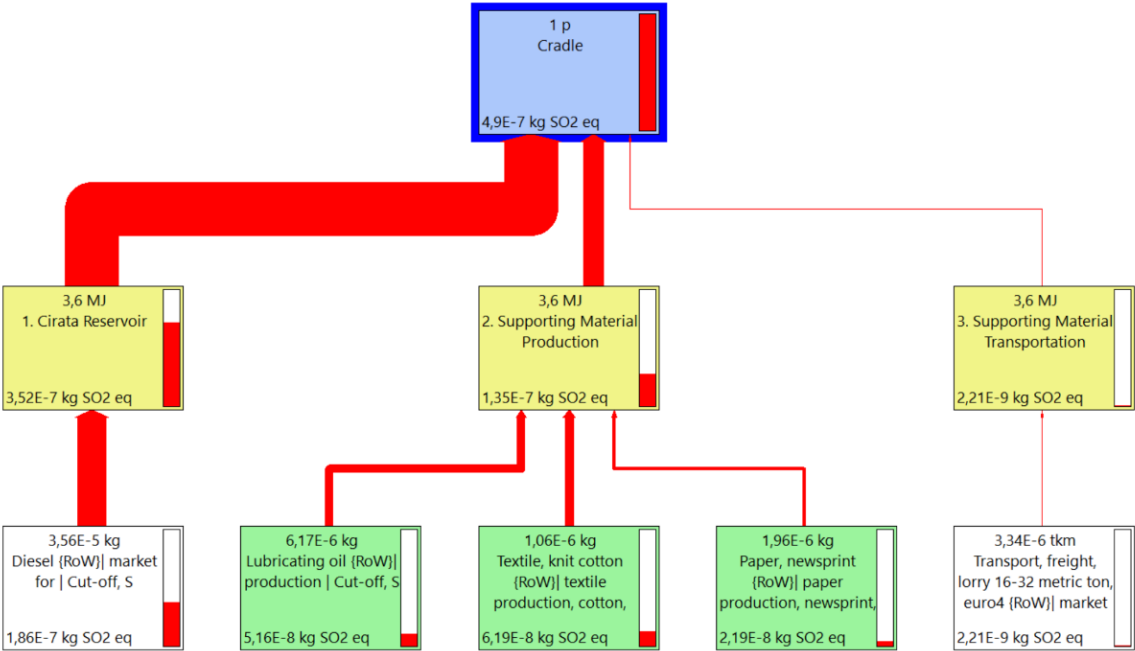
Hotspot dampak Ozone Depletion Potential pada lingkup Cradle



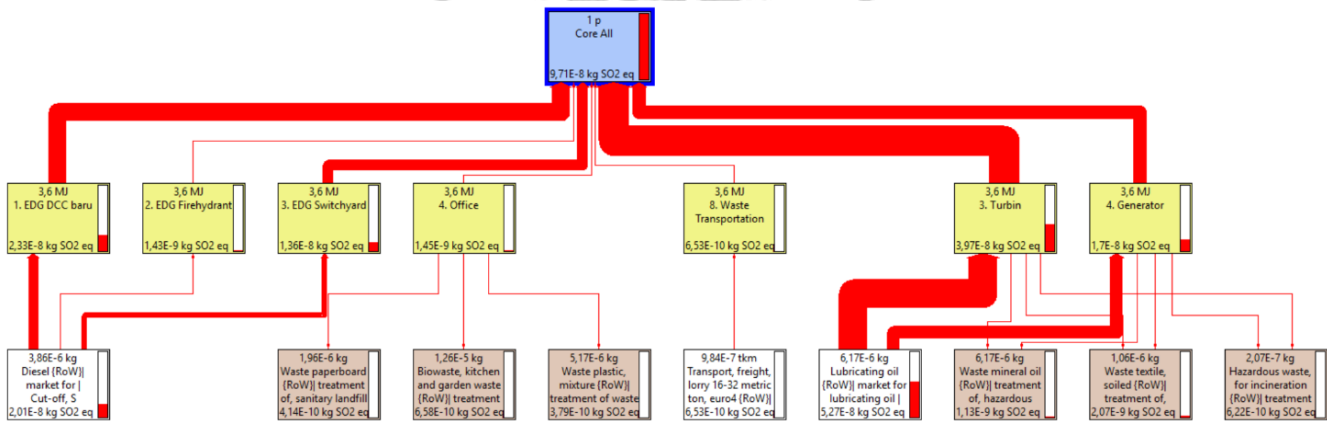
Hotspot dampak Ozone Depletion Potential pada lingkup Gate



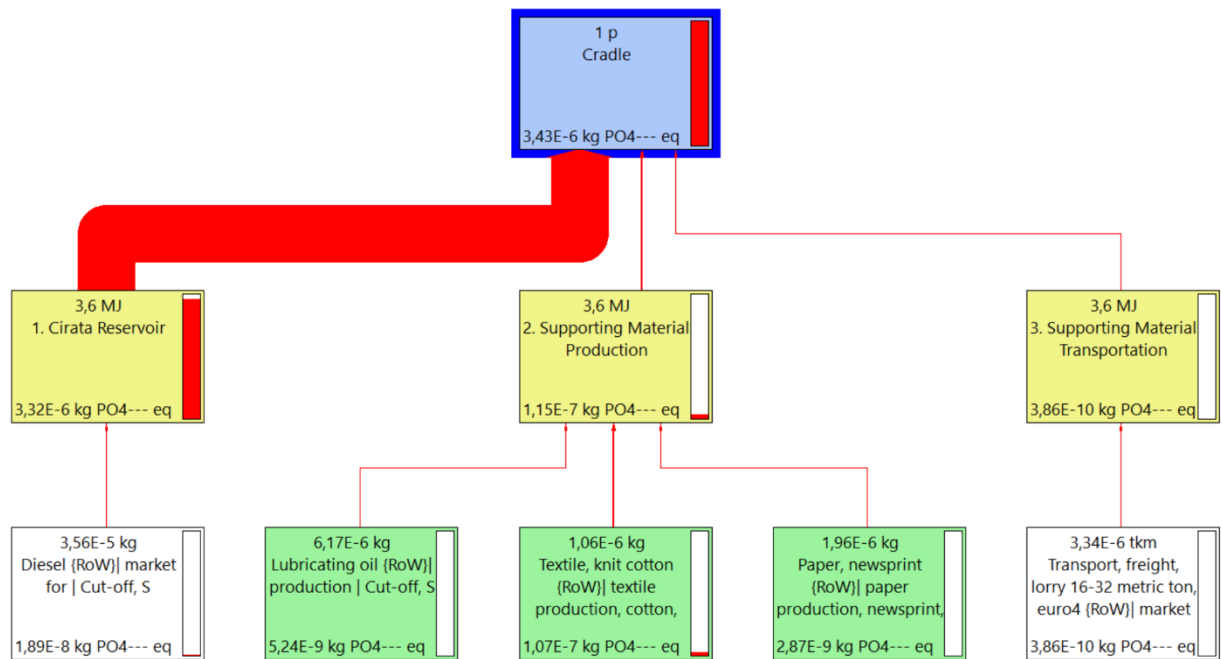
Hotspot dampak Acidification Potential pada lingkup Cradle



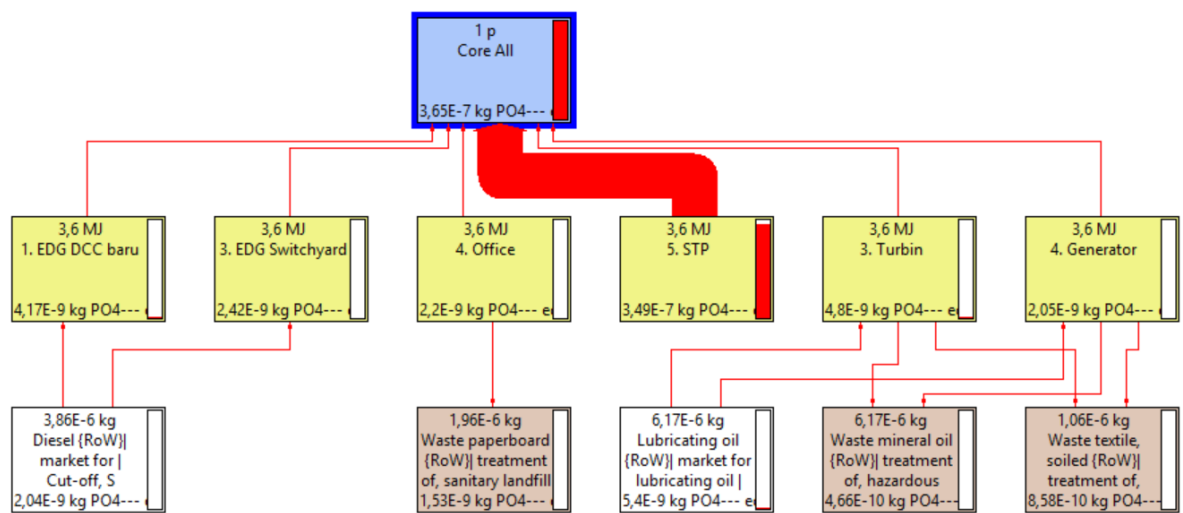
Hotspot dampak Acidification Potential pada lingkup Gate



Hotspot dampak Eutrophication Potential pada lingkup Cradle



Hotspot dampak Eutrophication Potential pada lingkup Gate



Lampiran 3. CV Narasumber



BIODATA KARYAWAN

PROFIL

NID : 10018C / 8511081JA
 Nama : ARTI HAPSARI
 Jabatan : ASSISTANT MANAGER LINGKUNGAN
 Profesi I :
 Subdit : LINGKUNGAN
 Divisi : LINGKUNGAN
 Lokasi Unit : UP Cirata
 Email : arti.hapsari@plnnusantarapower.co.id
 Telp HP : 085226026029
 Tanggal Masuk : 01/03/2011 (Masa Kerja: 15 Tahun)
 Tanggal Capeg : 01/03/2011
 Tanggal Diangka : 01/03/2011
 Tgl Lahir : 08-11-1985 (Umur : 40 Tahun)
 Tempat Lahir : TEGAL
 Agama : Islam
 Alamat : JI RAYA RANCABALI PADALARANG RT 1 RW 2 NO.9 DS
 KERTAMULYA. KOTA BANDUNG
 Provinsi : JAWA BARAT
 Kode Pos : 40135
 Grade : 14



Riwayat Pendidikan Formal

Pendidikan	Institusi	Kota	Tanggal
S1 TEKNIK LAINNYA	UNIVERSITAS DIPONEGORO	SEMARANG	15/05/2008
SMA FISIKA	SMA FISIKA	TEGAL	03/06/2003
SLTP	SLTP	TEGAL	12/06/2000
SEKOLAH DASAR	SD NEGERI MEJASEM 05	TEGAL	11/06/1997

