

## PENERAPAN ZERO WASTE LIMBAH B3 HOTEL DALAM KEBERLANJUTAN LINGKUNGAN

Heru Setiyo Cahyono<sup>1</sup>, Viendy Nurul Kusumawan<sup>2</sup>, Danan Eko Cahyono<sup>3</sup>, Annisa' Carina<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>S1 Teknik Sipil, Universitas Modern Al – Rifa’ie (UMAIN):

<sup>3</sup>PT. Bumi Bersih Berenergi (B3), Malang:

<sup>5</sup>S1 Teknik Sipil, Universitas Islam Darul ‘Ulum, Lamongan:

[heruse180@gmail.com](mailto:heruse180@gmail.com) [viendynk@gmail.com](mailto:viendynk@gmail.com) [dananeckocahyono@gmail.com](mailto:dananeckocahyono@gmail.com)  
[annisacarina@unisda.ac.id](mailto:annisacarina@unisda.ac.id)

### ABSTRACT

*Artikel ini menganalisis inisiatif PT. Bumi Bersih Berenergi dalam menerapkan konsep Zero Waste termasuk pengelolaan limbah B3 pada proses operasional Hotel Bintang 4 di Sulawesi. Analisis berbasis content analysis dari hasil pelaksanaan yang memuat rencana kolaborasi dengan investor internasional, penandatanganan MoA dengan pemerintah daerah, kampanye pembentukan kelompok kerja / Bank Sampah, serta persiapan cluster waste – to – energy. Hasil menunjukkan komitmen kuat pada level naratif dan organisasi untuk mencapai zero waste, namun terdapat kekurangan data teknis, sistem penanganan B3 yang spesifik, rencana keuangan dan mekanisme pemantauan terpadu. Ditemukan pula masalah struktural: tidak adanya pabrik daur ulang skala regional di Sulawesi sehingga pemulung harus mengirim material ke Jawa, dan banyak mesin pengolahan pupuk organik yang mangkrak. Paper ini menyajikan rekomendasi teknis, kelembagaan, dan kebijakan untuk menguatkan rencana PT. Bumi Bersih agar zero waste terhadap limbah B3 dapat menjadi praktik aman, efisien, dan berkelanjutan.* **Keywords:** you can list 3 – 5 keywords seperated with coma. (in Times New Roman (Headings) with 10 font size, single spacing and italicized).

**Kata Kunci :** Zero Waste, Limbah B3, Hotel, Sulawesi, PT. Bumi Bersih, Waste – to – Energy.

### ABSTRAK

This article analyzes PT. Bumi Bersih Berenergi's initiative in implementing the Zero Waste concept, including hazardous waste management in a 4 Star Hotel operational process in Sulawesi. The analysis is based on content analysis of internal company documents containing plans for collaboration with international investors, the signing of a memorandum of agreement with the local government, a campaign to form a working group / waste bank, and preparations for a waste – to – energy cluster. The results show a strong commitment at the narrative and organizational levels to achieve zero waste, but there is a lack of technical data, specific hazardous waste management systems, financial plans, and integrated monitoring mechanisms. Structural problems were also found: the absence of regional – scale recycling plants in Sulawesi, forcing scavengers to send materials to Java, and many organic fertilizer processing machines that are not in use. This paper presents technical, institutional, and policy recommendations to strengthen PT. Bumi Bersih's plan so that zero waste for hazardous waste can become a safe, efficient, and sustainable practice.

**Key Words :** Zero Waste, Hazardous Waste, Hotel, Sulawesi, PT. Bumi Bersih, Waste – to – Energy.

## PENDAHULUAN

Permasalahan sampah di Sulawesi, sebagaimana tergambar dalam laporan pelaksanaan kegiatan oleh PT. Bumi Bersih Berenergi, merupakan isu lingkungan sekaligus fiskal yang semakin mendesak. Sistem pengelolaan sampah konvensional masih sangat bertumpu pada pembuangan akhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) (Firani, 2023). TPA di berbagai daerah cenderung berfungsi sebagai lokasi penimbunan belaka tanpa proses pemilahan atau pengolahan berarti, sehingga menghasilkan gunungan sampah yang terus bertambah dari tahun ke tahun. Kondisi ini menimbulkan risiko serius terhadap kualitas udara, tanah, dan air tanah akibat potensi pencemaran lindi maupun emisi gas rumah kaca (Cahyono, Saefudin, et al., 2025). Dari sisi fiskal, biaya pengurukan dan pemeliharaan TPA dibebankan kepada pemerintah daerah yang pada akhirnya ditanggung publik, sehingga persoalan ini bukan sekadar teknis, tetapi juga membebani keuangan negara dan masyarakat (Efendi, 2021).

Dalam konteks inilah PT. Bumi Bersih Berenergi mengusulkan pendekatan zero waste terintegrasi. Konsep ini bertujuan menekan timbulan sampah hingga mendekati nol melalui pemisahan di hulu, pengolahan, daur ulang, dan pemanfaatan energi dari sampah (waste – to – energy) (Hermawan, 2017). Lebih jauh, laporan pelaksanaan kegiatan menyebutkan bahwa upaya zero waste tidak hanya difokuskan pada sampah domestik dan organik, tetapi juga mencakup limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang dihasilkan dari berbagai aktivitas komersial, termasuk sektor perhotelan (Wirjawan & Choandi, 2024). Limbah B3 memiliki karakteristik berbahaya karena mengandung zat kimia korosif, reaktif, beracun, atau mudah terbakar, sehingga memerlukan penanganan khusus. Penerapan konsep zero waste yang memasukkan pengelolaan limbah B3 menjadi langkah maju sekaligus tantangan besar, mengingat kompleksitas teknis dan regulasi yang mengitarinya (Suhada & Almahdy, 2017).

