

**AUDIT ENERGI
PADA SUB-UNIT TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA)
SAMPAH CIKABAYAN IPB UNIVERSITY, BOGOR**

ALIF NUR RAMADHAN



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Audit Energi Pada Sub-unit Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Cikabayan IPB University, Bogor” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Alif Nur Ramadhan
F14190101

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

ALIF NUR RAMADHAN. Audit Energi Pada Sub-unit Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Cikabayan IPB University, Bogor. Dibimbing oleh SRI ENDAH AGUSTINA.

IPB sebagai kampus yang mendukung program *green energy* perlu memperhatikan sistem pengelolaan sampah yang dihasilkan dalam lingkungan kampus IPB Darmaga agar efektif dan efisien dan melihat potensinya untuk dikonversi sebagai sumber energi. Tujuan penelitian ini adalah melakukan audit energi untuk mengetahui konsumsi energi tiap sub-unit pengelolaan sampah dan melakukan analisis potensi sampah tersebut sebagai sumber energi bagi operasional TPA sampah dalam kampus IPB Darmaga di Cikabayan. Audit dilakukan dua tahap, yaitu audit energi awal dan audit energi rinci. Audit dilakukan terhadap sub-unit rumah kompos, *eco-incinerator*, serta kantor pengelola.

Hasil audit selama periode 6-16 Juni 2023 dan 7-25 Oktober 2023, menunjukkan jumlah sampah yang diterima TPA Cikabayan rata-rata per hari adalah 4 m³ sampah organik dan 401,92 kg sampah anorganik. Untuk mengolah sampah tersebut dibutuhkan energi dari bahan bakar solar (untuk pengolahan sampah organik menjadi kompos) sebesar 938 MJ atau 63% dari total kebutuhan energi, energi listrik (untuk seluruh kegiatan) sebesar 450 MJ atau 30% dari total kebutuhan energi, dan energi manusia sebesar 112,3 MJ (7%). Pengolahan sampah organik menjadi kompos membutuhkan energi sebesar 0,172 MJ/kg sampah organik per hari, sedangkan pengolahan sampah anorganik pada unit *eco-incinerator* membutuhkan energi sebesar 0,236 MJ/kg sampah anorganik. Pengolahan sampah anorganik dengan rata-rata 208,9 kg/hari berpotensi menghasilkan energi listrik 246,72 kWh/hari melalui penerapan teknologi insenerasi. Energi tersebut mampu memenuhi kebutuhan energi listrik di TPA Cikabayan (63,42 kWh/hari). Efisiensi penggunaan energi dapat dilakukan dengan mengatur penggunaan kipas angin hanya pada siang hari pukul 12.00-15.00 sehingga menghemat energi listrik sebesar 42,86%.

Kata kunci: Audit energi, insinerasi, kompos, potensi sampah

ABSTRACT

ALIF NUR RAMADHAN. Audit of Energy at Cikabayan Waste Utilization Sub-unit IPB University, Bogor. Supervised by SRI ENDAH AGUSTINA.

IPB as a campus that supports green energy programs, needs to pay attention to the waste management system within the IPB Darmaga campus to ensure it is effective and efficient and to explore its potential to be converted into an energy source. This research aims to conduct an energy audit to determine the energy consumption of each sub-unit involved in waste management and to analyze the potential of this waste as an energy source for the operations of the IPB Darmaga waste utilization in Cikabayan. The audit was conducted in two stages, they were preliminary energy audit and detailed energy audit. The audit was carried out on the compost house sub-unit, eco-incinerator, and the office.

The results of the audit which was conducted from June 6-16, 2023, and October 7-25, 2023, shows that the average daily waste received by the Cikabayan sub-unit IPB University was 4 m³ of organic waste and 401,92 kg of inorganic waste. Energy required to process the waste, was fulfilled by diesel oil (for processing organic waste into compost) 938 MJ or 63% of the total energy required, electricity (for all activities) 450 MJ or 30% of the total energy required, and human energy 112,3 MJ (7%). Processing organic waste into compost requires 0,172 MJ/kg of organic waste per day. In comparison, the processing of inorganic waste in the eco-incinerator unit requires 0,236 MJ/kg of inorganic waste. Utilization of inorganic waste at an average of 208.9 kg/day is potential to generate 246,72 kWh/day of electricity through incineration technology. This energy can meet the daily electrical energy needs at the Cikabayan (63,42 kWh/day). Energy efficiency can be achieved by limiting the fans usages during the day only from 12:00 a.m to 3:00p.m, thereby will be saving about 42,86% of usually electricity requirement.

Keywords: *Energy audit, incineration, compost, waste potential*



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**AUDIT ENERGI
PADA SUB-UNIT TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA)
SAMPAH CIKABAYAN IPB UNIVERSITY, BOGOR**

ALIF NUR RAMADHAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Lilis Sucahyo S.TP., M.Si.
- 2 Dr.Ir. Agus Sutejo M.Si.