Riwayat Grade

Grade	Mulai
14	01/01/2024
13	01/10/2022
SYSTEM 3	01/07/2021
SYSTEM 4	01/07/2018
SPECIFIC 1	01/01/2018
SPECIFIC 2	01/07/2016
SPECIFIC 3	01/07/2013
SPECIFIC 4	01/03/2011

Riwayat Jabatan

Kode	Jabatan	Unit	Tgl Mulai	Tgl Selesai
CR030011I	ASMAN LINGKUNGAN	UP Cirata	01/06/2024	-



BIODATA KARYAWAN

PROFIL

NID : 15025C / 9115190ZJY
 Nama : M. DELVY HUSIEN
 Jabatan : TECHNICIAN SYSTEM OWNER
 Profesi I :
 Subdit : SYSTEM OWNER
 Divisi : SYSTEM OWNER
 Lokasi Unit : UP Cirata
 Email : delvy.husien@plnnusantarapower.co.id
 Telp HP : 081937072006
 Tanggal Masuk : 01/12/2015 (Masa Kerja: 10 Tahun)
 Tanggal Capeg : 01/12/2015
 Tanggal Diangka : 01/12/2015
 Tgl Lahir : 08-06-1991 (Umur : 34 Tahun)
 Tempat Lahir : PASURUAN
 Agama : Islam
 Alamat : CEMANDI 519-A RT 01 RW 04 KEL KERSIKAN KEC BANGIL
 KOTA PASURUAN
 Provinsi : JAWA TIMUR
 Kode Pos : 67153
 Grade : 12



Riwayat Pendidikan Formal

Pendidikan	Institusi	Kota	Tanggal
S1 ELEKTRO	STT-PLN	JAKARTA	17/09/2013
SMA FISIKA	SMAN 1 BANGIL	PASURUAN	13/06/2009
SMP	SMPN 1 BANGIL	PASURUAN	26/06/2006
SEKOLAH DASAR	SD MUHAMMADIYAH BANGIL	PASURUAN	25/06/2003

Riwayat Grade

Grade	Mulai
12	01/01/2024
12'	01/10/2022
SPECIFIC 2	01/01/2022
SPECIFIC 3	01/01/2019
SPECIFIC 4	01/12/2015

Riwayat Jabatan

Kode	Jabatan	Unit	Tgl Mulai	Tgl Selesai
CR040008I	TC SYSTEM OWNER	UP Cirata	01/01/2023	-
PC510CANF	ASS. ENG. SYSTEM OWNER	UP Cirata	20/03/2017	31/12/2022
PC510BCGF	ASS. ENG. HAR. LISTRIK	UP Cirata	01/12/2015	19/03/2017



Riwayat Pendidikan Keahlian

Kode	Pendidikan	Level	Tanggal
CG020	Manajemen Risiko Ketenagalistrikan	-	04/07/2024
CDA01	AUDITOR ENERGI	1-NON LEVEL	02/09/2019
CDD09	PSG KELISTRIKAN, I&C PLTS	-	26/03/2019
CDDBM	SPV BANG & PSG PTL	-	26/03/2019
CE029	PMK KELAS C	1-NON LEVEL	26/03/2018
CE028	PMK KELAS D	-	06/05/2016

Riwayat Pelatihan

Judul	Penyelenggara	Kota	Tanggal
PEER GROUP DISCUSSION GENERATOR	YOGYAKARTA	Enjiniring Pembangkitan	25/05/2023
IMPLEMENTASI FAILURE MODE - FAILURE CODE PADA CM	YOGYAKARTA	Enjiniring Pembangkitan	21/02/2023
PEMELIHARAAN AC DC SYSTEM	PJB ACADEMY KAMPUS GRESIK	Pemeliharaan Pembangkitan	09/12/2022
DESAIN PLTS PHOTOVOLTAIC DASAR	MALANG	Sustainable Development	01/09/2022
PELATIHAN RLA	ONLINE	Enjiniring Pembangkitan	17/06/2022
ELECTRIC POWER SYST USING ETAP	SURABAYA	Pemeliharaan Pembangkitan	01/04/2022
MACHINE LUBRICANT ANALYST LEVEL I	ONLINE	Enjiniring Pembangkitan	23/03/2022
A SMART GRID IS AN ELECTRICAL GRID WHICH INCLUDES	ONLINE	Sustainable Development	09/12/2021
KOMPETENSI DALAM BIDANG SYNCHRONOUS CONDENS	ONLINE	Pemeliharaan Pembangkitan	18/11/2021
INFRARED THERMOGRAPHY LEVEL 1	ONLINE	Enjiniring Pembangkitan	29/10/2021
DESAIN DAN TROUBLESHOOTING TRANSFORMATOR	ONLINE	Pemeliharaan Pembangkitan	14/10/2021
WORK PLANNING & CONTROL	ONLINE	Manajemen Pembangkitan	13/08/2021
POWER QUALITY	ONLINE	Enjiniring Pembangkitan	05/08/2021
PELATIHAN RCFA	ONLINE	Enjiniring Pembangkitan	30/06/2021
ONSITE TRAINING PARTIAL DISCHARGE	ONLINE	Operasi Pembangkitan	24/06/2021
RELIABILITY MANAGEMENT	ONLINE	Strategik Manajemen Aset	08/06/2021
PENYUSUNAN RKS	ONLINE	Pengadaan	03/06/2021
REFRESH ELLIPSE MODUL ASSET HIERARCHY	ONLINE	IT Operations	04/05/2021
REFRESH ELLIPSE MODUL ASSET HIERARCHY	PJB ACADEMY KAMPUS GRESIK	IT Operations	07/10/2020
PELATIHAN RLA	PJB ACADEMY KAMPUS MUARA KARANG	Enjiniring Pembangkitan	11/06/2020
PELATIHAN PENGOPERASIAN RAM ANALYSIS	PJB ACADEMY PUSAT (JEMURSARI)	Enjiniring Pembangkitan	20/05/2020
PELATIHAN LIFE CYCLE MANAGEMENT	UDIKLAT SURALAYA	Operasi Pembangkitan	12/09/2019
AUDIT ENERGI BIDANG INDUSTRI BERBASIS ISO 50001	PJB ACADEMY KAMPUS MUARA TAWAR	Audit	03/08/2019
FITNESS FOR SERVICES API 579	PJB ACADEMY KAMPUS MUARA TAWAR	Enjiniring Pembangkitan	11/07/2019
UJI KOMPETENSI SERTIFIKASI BIDANG PLTS	JAKARTA	Sustainable Development	21/02/2019
PGD TRANSFORMATOR	PEMBANGKITAN JAWA BALI, PT (PT. PJB)	Pemeliharaan Pembangkitan	01/02/2019
IMPLEMENTASI LIFE CYCLE COST MANAGEMENT	PJB ACADEMY KAMPUS BRANTAS	Enjiniring Pembangkitan	31/08/2018
PELATIHAN PENGOPERASIAN PLTA LEVEL 1	PJB ACADEMY KAMPUS CIRATA	Operasi Pembangkitan	20/08/2018
PENYUSUNAN SOP	PJB ACADEMY KAMPUS MUARA KARANG	Sistem Manajemen	10/08/2018
PENGOPERASIAN & HAR PLTS	PJB ACADEMY KAMPUS CIRATA	Operasi Pembangkitan	26/04/2018
PGD TRANSFORMER (TRAFO)	SURABAYA	Pemeliharaan Pembangkitan	06/03/2018
PELATIHAN DAN SERTIFIKASI PMK KELAS C	PLN SEKTOR BRANTAS	K2 dan K3	13/10/2017
LEAN SIX SIGMA	UP. PAITON	Enjiniring Pembangkitan	26/09/2017
IMPLEMENTASI LIFE CYCLE COST MANAGEMENT	SURABAYA	Enjiniring Pembangkitan	28/07/2017

CV

PT PLN Nusantara Power

Bambang Irawan, S.T**Biodata Diri****Nomor Induk**

9115182ZJY

Jabatan

Officer Randal Operasi PLTA

Jenjang Jabatan/Grade

Generalist 2

Bidang/Unit

Randal Operasi/UP Cirata

Tempat/Tanggal Lahir

Gresik, 19 September 1991

Alamat

The Awani Residence Cluster
Valley No. V-32, Ds. Cimareme,
Kec. Ngamprah, Kab. Bandung
Barat - Jawa Barat

Email (Corporate)

bambang.irawan@pln.co.id

Telepon

(+62) 812 3262 4185

Skills & Kompetensi

Operation Mgt.	● ● ● ● ●
Pengoperasian PLTA	● ● ● ● ●
Randal Operasi PLTA	● ● ● ● ●
Operasi & Har PLTS	● ● ● ● ●
Microsoft Office	● ● ● ● ●
Desain Grafis	● ● ● ● ●
Operating System	● ● ● ● ●
Leadership	● ● ● ● ●
Teamwork	● ● ● ● ●
Disiplin	● ● ● ● ●
Komunikasi	● ● ● ● ●
Analisa	● ● ● ● ●
Kreatifitas	● ● ● ● ●

Media Sosial**Instagram**

bambang.irawan_bair

// Pengalaman Kerja**2015 - 2024 PT. PLN Nusantara Power UP Cirata**

Bergabung pada 1 Desember 2015 sebagai Assistant Operator PLTA A dan pada 1 November 2017 s/d sekarang sebagai Officer Perencanaan & Pengendalian Operasi PLTA.

2014 PT. PJB Unit Pembangkitan Gresik

Kerja Praktek pada tanggal 24 Februari - 24 Maret 2014 dengan judul "Sistem Operasi dan Proteksi Transformator pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas-Uap (PLTGU) Blok 1".

2011 - 2013 PT. Pamapersada Nusantara (Astra Group)

Bergabung sebagai Operation Certificator Officer pada perusahaan pertambangan batu bara kelas internasional, dengan tugas untuk melakukan sertifikasi kompetensi operator berdasarkan standar perusahaan.

// Pendidikan**• Sarjana Teknik (S.T)****Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga (Elektro Arus Kuat) yang mempelajari sistem pembangkitan & penyaluran tenaga listrik serta sistem proteksi peralatan & jaringan.

GPA : 3.50

• Ahli Madya (A.Md)**Politeknik Elektronika Negeri Surabaya - ITS**

Jurusan Teknik Elektro Industri (Elektro Arus Kuat) yang mempelajari sistem kelistrikan meliputi penyaluran, instalasi, dan kontrol pada industri yang lebih ditekankan pada bidang praktis.

GPA : 3.28

// Kompetensi

- Auditor Energi pada Industri (Pelaksana Muda) 2018 - 2023

// Pengalaman Tim**2023 PROPER PLTA Cirata 2020 - 2023**

Stream Efisiensi Energi

2020 Karya Inovasi PT PJB 2018 - 2020

Peserta Tingkat PJB

2018 ASEAN Energy Award & LKI PLN Regional 2018

Peserta Tingkat ASEAN (AEA) & Tingkat Regional (LKI)

2017 Penghargaan Subroto (PEEN) 2017

Juara 2 kategori Manajemen Energi

// Referensi

- Prihanto Budi Wardoyo (Manajer Operasi UP Cirata)
prihanto.bw@pln.co.id | (+62) 812 7884 1930



BIODATA KARYAWAN

PROFIL

NID : 15018C / 8915159ZJY
 Nama : RESSKY OCTA PRATAMA
 Jabatan : ASSISTANT MANAGER WADUK, HIDROLOGI DAN SEDIMENTASI
 Profesi I :
 Subdit : WADUK, HIDROLOGI & SEDIMENTASI
 Divisi : WADUK, HIDROLOGI & SEDIMENTASI
 Lokasi Unit : UP Cirata
 Email : ressky.octa@plnnusantarapower.co.id
 Telp HP : 081221977592
 Tanggal Masuk : 01/09/2015 (Masa Kerja: 10 Tahun)
 Tanggal Capeg : 01/09/2015
 Tanggal Diangka : 01/09/2015
 Tgl Lahir : 17-10-1989 (Umur : 36 Tahun)
 Tempat Lahir : BANDUNG
 Agama : Islam
 Alamat : JL JAMIKA NO 69 RT 001 RW 007 KEL JAMIKA KEC BOJONGLOA KALER KOTA BANDUNG
 Provinsi : JAWA BARAT
 Kode Pos : 0
 Grade : 13



Riwayat Pendidikan Formal

Pendidikan	Institusi	Kota	Tanggal
S1 SIPIL	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL	BANDUNG	30/08/2013
SMA FISIKA	SMA PASUNDAN 3	BANDUNG	16/06/2007
SLTP	SMPN 21	BANDUNG	28/06/2004
SEKOLAH DASAR	SDN 003	PEKAN BARU	29/06/2001

Riwayat Grade

Grade	Mulai
13	01/01/2024
12'	01/10/2022
SPECIFIC 2	01/07/2021
SPECIFIC 3	01/07/2018
SPECIFIC 4	01/09/2015

Riwayat Jabatan

Kode	Jabatan	Unit	Tgl Mulai	Tgl Selesai
CR030007I	ASMAN WADUK, HIDROLOGI DAN SEDIMENTASI	UP Cirata	01/04/2025	-
CR030005I	TC SIPIL, SARANA DAN BENDUNGAN	UP Cirata	01/01/2023	31/03/2025
PC530HA0F	AA SIPIL, SARANA DAN BENDUNGAN	UP Cirata	01/05/2021	31/12/2022



CWJ3AH00E	ASSISTANT ANALYST RENDAL MONITORING	BPWC	05/02/2016	30/04/2021
CW530AS5D	ASS. ANALYST PERENCANAAN	BPWC	01/09/2015	04/02/2016

Riwayat Pendidikan Keahlian

Kode	Pendidikan	Level	Tanggal
CDC01	AHLI JASA KONSTRUKSI	2-AHLI MADYA	17/05/2023
CE006	AHLI K3 KONSTRUKSI	1-MUDA	11/04/2023
CE037	TKPK GRADE I	1-NON LEVEL	18/12/2022
CBZ01	UJI STRUKTUR SIPIL	-	06/03/2020
CDA10	PROJECT MANAGEMENT	1-AHLI MUDA	09/05/2019
CE071	P3K	1-NON LEVEL	04/01/2018
CE014	PETUGAS P3K	-	04/01/2018

Riwayat Pelatihan

Judul	Penyelenggara	Kota	Tanggal
PRMODELAN BANGUNAN/STRUKTUR SIPIL DENGAN SOF	PJB ACADEMY KAMPUS MUARA TAWAR	Enjiniring Sipil	26/09/2023
PENANGGUNG JAWAB OPERASIONAL PENGELOLAAN AIR	ONLINE	Lingkungan	31/05/2023
AHLI BANGUNAN	JAKARTA	Enjiniring Pembangkitan	11/05/2023
PELATIHAN DAN SERTIFIKASI AHLI K3 (MUDA) KONSTRUKSI	YOGYAKARTA	K2 dan K3	17/02/2023
ANALISA PEMBEBANAN DAN DAYA DUKUNG TANAH MEN	PJB ACADEMY KAMPUS CIRATA	IT Operations	16/11/2022
SERTIFIKASI AK3 BEKERJA DI KETINGGIAN	PJB ACADEMY KAMPUS PAITON	K2 dan K3	24/10/2022
ANALISA PEMBEBANAN DAN DAYA DUKUNG TANAH MEN	PJB ACADEMY KAMPUS CIRATA	IT Operations	25/11/2021
PEMANTAUAN EFEKTIVITAS DAN KEAMANAN BENDUNGA	ONLINE	Keamanan	18/11/2021
PELATIHAN DOKUMEN PENYEDIA TERSELEKSI	ONLINE	Enjiniring Pembangkitan	05/11/2021
PELATIHAN PDM FOR NON PDM	PJB ACADEMY KAMPUS MUARA KARANG	Pemeliharaan Pembangkitan	28/05/2021
WORK PLANNING & CONTROL	ONLINE	Manajemen Pembangkitan	29/04/2021
EFFICIENCY MANAGEMENT	ONLINE	Manajemen Pembangkitan	27/04/2021
PROJECT MANAGEMENT	ONLINE	Manajemen Proyek	15/04/2021
PROSES BISNIS PENYUSUNAN RENCANA JANGKA PANJA	ONLINE	Perencanaan Korporat	31/03/2021
PELAKSANAAN PENGADAAN	ONLINE	Pengadaan	26/02/2021
PENGOPERASIAN & HAR PLTS	PJB ACADEMY KAMPUS CIRATA	Operasi Pembangkitan	24/02/2021
PELATIHAN PENGURUAN TITIK KONTROL (BENCHMARK)	PJB ACADEMY KAMPUS CIRATA	Operasi Pembangkitan	11/02/2021
REFRESH TRAINING ELLIPSE MATERIAL MANAGEMENT	PJB ACADEMY PUSAT (JEMURSARI)	Strategi Supply Chain	11/06/2020
PEMELIHARAAN BENDUNGAN DENGAN LIMIT EQUILIBRIU	BPWC	Pemeliharaan Pembangkitan	06/02/2020
UJI STRUKTUR SIPIL	PJB ACADEMY KAMPUS CIRATA	Enjiniring Pembangkitan	31/01/2020
EFFECTIVE COMMUNICATION & NEGOTIATION SKILL	PJB ACADEMY PUSAT (JEMURSARI)	Komunikasi	12/12/2019
SURVEY AND MAPPING	YOGYAKARTA	Perijinan, Pertanahan dan ROW Pra K	19/09/2019
PGD REGULASI & KEAMANAN BENDUNGAN BESAR	PJB ACADEMY PUSAT (JEMURSARI)	Keamanan	30/07/2019
PELATIHAN DAN SERTIFIKASI MANAJEMEN PROYEK BY IA	PJB ACADEMY KAMPUS MUARA TAWAR	Manajemen Proyek	09/05/2019
PELATIHAN CMC	PJB ACADEMY PUSAT (JEMURSARI)	Manajemen Talenta	03/05/2019
PERENCANAAN PENGADAAN	PJB ACADEMY KAMPUS GRESIK	Pengadaan	21/03/2019
SUB BOTTOM PROFILER	PJB ACADEMY KAMPUS CIRATA	Operasi Pembangkitan	15/03/2019
PENYUSUNAN RKS	PJB ACADEMY KAMPUS GRESIK	Pengadaan	28/02/2019
SEMINAR BENDUNGAN BESAR KNI-BB	BATAM	Enjiniring Pembangkitan	26/10/2018
PELATIHAN DAN SERTIFIKASI AHLI K3 (MUDA) KONSTRUKSI	PJB ACADEMY KAMPUS MUARA KARANG	K2 dan K3	31/08/2018
PENYUSUNAN HPE HPS	PJB ACADEMY KAMPUS GRESIK	Pengadaan	19/07/2018



BIODATA KARYAWAN

PROFIL

NID : 05012C / 8205083JA
 Nama : ANDRIK TIMOR TIAWAN
 Jabatan : OFFICER LINGKUNGAN
 Profesi I :
 Subdit : LINGKUNGAN
 Divisi : LINGKUNGAN
 Lokasi Unit : UP Cirata
 Email : andrik.tt@plnnusantarapower.co.id
 Telp HP : 085216326901
 Tanggal Masuk : 01/07/2005 (Masa Kerja: 20 Tahun)
 Tanggal Capeg : 01/07/2005
 Tanggal Diangka : 01/07/2005
 Tgl Lahir : 14-07-1982 (Umur : 43 Tahun)
 Tempat Lahir : BONDOWOSO
 Agama : Islam
 Alamat : PERUM BIP BLOK D NO.1 RT. 26/09 CIBENING,
 BUNGURSARI KAB. PURWAKARTA
 Provinsi : JAWA BARAT
 Kode Pos : 41181
 Grade : 12



Riwayat Pendidikan Formal

Pendidikan	Institusi	Kota	Tanggal
STM MESIN	SMK NEGERI 1 MADIUN	MADIUN	18/06/2001
SLTP	SLTP	MADIUN	30/05/1998
SEKOLAH DASAR	SEKOLAH DASAR	MADIUN	29/05/1995

Riwayat Grade

Grade	Mulai
12	01/01/2024
11	01/07/2023
11'	01/10/2022
SPECIFIC 4	01/07/2020
BASIC 1	01/07/2017
BASIC 2	01/01/2015
BASIC 3	01/07/2012
BASIC 4	01/01/2010
BASIC 4E	01/07/2005

Riwayat Jabatan

Kode	Jabatan	Unit	Tgl Mulai	Tgl Selesai
CR030013I	OF LINGKUNGAN	UP Cirata	01/06/2024	-

Lampiran 4. Hasil Pengisian Kuesioner

Nama: Arti Hapsari
Jabatan: Asisten Manager Lingkungan

Petunjuk Cara Pengisian Kuesioner

Responden akan memilih skala prioritas terhadap kriteria yang disediakan dengan memberikan checklist pada angka prioritas yang dipilih. Terdapat angka 1-9 di mana setiap angka memiliki definisi berbeda, berikut penjelasan dari setiap angka.