Judul Skripsi : Audit Energi Pada Sub-unit Tempat Pembuangan Akhir (TPA)
Sampah Cikabayan IPB University, Bogor

Nama : Alif Nur Ramadhan
NIM : F14190101

@Hak cipta milik IPB University

Pembimbing 1:
Ir. Sri Endah Agustina, M.S
NIP 195908011982032003

Disetujui oleh



Digitally signed by:
Sri Endah Agustina

Date: 16 Agu 2024 13:11:28 WIB
Verify at design.ipb.ac.id

Diketahui oleh

Ketua Departemen
Teknik Mesin dan Biosistem:
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.
NIP. 196304251989031001



digitally signed

design.ipb.ac.id

Tanggal Ujian:
4 April 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2023 ini adalah “Audit Energi Pada Subunit Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Cikabayan IPB University, Bogor”. Dalam penyusunan karya tulis ini, penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan karya tulis ini tidak lain berkat bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga kendala – kendala yang penulis hadap dapat teratasi dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sri Endah Agustina, M.S selaku dosen pembimbing atas dukungan dan masukan yang diberikan untuk kelancaran penelitian serta kesempurnaan dalam penyusunan karya ilmiah ini.
2. Lilis Sucahyo S.TP., M.Si dan Dr. Ir. Agus Sutejo M.Si selaku dosen penguji atas saran serta masukan yang diberikan untuk kesempurnaan karya ilmiah ini.
3. Dr. Ir. Dyah Wulandari M.Si selaku moderator atas saran dan masukan yang diberikan untuk kesempurnaan karya ilmiah ini.
4. Direktur, Asisten direktur serta seluruh staf TPA Cikabayan yang telah mendampingi dalam pengumpulan data penelitian untuk karya ilmiah ini serta seluruh staf UPT TMB IPB yang membantu dalam proses administrasi.
5. Ayah (Haironi), Ibu (Kurnia Rahmadhanti) serta seluruh keluarga yang yang tidak pernah lepas memberikan dorongan, doa, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
6. Marisa Rizky Rahmawati yang menemani dan meluangkan waktu untuk membantu secara moral dan teknis bagi penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
7. Teknik Mesin dan Biosistem angkatan 56 (Maneuver) yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
8. Ungkapan terima kasih juga penulis panjatkan untuk seluruh pihak yang terlibat dalam membantu dan memberikan dukungan selama penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan karya ilmiah ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun dari semua pihak demi penulisan yang lebih baik. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Alif Nur Ramadhan



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pengertian Sampah	3
2.2 Pengelolaan Sampah	5
2.3 TPA di Indonesia yang telah mengkonversi sampah menjadi energi	6
2.4 Energi	10
2.5 Pengelolaan Sampah di Institut Pertanian Bogor	12
METODE	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Tahapan Penelitian	16
3.4 Identifikasi dan Batasan Sistem yang Akan Diaudit	16
3.5 Metode Audit	19
3.6 Pelaksanaan Audit	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Konsumsi Energi pada Unit TPA Cikabayan	24
4.2 Audit Sub-unit TPA Cikabayan	27
4.3 Peluang Konservasi Energi	40
SIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Simpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50
RIWAYAT HIDUP	85

DAFTAR TABEL

1. Tabel 1 Perbandingan teknologi pengolahan sampah secara pemulihan energi	6
2. Tabel 2 Metode pengumpulan data primer pada <i>eco-incinerator</i>	22
3. Tabel 3 Metode pengumpulan data primer pada rumah kompos	22
4. Tabel 4 Perbandingan konsumsi energi masing-masing sub-unit	24
5. Tabel 5 Pengamatan sub-unit <i>eco-incinerator</i>	31
6. Tabel 6 Konsumsi energi sub-unit Kantor Pengelola	40
7. Tabel 7 Komposisi sampah di IPB	43
8. Tabel 8 Penelitian berkaitan dengan potensi energi terbangkitkan dari sampah metode <i>incinerator</i>	44
9. Tabel 9 Asumsi nilai kalor sampah sampah anorganik IPB	45

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1 Alur pengelolaan sampah TPA Suwung (Gunamantha dan Sartono 2010)	7
2. Gambar 2 Alur pengelolaan sampah TPA Talangagung (Dewi dan Roziqin 2022)	7
3. Gambar 3 Sistem pengelolaan sampah TPA Bantar Gebang (Unit Pengelola Sampah Terpadu Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta 2023)	8
4. Gambar 4 Proses komposting TPA Bantargebang (Unit Pengelola Sampah Terpadu Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta 2023)	8
5. Gambar 5 Proses pembangkitan listrik dari landfill gas	9
6. Gambar 6 Teknologi <i>termal</i> PLTSa Bantargebang (Bangun <i>et al.</i> 2019)	9
7. Gambar 7 Komposisi timbunan sampah IPB tahun 2018	12
8. Gambar 8 Diagram alir pengelolaan sampah IPB	13
9. Gambar 9 Aktivitas TPA Cikabayan (Direktorat Prasarana Sarana dan Pengamanan Lingkungan Kampus IPB 2021)	13
10. Gambar 10 Peta TPA Cikabayan	14
11. Gambar 11 TPA Cikabayan	15
12. Gambar 12 Tahapan Penelitian	16
13. Gambar 13 Sistem <i>Eco-Incinerator</i>	17
14. Gambar 14 Sistem Rumah Kompos	18
15. Gambar 15 Aliran proses pengelolaan sampah dan masukan energi tiap sub-unit TPA Cikabayan	24
16. Gambar 16 Diagram persentase total penggunaan energi berdasarkan sub-unit pada TPA Cikabayan	25
17. Gambar 17 Diagram persentase total penggunaan energi berdasarkan sumber energi di TPA Cikabayan	26
18. Gambar 18 Aliran proses dan masukan energi pengelolaan sampah sub-unit <i>eco-incinerator</i>	27