1. Angka satu (1) adalah kondisi di mana kedua faktor memberikan kontribusi yang **sama penting**
2. Angka tiga (3) adalah kondisi di mana satu faktor **sedikit lebih penting** dibanding faktor lainnya
3. Angka lima (5) adalah kondisi di mana satu faktor **lebih penting** dibanding faktor lainnya
4. Angka tujuh (7) adalah kondisi di mana satu faktor **sangat lebih penting** dibanding faktor lainnya
5. Angka sembilan (9) adalah kondisi di mana satu faktor **mutlak lebih penting** dibanding faktor lainnya
6. Angka dua (2), empat (4), enam (6), dan delapan (8) adalah nilai tengah dari 2 pertimbangan di atas

Kriteria Perbaikan Lingkungan

Kriteria	Pertimbangan Dari Kriteria																		Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Biaya	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Dampak Lingkungan	
Dampak Lingkungan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Kemudahan Pelaksanaan	
Kemudahan Pelaksanaan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Biaya	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Cirata Reservoir Karena Penggunaan Solar

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amphibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amphibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amphibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amphibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amphibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amphibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Turbin Karena Penggunaan Oli Pelumas

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Alternatif Solusi Hotspot Pada STP

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																	Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																	Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																	Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)

Nama: Dely Husein
Jabatan: Technician System Owner

Petunjuk Cara Pengisian Kuesioner

Responden akan memilih skala prioritas terhadap kriteria yang disediakan dengan memberikan checklist pada angka prioritas yang dipilih. Terdapat angka 1-9 di mana setiap angka memiliki definisi berbeda, berikut penjelasan dari setiap angka.

1. Angka satu (1) adalah kondisi di mana kedua faktor memberikan kontribusi yang **sama penting**
2. Angka tiga (3) adalah kondisi di mana satu faktor **sedikit lebih penting** dibanding faktor lainnya
3. Angka lima (5) adalah kondisi di mana satu faktor **lebih penting** dibanding faktor lainnya
4. Angka tujuh (7) adalah kondisi di mana satu faktor **sangat lebih penting** dibanding faktor lainnya
5. Angka sembilan (9) adalah kondisi di mana satu faktor **mutlak lebih penting** dibanding faktor lainnya
6. Angka dua (2), empat (4), enam (6), dan delapan (8) adalah nilai tengah dari 2 pertimbangan di atas

Kriteria Perbaikan Lingkungan

Kriteria	Pertimbangan Dari Kriteria																		Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Biaya	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Dampak Lingkungan	
Dampak Lingkungan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Kemudahan Pelaksanaan	
Kemudahan Pelaksanaan	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Biaya	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Cirata Reservoir Karena Penggunaan Solar

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amphi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amphi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amphi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amphi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amphi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amphi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Turbin Karena Penggunaan Oli Pelumas

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Alternatif Solusi Hotspot Pada STP

Pertimbangan Dari Sisi Biaya																			Rekomendasi Alternatif Solusi
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)		
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah		
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)		

Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																			Rekomendasi Alternatif Solusi
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)		
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah		
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)		

Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																			Rekomendasi Alternatif Solusi
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)		
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah		
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)		

Nama: Andrik Timor
Jabatan: Officer Lingkungan

Petunjuk Cara Pengisian Kuesioner

Responden akan memilih skala prioritas terhadap kriteria yang disediakan dengan memberikan checklist pada angka prioritas yang dipilih. Terdapat angka 1-9 di mana setiap angka memiliki definisi berbeda, berikut penjelasan dari setiap angka.

1. Angka satu (1) adalah kondisi di mana kedua faktor memberikan kontribusi yang **sama penting**
2. Angka tiga (3) adalah kondisi di mana satu faktor **sedikit lebih penting** dibanding faktor lainnya
3. Angka lima (5) adalah kondisi di mana satu faktor **lebih penting** dibanding faktor lainnya
4. Angka tujuh (7) adalah kondisi di mana satu faktor **sangat lebih penting** dibanding faktor lainnya
5. Angka sembilan (9) adalah kondisi di mana satu faktor **mutlak lebih penting** dibanding faktor lainnya
6. Angka dua (2), empat (4), enam (6), dan delapan (8) adalah nilai tengah dari 2 pertimbangan di atas

Kriteria Perbaikan Lingkungan

Kriteria	Pertimbangan Dari Kriteria																		Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Biaya	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Dampak Lingkungan	
Dampak Lingkungan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Kemudahan Pelaksanaan	
Kemudahan Pelaksanaan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Biaya	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Cirata Reservoir Karena Penggunaan Solar

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amfibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amfibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amfibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amfibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amfibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amfibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Turbin Karena Penggunaan Oli Pelumas

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Alternatif Solusi Hotspot Pada STP

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																	Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																	Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																	Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)

Nama: Bambang Irawan
Jabatan: Officer Rental Operasi

Petunjuk Cara Pengisian Kuesioner

Responden akan memilih skala prioritas terhadap kriteria yang disediakan dengan memberikan checklist pada angka prioritas yang dipilih. Terdapat angka 1-9 di mana setiap angka memiliki definisi berbeda, berikut penjelasan dari setiap angka.

1. Angka satu (1) adalah kondisi di mana kedua faktor memberikan kontribusi yang **sama penting**
2. Angka tiga (3) adalah kondisi di mana satu faktor **sedikit lebih penting** dibanding faktor lainnya
3. Angka lima (5) adalah kondisi di mana satu faktor **lebih penting** dibanding faktor lainnya
4. Angka tujuh (7) adalah kondisi di mana satu faktor **sangat lebih penting** dibanding faktor lainnya
5. Angka sembilan (9) adalah kondisi di mana satu faktor **mutlak lebih penting** dibanding faktor lainnya
6. Angka dua (2), empat (4), enam (6), dan delapan (8) adalah nilai tengah dari 2 pertimbangan di atas

Kriteria Perbaikan Lingkungan

Kriteria	Pertimbangan Dari Kriteria																		Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Biaya	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Dampak Lingkungan	
Dampak Lingkungan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Kemudahan Pelaksanaan	
Kemudahan Pelaksanaan	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Biaya	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Cirata Reservoir Karena Penggunaan Solar

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amfibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amfibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amphibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amphibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amfibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amfibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Turbin Karena Penggunaan Oli Pelumas

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Alternatif Solusi Hotspot Pada STP

Alternatif Solusi Hotspot Pada STP																		
Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																	Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)

Alternatif Solusi Hotspot Pada STP

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	



SEKOLAH PASCASARJANA

Nama: **Ressky Octa Pratama**
 Jabatan: **Asisten Manager Waduk, Hidrologi, dan Sedimentasi**

Petunjuk Cara Pengisian Kuesioner

Responden akan memilih skala prioritas terhadap kriteria yang disediakan dengan memberikan checklist pada angka prioritas yang dipilih. Terdapat angka 1-9 di mana setiap angka memiliki definisi berbeda, berikut penjelasan dari setiap angka.

1. Angka satu (1) adalah kondisi di mana kedua faktor memberikan kontribusi yang **sama penting**
2. Angka tiga (3) adalah kondisi di mana satu faktor **sedikit lebih penting** dibanding faktor lainnya
3. Angka lima (5) adalah kondisi di mana satu faktor **lebih penting** dibanding faktor lainnya
4. Angka tujuh (7) adalah kondisi di mana satu faktor **sangat lebih penting** dibanding faktor lainnya
5. Angka sembilan (9) adalah kondisi di mana satu faktor **mutlak lebih penting** dibanding faktor lainnya
6. Angka dua (2), empat (4), enam (6), dan delapan (8) adalah nilai tengah dari 2 pertimbangan di atas

Kriteria Perbaikan Lingkungan

Kriteria	Pertimbangan Dari Kriteria																		Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Biaya	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Dampak Lingkungan	
Dampak Lingkungan	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Kemudahan Pelaksanaan	
Kemudahan Pelaksanaan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	Biaya	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Cirata Reservoir Karena Penggunaan Solar

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amfibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skelton	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amfibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skelton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amfibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amfibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan excavator amphibi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	
Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan excavator amphibi	
Penggunaan pontoon untuk mobilisasi excavator	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Modifikasi bucket excavator menjadi bucket skeleton	

Alternatif Solusi Hotspot Pada Turbin Karena Penggunaan Oli Pelumas

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	
Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse oli pelumas dengan teknologi filtrasi	
Penggunaan oli pelumas konvensional dengan biodegradable lubricant	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perbaikan sealing system untuk mengurangi ceceran oli	

Alternatif Solusi Hotspot Pada STP

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Biaya																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	

Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Dampak Lingkungan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	

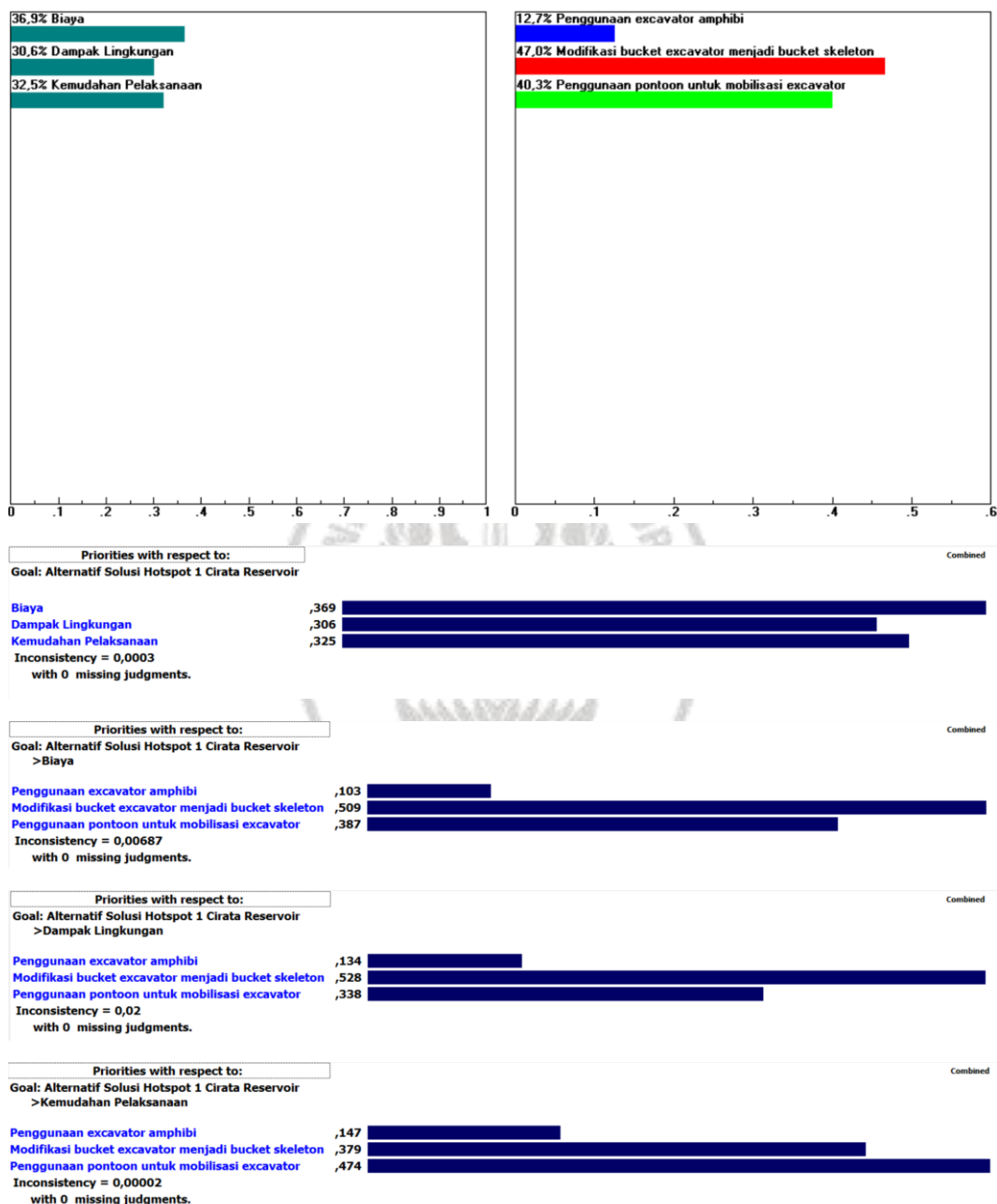
Rekomendasi Alternatif Solusi	Pertimbangan Dari Sisi Kemudahan Pelaksanaan																		Rekomendasi Alternatif Solusi
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	
Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Penggunaan water efficiency device (seperti sensor keran) untuk mengurangi penggunaan air dan timbulan air limbah	
Perubahan perilaku penggunaan air (dengan kampanye hemat air atau SOP penggunaan air)	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Reuse greywater untuk kegiatan domestik (menyiram tanaman, flush toilet, dll)	



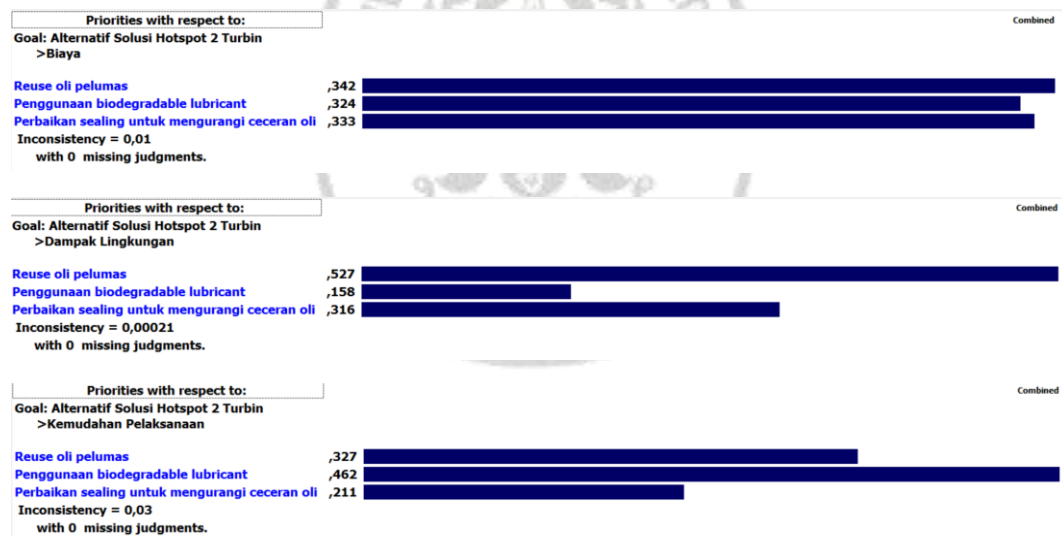
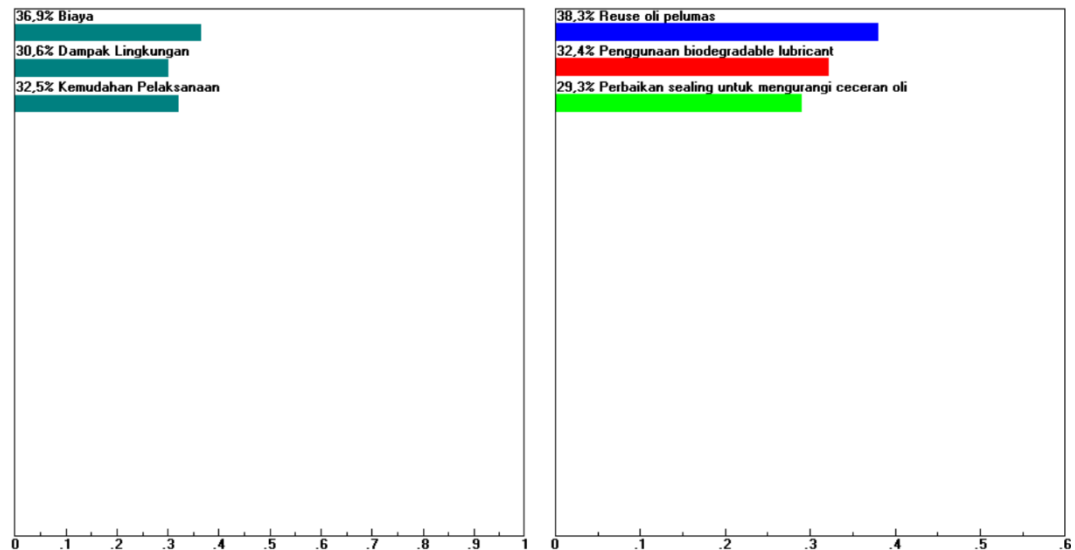
SEKOLAH PASCASARJANA

Lampiran 5. Hasil Permodelan Expert Choice

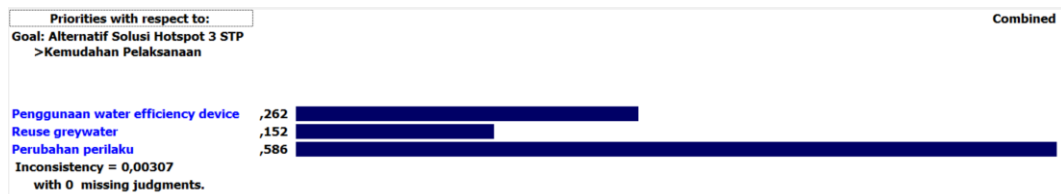
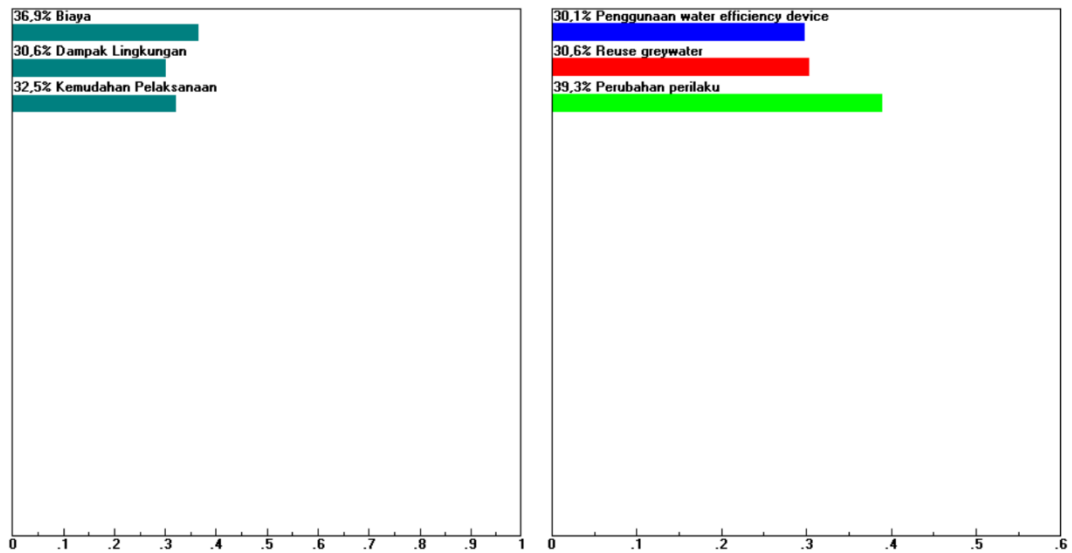
Hasil Pembobotan Kriteria Dan Prioritas Menggunakan Expert Choice Pada *Hotspot* Cirata Reservoir



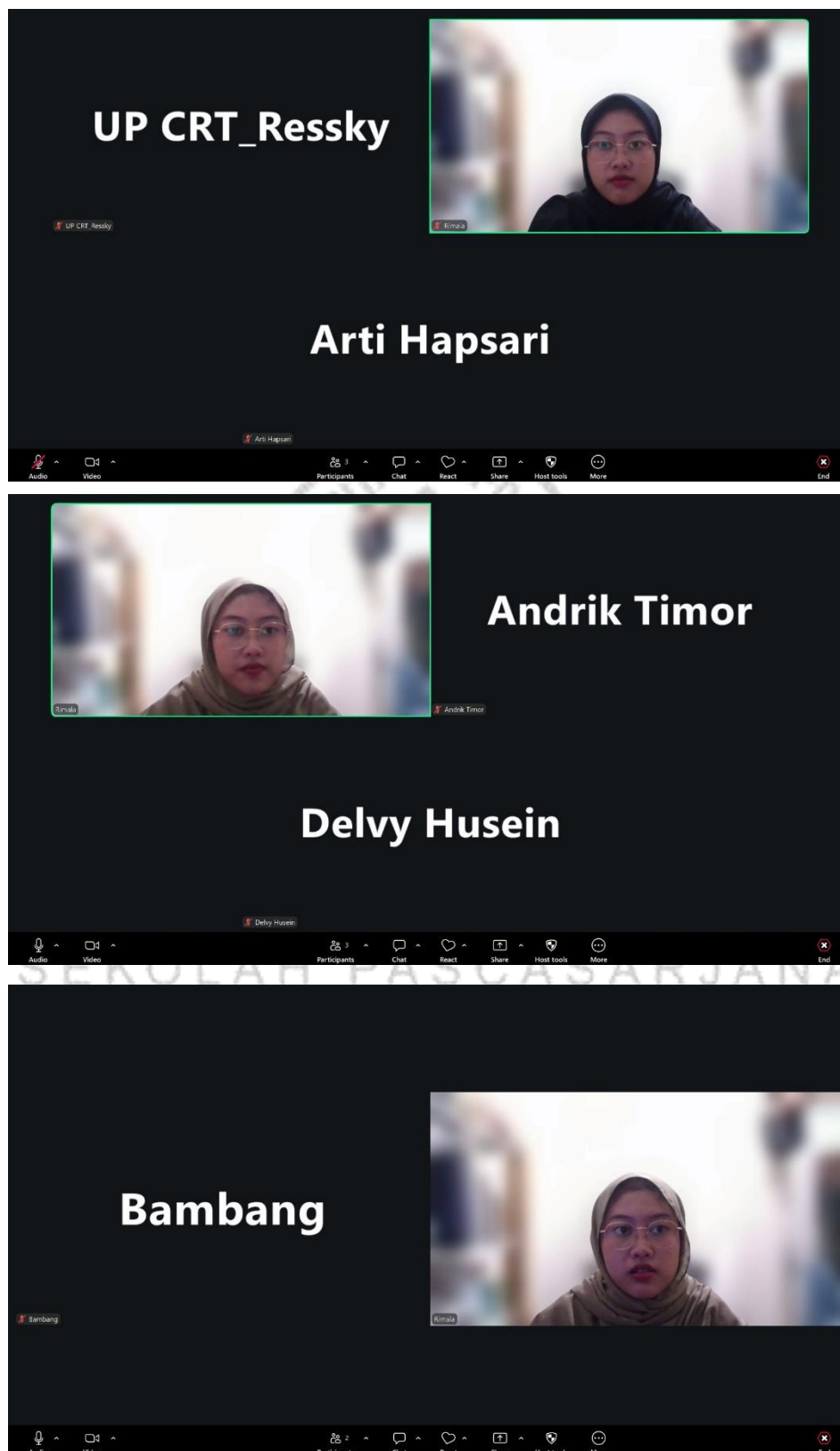
Hasil Pembobotan Kriteria Dan Prioritas Menggunakan Expert Choice Pada Hotspot Turbin