19. Gambar 19 Rumah pilah	28
20. Gambar 20 Bak pengangkut sampah anorganik	28
21. Gambar 21 Lokasi sub-unit <i>eco-incinerator</i>	29
22. Gambar 22 Ruang pembersihan residu pembakaran	29
23. Gambar 23 Persiapan pembakaran (a) pengeluaran isi sampah (b) memasukkan sampah ke dalam ruang bakar	30
24. Gambar 24 Pembakaran (a) memantik api (b) tempat panel listrik	30
25. Gambar 25 Peralatan listrik sub-unit <i>eco-incinerator</i>	31
26. Gambar 26 Konsumsi energi per proses <i>eco-incinerator</i>	32
27. Gambar 27 Aliran proses dan masukan energi pengelolaan sampah sub-unit rumah kompos	32
28. Gambar 28 Sub-unit Rumah Kompos	33
29. Gambar 29 Proses penurunan sampah	33
30. Gambar 30 Proses Pencacahan	34
31. Gambar 31 Hasil Cacahan	34
32. Gambar 32 Tempat hasil cacahan	34
33. Gambar 33 Produk Aktivator Kompos (a) <i>green phosko</i> (b) poin duatani (c) kotoran hewan dan air bersih	35
34. Gambar 34 Proses pencampuran aktivator dengan hasil cacahan	35
35. Gambar 35 Mesin Komposter	36
36. Gambar 36 Hasil panen mesin komposter	36
37. Gambar 37 Proses Pengeringan	37
38. Gambar 38 Proses Penghalusan	37
39. Gambar 39 Proses Pengayakan (a) mesin ayak (b) hasil cacahan	38
40. Gambar 40 Ruang penampungan hasil ayakan	38
41. Gambar 41 Proses pengemasan	39
42. Gambar 42 Konsumsi energi tiap proses rumah kompos	39
43. Gambar 43 Sub-unit kantor pengelola	40

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 Spesifikasi mesin pencacahan	51
2. Lampiran 2 Spesifikasi mesin pengaduk aktivator	51
3. Lampiran 3 Spesifikasi mesin komposter	52
4. Lampiran 4 Spesifikasi mesin penghalus	52
5. Lampiran 5 Spesifikasi mesin pengayak	53
6. Lampiran 6 Spesifikasi mesin pengemasan	53
7. Lampiran 7 Data sub-unit <i>Eco-Incinerator</i> hari pertama	54
8. Lampiran 8 Data sub-unit <i>Eco-Incinerator</i> hari kedua	55
9. Lampiran 9 Data sub-unit <i>Eco-Incinerator</i> hari ketiga	56
10. Lampiran 10 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-1	57
11. Lampiran 11 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-2	57
12. Lampiran 12 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-3	58
13. Lampiran 13 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-4	59
14. Lampiran 14 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-5	60
15. Lampiran 15 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-6	61

16. Lampiran 16 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-7	61
17. Lampiran 17 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-8	62
18. Lampiran 18 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-9	63
19. Lampiran 19 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-10	64
20. Lampiran 20 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-11	65
21. Lampiran 21 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-12	66
22. Lampiran 22 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-13	67
23. Lampiran 23 Data Perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-14	67
24. Lampiran 24 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-15	68
25. Lampiran 25 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-16	69
26. Lampiran 26 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-17	70
27. Lampiran 27 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-18	71
28. Lampiran 28 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-19	72
29. Lampiran 29 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-20	73
30. Lampiran 30 Data perhitungan sub-unit Rumah Kompos hari ke-21	74
31. Lampiran 31 Data sub-unit Kantor Pengelola	75
32. Lampiran 32 Perhitungan Data sub-unit <i>Eco-Incinerator</i> hari pertama	76
33. Lampiran 33 Perhitungan Data sub-unit <i>Eco-Incinerator</i> hari kedua	77
34. Lampiran 34 Perhitungan Data sub-unit <i>Eco-Incinerator</i> hari ketiga	78
35. Lampiran 35 Konsumsi energi kompos	79
36. Lampiran 36 perbandingan konsumsi energi harian tiap sub-unit	80
37. Lampiran 37 Perbandingan rata-rata konsumsi energi harian berdasarkan sumber energi	81
38. Lampiran 38 Konsumsi energi listrik	82
39. Lampiran 39 Konsumsi energi manusia	83
40. Lampiran 40 Konsumsi energi bahan bakar minyak (solar)	84