Hasil Pembobotan Kriteria Dan Prioritas Menggunakan Expert Choice Pada Hotspot STP



Lampiran 6. Dokumentasi *In Depth Interview*



Lampiran 7. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH PASCASARJANA
MAGISTER ILMU LINGKUNGAN

Jalan Imam Bardjo, S.H. No. 5
Semarang Kode Pos 50241
Tel. (024) 8453635 | Hp.08112793635
Laman: www.mil_pasca.undip.ac.id
Pos-el: mil@live.undip.ac.id

Nomor : 20/UN7.M1.6/MIL-SPen/04/2025
Hal : Ijin penelitian dan pengambilan data

Yth. PT PLN Nusantara Power UP Cirata
Jl. Desa Cadas Sari, Kec. Tegal Waru, Plered
Purwakarta

Sehubungan dengan akan dilaksanakannya penyusunan tesis bagi mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro, bersama ini kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan ijin kepada mahasiswa:

nama : Rimala Zahra Wibowo
NIM : 30000123420023
program studi : Magister Ilmu Lingkungan
judul : Life Cycle Assessment (LCA) Untuk menentukan Dampak Lingkungan Pada Proses Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) PT. PLN Nusantara Power UP Cirata

untuk dapat melakukan penelitian dan pengambilan data di Instansi Bapak

Atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.

Semarang, 21 April 2025
Ketua Program Studi,

Dr. Eng. Maryono ST, M.T
NIP197508112000121001

Tembusan :
1. Yth: Dekan Sekolah Pascasarjana
2. Mahasiswa yang bersangkutan

Lampiran 8. Surat Persetujuan Penelitian



Nomor : 0339/335/PLNNP030004/2025
 Lampiran : -
 Sifat : Segera - Biasa
 Hal : Pemberitahuan Pelaksanaan Penelitian dan
 Pengambilan Data Universitas Diponegoro

14 Mei 2025

Kepada

Yth. Ketua Program Studi
 Universitas Diponegoro
 Dr. Eng. Maryono ST, M.T
 Jalan Imam Bardjo, S.H. No. 5
 Semarang Kode Pos 50241
 Tel. (024) 8453635

Sehubungan dengan surat saudara yang disampaikan :

Nomor : 20/UN7.M1.6/MIL-SPen/04/2025
 Tanggal : 21 April 2025
 Perihal : Ijin penelitian dan pengambilan data

Maka dengan ini Mahasiswa yang disebut sebagai berikut :

No	Nama	NIM	Topik Tesis	Penempatan
1	Rimala Zahra Wibowo	30000123420023	Life Cycle Assessment (LCA) Untuk menentukan Dampak Lingkungan Pada Proses Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) PT. PLN Nusantara Power UP Cirata	Lingkungan

Mahasiswa tersebut diatas dapat melaksanakan Penelitian dan Pengumpulan Data Mulai Tanggal **23 Juni s/d 10 Juli 2025** dengan ketentuan menandatangani Pakta Integritas diatas Materai bahwa Jurnal tidak dipublikasi tanpa sepengetahuan pihak PLN NP UP Cirata dan wajib untuk mengirimkan hasil penelitian yang dibuat setelah selesai, jam masuk menyesuaikan dengan waktu kerja di Perusahaan yaitu hari **Senin-Jumat pukul 07.30 WIB s/d 16.00 WIB.**

Hal yang perlu diperhatikan selama kegiatan berlangsung adalah :

1. Selama kegiatan berlangsung tidak disediakan Akomodasi maupun Transportasi;
2. Mahasiswa menyerahkan fotocopi kartu/data kepesertaan asuransi;
3. Mahasiswa menyerahkan photo 3x4 dan 2x3 masing-masih 1 lembar;
4. Mahasiswa membawa kartui identitas diri, pakaian lapangan dan perlengkapan lain yang diperlukan;
5. Mahasiswa membuat SKCK (Surat Keterangan Catatan Kepolisian) dari Polsek/Polres tempat domisili;
6. Mahasiswa wajib menerapkan Protokol Kesehatan di area lingkungan PLTA Cirata;

PT PLN NUSANTARA POWER UNIT PEMBANGKITAN CIRATA

Jl. Desa Cadas Sari, Kec. Tegal Waru, Kab. Purwakarta 41162 PO. BOX 7 Plered
 Telp : (0264) 270928
 Faks : (0264) 271140
 Email : ucrt@pinnusantarapower.co.id



7. Apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan selama praktek berlangsung, maka tanggungjawab kami hanya sebatas peraturan dan prosedur yang berlaku di PT PLN Nusantara Power.
8. Penilaian dan Surat Keterangan akan diberikan apabila Mahasiswa sudah menyerahkan Laporan dan disetujui oleh Pembina;
9. Apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan selama praktek berlangsung, maka tanggung jawab kami hanya sebatas peraturan dan prosedur yang berlaku di PT PLN Nusantara Power.

Untuk informasi lebih lanjut bisa menghubungi bagian SDM, Mifta Agnesia Putri ext. 3059, 3060.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih



Tembusan :

1. MAN BENDUNGAN SIPIL DAN LINGKUNGAN UP CIRATA PLN NP
2. ASMAN LINGKUNGAN UP CIRATA PLN NP
3. ASMAN SDM, UMUM DAN CSR UP CIRATA PLN NP
4. Aziz Bachtiar Cendikiawan

**PT PLN NUSANTARA POWER
UNIT PEMBANGKITAN CIRATA**

Jl. Desa Cadas Sari, Kec. Tegal Waru, Kab. Purwakarta 41162 PO. BOX 7 Plered
Telp : (0264) 270928
Faks : (0264) 271140
Email : ucrt@plnnusantarapower.co.id

Lampiran 9. Publikasi Jurnal Nasional

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT IN HYDROPOWER GENERATION: A LIFE CYCLE ASSESSMENT AT PT PLN NUSANTARA POWER UP CIRATA, PURWAKARTA, INDONESIA

Rimala Zahra Wibowo^{1*}, Suherman², Muhammad Helmi³, Arti Hapsari⁴

¹Environmental Science Master Program, School of Post Graduate Studies, Universitas Diponegoro, Indonesia

²Departemen of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Diponegoro, Indonesia

³Departement of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Diponegoro, Indonesia

⁴PT PLN Nusantara Power UP Cirata

E-mail: rimalazahra24@students.undip.ac.id^{1*}

Received : 01 February 2026

Accepted : 08 March 2026

Revised : 11 February 2026

Published : 30 March 2026

Abstract

PT PLN Nusantara Power UP Cirata is one of the largest hydropower plants in Indonesia, with an installed capacity of 1,008 MW, and plays a strategic role in supporting national electricity supply security. Although classified as renewable energy, hydropower operations are not entirely free from environmental impacts, including greenhouse gas emissions from biomass decomposition in the reservoir and waste generated from turbine and generator maintenance. This study aims to analyze the environmental impacts of electricity generation using the Life Cycle Assessment method with a cradle-to-gate system boundary. The assessment was conducted using SimaPro 9.5.0.2 with the CML-IA Baseline method, where the functional unit was 1 kWh of electricity. The main hotspot within the cradle boundary is the Cirata Reservoir due to diesel consumption, contributing 1.21E-04 kg CO₂-eq/kWh to global warming potential, 2.35E-11 kg CFC-11-eq/kWh to ozone depletion potential, 3.52E-07 kg SO₂-eq/kWh to acidification potential, and 3.32E-06 kg PO₄-eq/kWh to eutrophication potential. Within the gate boundary, hotspots were identified in the turbine, where used oil contributed 1.91E-05 kg CO₂-eq/kWh to global warming potential, turbine oil contributed 2.63E-12 kg CFC-11-eq/kWh to ozone depletion and 3.97E-08 kg SO₂-eq/kWh to acidification potential, and the sewage treatment plant contributed 3.49E-07 kg PO₄-eq/kWh to eutrophication potential.

Keywords: *Cradle-to-Gate, Environmental Impact, Hotspot, Hydropower Generation, Life Cycle Assessment*

INTRODUCTION

PT PLN Nusantara Power UP Cirata is one of the largest hydropower generation units in Indonesia, located in Purwakarta Regency, West Java, with an installed capacity of 1,008 MW, making it the largest hydropower plant in the country (Bagaskara et al., 2024). The electricity generated is distributed to the Java, Madura, and Bali regions, thereby playing a strategic role in maintaining national electricity supply security. From a physical perspective, the environmental impacts associated with hydropower are generally lower than those of fossil fuel-based power plants. However, hydropower operations are not entirely free from environmental impacts. Maintenance activities involve the use of materials such as oil and lubricants in turbine and generator units, generating waste that requires collection and transportation to treatment facilities, which indirectly contributes to greenhouse gas emissions (Pant et al., 2016). Changes in land use and human activities in the generation process can increase the entry of sediment and suspended material into water bodies, which has the potential to reduce water quality, increase sedimentation, and affect the balance of aquatic ecosystems (Ridarto et al., 2023; Ayasy et al., 2023). In addition, resource consumption and supporting operational activities may also contribute to various environmental impact categories. One approach that can be employed to comprehensively evaluate these impacts is Life Cycle Assessment (LCA). LCA is a data-based method used to assess the environmental impacts of a system throughout its life cycle, from raw material extraction to the final stage (Jung et al., 2022). Although LCA has been widely applied in the electricity generation sector, specific studies on large-scale hydropower plants in Indonesia, particularly at PT PLN Nusantara Power UP Cirata, remain limited.

This study aims to analyze the potential environmental impacts of the electricity generation process using the LCA method within a cradle-to-gate system boundary and to identify hotspots across impact categories. The cradle-to-gate scope was selected as it represents upstream and core production processes that generally contribute dominantly to environmental impacts, allowing the analysis to focus on the most significant stages. Through this approach, the study is expected not only to enrich the LCA literature on the hydropower sector in Indonesia but also to provide practical contributions toward improving environmental performance and supporting national energy transition and emission reduction agendas.

METHODOLOGY

This study employed a quantitative approach using the Life Cycle Assessment (LCA) method in accordance with ISO 14040 and ISO 14044 standards. The analysis was conducted within a cradle-to-gate system boundary covering upstream and core electricity generation processes. The LCA framework consisted of goal and scope definition, Life Cycle Inventory (LCI) development, Life Cycle Impact Assessment (LCIA), and interpretation of results. Data processing and impact calculations were performed using SimaPro version 9.5.0.2 with the CML-IA Baseline method, adopting 1 kWh of electricity as the functional unit. The impact categories assessed included Global Warming Potential (GWP), Ozone Depletion Potential (ODP), Acidification Potential (AP), and Eutrophication Potential (EP). The impact assessment results were subsequently analyzed to identify environmental hotspots at each process unit.

RESULTS AND DISCUSSION

Life Cycle Inventory

The inventory analysis stage involves identifying and documenting all input and output flows from each process unit within the defined system boundary. The system boundary includes raw material extraction from the reservoir, production and transportation of supporting materials, and hydropower plant construction activities, which comprise the powerhouse, intake, headrace tunnel, penstock, turbine, generator, and utilities process. The inventory was conducted by recording all material and energy flows entering and leaving the system. Input data included raw materials, electricity consumption, and water use, while output data comprised emissions, wastewater, hazardous waste, non-hazardous waste, and the electricity generated from the power production process. Life cycle inventory can be seen in figure 1.

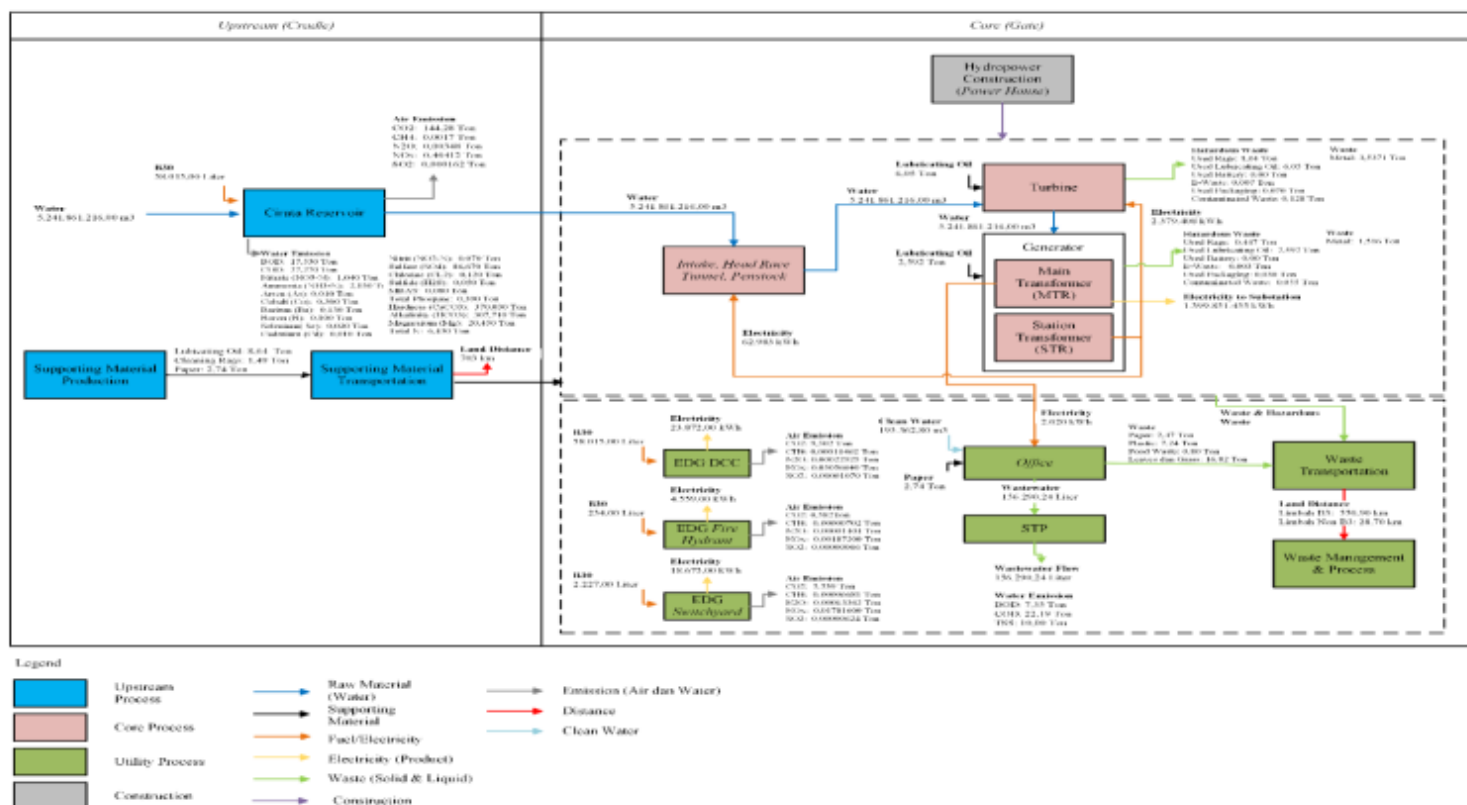


Figure 1. Life Cycle Inventory of The Power Generation Process

Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

The impact assessment was conducted using the CML-IA method implemented in SimaPro software for the impact categories of Global Warming Potential, Ozone Depletion Potential, Acidification Potential, and Eutrophication Potential. The CML-IA method was selected because it is a midpoint-based approach widely applied in Life Cycle Assessment studies to quantitatively and systematically evaluate environmental impacts. The characterization stage was carried out by converting all input and output inventory data into equivalent environmental impact units through multiplication by the characterization factors corresponding to each impact category. These characterization factors represent the potential contribution of each substance or flow to a specific impact category. The impact results can be seen in table 1.

Table 1. Impact Result from Hydropower Generation

Process Unit	Global Warming Potential (kg CO ₂ ek/kWh)	Ozone Depletion Potential (kg CFC-11 ek/kWh)	Acidification Potential (kg SO ₂ ek/kWh)	Eutrophication Potential (kg PO ₄ ek/kWh)
Cradle				
Cirata Reservoir	1.21E-04	2.35E-11	3.52E-07	3.32E-06
Supporting Material Production	2.11E-05	4.19E-12	1.35E-07	1.15E-07
Supporting Material Transportation	5.69E-07	9.89E-14	2.21E-09	3.86E-10
Core				
Hydropower Construction	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Intake, Headrace Tunnel, Penstock	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Turbine	1.91E-05	2.63E-12	3.97E-08	4.80E-09
Generator	8.16E-06	1.12E-12	1.70E-08	2.05E-09
Core Utility				
EDG DCC	7.97E-06	1.55E-12	2.33E-08	4.17E-09
EDG Firehydrant	4.87E-07	9.49E-14	1.43E-09	2.55E-10
EDG Switchyard	4.64E-06	9.03E-13	1.36E-08	2.42E-09
Office	3.78E-06	2.07E-14	1.45E-09	2.20E-09
STP	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.49E-07
Hazardous Waste Management	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Waste Management	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

a. Global Warming Potential

In the cradle boundary, the Global Warming Potential (GWP) results show that the largest contribution comes from the Cirata Reservoir unit at 1.21×10^{-4} kg CO₂-eq/kWh, followed by Supporting Material Production at 2.11×10^{-5} kg CO₂-eq/kWh, reflecting the impact of the production of lubricating oil, paper, and rags. Supporting Material Transportation has the lowest impact at 5.69×10^{-7} kg CO₂-eq/kWh, indicating a relatively small role compared to material production. In the downstream boundary (gate boundary), the turbine unit shows the highest GWP value at 1.91×10^{-5} kg CO₂-eq/kWh, followed by the generator at

8.16×10^{-6} kg CO₂-eq/kWh. Among the utility units, EDG DCC contributes the largest GWP (7.97×10^{-6} kg CO₂-eq/kWh), while EDG Switchyard and EDG Firehydrant contribute 4.64×10^{-6} and 4.87×10^{-7} kg CO₂-eq/kWh, respectively, and office units contribute 3.78×10^{-6} kg CO₂-eq/kWh. Meanwhile, hydropower plant construction, inlet–water channel tunnel–penstock, wastewater treatment plant (STP), and hazardous and non-hazardous waste management show zero GWP in the initial stage due to the absence of additional greenhouse gas emissions, energy consumption, or to avoid double counting, as the waste impact has been allocated to the original turbine and generator units.

b. Ozone Depletion Potential

The largest Ozone Depletion Potential (ODP) in the cradle boundary, impact comes from the Cirata Reservoir process unit at 2.35×10^{-11} kg CFC-11 ek/kWh, which arises not from the direct use of ozone-depleting substances, but from the indirect contribution of upstream processes such as the production and distribution of fuel and supporting materials (van den Oever et al., 2024). The Supporting Material Production unit contributes 4.19×10^{-12} kg CFC-11 ek/kWh, while Supporting Material Transportation has the smallest impact on the cradle scope, namely 9.89×10^{-14} kg CFC-11 ek/kWh. At the gate scope, the hydropower construction unit and the intake–headrace tunnel–penstock have a zero value because only water flow occurs without other input or output. The turbine and generator units contribute 2.63×10^{-12} and 1.12×10^{-12} kg CFC-11 ek/kWh, respectively. In the utility group, EDG DCC has an impact of 1.55×10^{-12} kg CFC-11 ek/kWh, EDG Switchyard 9.03×10^{-13} kg CFC-11 ek/kWh, and EDG Firehydrant 9.49×10^{-14} kg CFC-11 ek/kWh. The STP unit does not show an ODP contribution because the inventory is only in the form of liquid waste without an ODP characterization factor in the CML-IA method, while waste transportation provides a very small contribution of 2.92×10^{-14} kg CFC-11 ek/kWh.

c. Acidification Potential

The largest contribution of Acidification Potential (AP) impact in the cradle scope comes from the Cirata Reservoir process unit of 3.52×10^{-7} kg SO₂ek/kWh, in the Supporting Material Production process unit it produces an AP impact of 1.35×10^{-7} kg SO₂ek/kWh, and the smallest contribution is from the Supporting Material Transportation process unit of 2.21×10^{-9} kg SO₂ek/kWh. In the gate scope, it is known that the turbine process unit has the largest impact in the AP impact category, which is 3.97×10^{-8} kg SO₂ek/kWh. The second largest impact comes from the EDG DCC process unit with an impact value of 2.33×10^{-8} kg SO₂ek/kWh, another process unit, namely the generator, produces an impact of 1.70×10^{-8} kg SO₂ek/kWh. In the EDG Switchyard and Firehydrant process units, each produces an AP impact of 1.36×10^{-8} kg SO₂ek/kWh and 1.43×10^{-9} kg SO₂ek/kWh. In the office process unit, it produces an AP impact of 1.45×10^{-9} kg SO₂ek/kWh. In the waste transportation process unit, it produces an AP impact of 6.53×10^{-10} kg SO₂ek/kWh.

d. Eutrophication Potential

Eutrophication Potential (EP) value in the cradle scope is dominated by the Cirata Reservoir process unit with a value of 3.32×10^{-6} kg PO₄³⁻ eq/kWh. The second largest impact comes from the Supporting Material Production process unit at 1.15×10^{-7} kg PO₄³⁻ eq/kWh and followed by the third largest impact from the Supporting Material Transportation process unit with an impact of 3.86×10^{-10} kg PO₄³⁻ eq/kWh. The impacts resulting from these two process units are relatively small due to the limited nutrient emissions released. In the gate scope, the largest impact comes from the Sewage Treatment Plant (STP) process unit with a value of 3.49×10^{-7} kg PO₄³⁻ ek/kWh, the turbine and generator process unit also contributes an EP impact of 4.80×10^{-9} kg PO₄ek/kWh and 2.05×10^{-9} kg PO₄ek/kWh, the Emergency Diesel Generator (EDG) process unit also contributes an EP of 4.17×10^{-9} kg PO₄ek/kWh at the EDG DCC, 2.55×10^{-10} kg PO₄ek/kWh at the EDG Firehydrant, and 2.42×10^{-9} kg PO₄ek/kWh at the EDG Switchyard, and produces an impact of 2.20×10^{-9} kg PO₄ek/kWh.

Interpretation (Hotspot Analysis)

Hotspot analysis falls within the interpretation stage of an LCA analysis. Hotspot identification is performed for each impact category. Hotspot identification is performed to identify the impacts that contribute most significantly to each impact category from each process unit. The Impact Contribution Percentage can be seen in the table 2.

Table 2. Impact Contribution Percentage

Process Unit	Global Warming Potential	Ozone Depletion Potential	Acidification Potential	Eutrophication Potential
Cradle				
Cirata Reservoir	84.84%	84.59%	71.89%	96.63%
Supporting Material Production	14.76%	15.05%	27.65%	3.36%
Supporting Material Transportation	0.40%	0.36%	0.45%	0.01%
Core				
Hydropower Construction	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Intake, Headrace Tunnel, Penstock	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Turbine	43.11%	41.40%	40.86%	1.31%
Generator	18.42%	17.70%	17.48%	0.56%
Core Utility				
EDG DCC	17.98%	24.40%	24.04%	1.14%
EDG Firehydrant	1.10%	1.49%	1.47%	0.07%
EDG Switchyard	10.48%	14.22%	13.99%	0.66%
Office	8.52%	0.33%	1.49%	0.60%
STP	0.00%	0.00%	0.00%	95.61%
Hazardous Waste Management	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Waste Management	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

a. Global Warming Potential

In the cradle scope, it is known that the Cirata Reservoir process unit is a hotspot with a contribution of 84.84%. This is due to the use of diesel fuel of 58,015.00 liters in this process for periodic cleaning of water hyacinth growing in the reservoir using an excavator. This cleaning is carried out to maintain the reliability of the generating system to prevent blockages due to water hyacinth rotting at the bottom of the reservoir. Due to the massive growth of water hyacinth, cleaning activities using excavators must also be carried out frequently so that the use of diesel fuel also increases. The combustion process of this fuel directly produces greenhouse gas emissions such as carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) which have an impact on global warming (Gentilucci et al., 2025). In the gate scope, it is known that the Turbine process unit is a hotspot with a contribution of 43.11% caused by the accumulation of used oil of 6.05 tons due to routine maintenance in the turbine to maintain the reliability of the generating process. This used oil must be processed, and this process can produce high greenhouse gas emissions. One method for processing used oil is burning it in a kiln or incinerator, which oxidizes the carbon content in the oil and produces CO₂, increasing its potential for global warming (Garcia-Gutierrez et al., 2025).

b. Ozone Depletion Potential

In the cradle scope, it is known that the Cirata Reservoir process unit is a hotspot with a contribution of 84.59% due to the use of diesel fuel of 58,015.00. Ozone depletion due to the use of diesel fuel is an impact that appears indirectly. The LCA cycle calculation takes into account upstream stages such as petroleum exploration, refining processes, and the use of chemicals and other auxiliary materials where there is the possibility of emissions of substances with the potential for ozone depletion in very small amounts, so that when calculated using the ODP characterization method, the contribution can still be calculated even though the value is low (Heidari Maleni et al., 2024). In the gate scope, it is known that the turbine process unit is a hotspot with a contribution of 41.40% due to the use of lubricating oil of 6.05 tons. Lubricating oil causes an indirect ODP impact because lubricating oil is a petroleum-based product so that the impact modeling in the LCA analysis starts from crude oil extraction, refining process, to lubricant formulation. This process becomes background emissions which have an ODP characterization factor.

c. Acidification Potential

In the cradle scope, it is known that the Cirata Reservoir process unit is a hotspot with a contribution of 71.89% due to the use of diesel fuel of 58,015.00 liters. The use of diesel fuel can cause an increase in Acidification Potential because the diesel combustion process produces emissions of acidic gases, especially sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen oxide (NO_x). These acidic compounds are then deposited onto the surface of the land and water through acid deposition, thus contributing to an increase in the Acidification Potential value (Brambilla and Girardi, 2025). In the gate scope, the turbine process unit is a hotspot with a contribution of 40.86% due to the use of lubricating oil of 6.05 tons. The use of lubricating oil can cause an indirect impact of Acidification Potential. Lubricating oil is a derivative product of petroleum whose production process involves other processes and auxiliary materials that produce acid gas emissions such as sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen oxide (NO_x).

d. Eutrophication Potential

In the cradle scope, it is known that the Cirata Reservoir unit is a hotspot with a contribution of 96.63% due to the use of diesel fuel of 58,015.00 liters. The use of diesel fuel will release NO_x emissions that can experience wet deposition (rain) or dry deposition. This nitrogen acts as a nutrient that can increase the productivity of algae and aquatic plants, thereby contributing to eutrophication (Yau et al., 2022). At the gate scope, the STP process unit is a hotspot with a contribution of 95.61% because the wastewater effluent still contains organic matter and nutrients, as indicated by the BOD and COD values. This organic material will be degraded by microorganisms by consuming dissolved oxygen, while releasing nitrogen that encourages algae growth and contributes to eutrophication (Ro'in and Dahalan, 2024).

CONCLUSION

The results of the LCA analysis with a cradle-to-gate scope show several process units that are hotspots. In the cradle scope, the process unit that is a hotspot is Cirata Reservoir with an impact value of 1.21E-04 kg CO₂ek/kWh on global warming potential, 2.35E-11 kg CFC-11 ek/kWh on ozone depletion potential, 3.52E-07 kg SO₂ek/kWh on acidification potential, and 3.32E-06 kg PO₄ek/kWh on eutrophication potential. Meanwhile, in the gate scope, the turbine process unit was found to be a hotspot with an impact value of 1.91E-05 kg CO₂ek/kWh global warming potential, 2.63E-12 kg CFC-11 ek/kWh on the ozone depletion potential impact, and 3.97E-08 kg SO₂ek/kWh on the acidification potential impact, as well as the STP (sewage treatment plant) process unit with an impact value of 3.49E-07 kg PO₄ek/kWh on the eutrophication potential.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was conducted as part of the author's Master's thesis in Environmental Science at the Graduate School, Diponegoro University. Author would like to express his sincere gratitude to Mr. Suherman and Mr. Muhammad Helmi for their valuable guidance, suggestions, and constructive feedback throughout the research process. Author also wishes to thank PT PLN Nusantara Power UP Cirata for the opportunity and support provided to conduct this research.

REFERENCES

- Ayasy, M. F., Helmi, M., Zainuri, M., Kunarso, & Rochaddi, B. (2023). The impact and prediction of shoreline dynamics in Pekalongan, Indonesia. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(3), 433–446. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i3.51455>
- Bagaskara, A., Repatmaja, L. A., Juma'in, & Kurniawan, S. Y. (2024). Acetylene (C₂H₂) analysis in interbus transformer in Cirata extra high voltage substation. In *Proceedings of the International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)* (pp. 40–45). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICT-PEP63827.2024.10732901>
- Brambilla, P. C., & Girardi, P. (2025). Life cycle assessment of urban electric bus: An application in Italy. *Sustainability*, 17(21), 9786. <https://doi.org/10.3390/su17219786>
- Garcia-Gutiérrez, P., Tonini, D., Klenert, D., Marschinski, R., & Saveyn, H. G. M. (2025). Environmental and economic assessment of waste lubricant oil management in the EU. *Journal of Cleaner Production*, 492, 144878. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144878>
- Gentilucci, G., Accardo, A., & Spessa, E. (2025). Life cycle greenhouse gas emissions of diesel oil and zero-emission trucks: Systematic review of status and perspectives. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 32, 101563. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101563>

- Heidari-Maleni, A., Mesri Gundoshmian, T., Pakravan-Charvadeh, M. R., & Flora, C. (2024). Life cycle assessment of biodiesel production from fish waste oil. *Environmental Challenges*, 14, 100850. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.100850>
- Jung, H. S., Ryoo, S. G., & Kang, Y. T. (2022). Life cycle environmental impact assessment of Taean coal power plant with CO₂ capture module. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131663>
- Pant, R., Aggarwal, S., & Joshi, K. (2016). Life cycle assessment of small hydro power plants in Uttarakhand. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 6(1), 289–294
- Ridarto, A. K. Y., Zainuri, M., Helmi, M., Kunarso, Rochaddi, B., Maslukah, L., Endrawati, H., Handoyo, G., & Koch, M. (2023). Assessment of total suspended solid concentration dynamics based on geospatial models as an impact of anthropogenic in Pekalongan waters, Indonesia. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 142–152. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i1.51454>
- Ro'in, N. F., & Dahalan, F. A. (2024). Characterization of domestic wastewater based on BOD, COD and TSS parameters. *Environmental and Toxicology Management*, 4(2), 16–23. <https://doi.org/10.33086/etm.v4i2.6989>
- van den Oever, A. E. M., Puricelli, S., Costa, D., Thonemann, N., Lavigne Philippot, M., & Messagie, M. (2024). Revisiting the challenges of ozone depletion in life cycle assessment. *Cleaner Environmental Systems*, 13, 100196. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2024.100196>
- Yau, Y. Y. Y., Geeraert, N., Baker, D. M., & Thibodeau, B. (2022). Elucidating sources of atmospheric NO_x pollution in a heavily urbanized environment using multiple stable isotopes. *Science of the Total Environment*, 832, 154781. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154781>