Rencana operasional Hotel Bintang 4 di Sulawesi menjadi konteks nyata bagi implementasi gagasan ini. Hotel sebagai fasilitas publik modern akan menghasilkan beragam limbah, mulai dari sampah organik restoran, plastik sekali pakai, hingga limbah B3 seperti lampu neon bekas, baterai, obat – obatan kadaluarsa, bahan pembersih kimia, oli dari peralatan mekanis, serta cat atau pelarut (Putra et al., 2022). Dengan keterlibatan investor dari Kanada dan Belanda, proyek ini memiliki potensi menjadi pilot project internasional yang memperlihatkan bagaimana praktik perhotelan dapat diintegrasikan dengan pengelolaan limbah berkelanjutan (Cahyono, Carina, et al., 2025). Dukungan formal dari pemerintah daerah melalui penandatanganan Memorandum of Agreement (MoA) memperkuat posisi inisiatif ini sebagai agenda operasional daerah, bukan hanya proyek bisnis (Cahyono, Arief, et al., 2025).



Gambar 1. Limbah Operasional Hotel Bintang 4 di Sulawesi, yang Kemudian Diproses Untuk Pemanfaatan Energi Dari Sampah (Waste – To – Energy).

Selain itu, strategi PT. Bumi Bersih tidak hanya berhenti pada skala proyek hotel, tetapi juga menekankan pada pembentukan ekosistem pengelolaan sampah regional. Narasi dalam laporan pelaksanaan kegiatan menjelaskan adanya kampanye edukasi masyarakat, persiapan cluster waste – to – energy, serta pendirian koperasi dan Bank Sampah (Wirjawan & Choandi, 2024). Langkah ini menunjukkan kesadaran bahwa pendekatan teknis tidak akan berhasil tanpa dukungan sosial – ekonomi masyarakat. Bank Sampah, misalnya, berperan sebagai mekanisme pemberdayaan warga untuk memilah dan menabung sampah yang masih bernilai ekonomi, sementara koperasi dapat menjadi wadah kelembagaan yang menghubungkan pemulung, pengusaha daur ulang, dan pemerintah (Atmika & Suryawan, 2022).

Dengan demikian, pendahuluan ini menegaskan bahwa permasalahan sampah di Sulawesi bukan hanya soal teknis pengelolaan, melainkan juga terkait dengan tata kelola, pembiayaan, partisipasi masyarakat, dan pemenuhan standar lingkungan internasional. Proyek Hotel Bintang 4 oleh PT. Bumi Bersih dapat menjadi laboratorium penting untuk menguji implementasi zero waste, khususnya dalam konteks pengelolaan limbah B3, yang selama ini sering terabaikan. Tantangan utama terletak pada penerjemahan visi besar ke dalam sistem operasional yang konkret, terukur, dan berkelanjutan (Vicky Hapsari et al., 2023).

## **METODE PELAKSANAAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi laporan pelaksanaan kegiatan (document analysis) dengan teknik analisis isi kualitatif (qualitative content analysis) (Atmika & Suryawan, 2022). Metode ini dipilih karena sumber utama penelitian berupa laporan pelaksanaan kegiatan internal perusahaan, yakni file Laporan pelaksanaan kegiatan milik PT. Bumi Bersih Berenergi, yang berisi narasi visi, rencana program, bentuk kerja sama, serta catatan pelaksanaan kegiatan.

### **3.1. Alasan Pemilihan Metode**

Pemilihan metode studi laporan pelaksanaan kegiatan didasarkan pada beberapa pertimbangan (Abednego et al., 2022):

1. Aksesibilitas data pada ada tahap awal penelitian, meliputi data primer lapangan mengenai jumlah timbulan sampah, komposisi limbah, serta volume limbah B3 di hotel yang akan dibangun belum tersedia.
2. Konteks normatif berupa aporan pelaksanaan kegiatan perusahaan seringkali merepresentasikan visi normatif yang ingin diwujudkan.
3. Pendekatan evaluatif dengan studi laporan pelaksanaan kegiatan memberi ruang untuk mengevaluasi kesesuaian, terutama terkait detail pengelolaan B3 yang sering diabaikan dalam laporan pelaksanaan kegiatan kebijakan.

### **3.2. Tahapan Analisis**

Langkah – langkah analisis dilakukan secara sistematis melalui tiga tahap utama (Andini et al., 2022):

1. Ekstraksi data tekstual dengan semua pernyataan dalam laporan pelaksanaan kegiatan yang berhubungan dengan visi / misi, kolaborasi dengan investor asing.
2. Identifikasi elemen infrastruktur dimana bagian laporan pelaksanaan kegiatan yang memuat informasi tentang rencana cluster waste – to – energi.

3. Analisis kritis isu B3 yaitu fokus utama penelitian ini adalah penerapan konsep zero waste pada limbah B3 di hotel.

### 3.3. Teknik Validasi dan Interpretasi

Meskipun data bersumber tunggal, interpretasi dilakukan dengan membandingkan isi laporan pelaksanaan kegiatan dengan praktik umum pengelolaan limbah B3 serta prinsip zero waste yang berlaku di tingkat nasional maupun internasional (Vicky Hapsari et al., 2023). Dengan kata lain, laporan pelaksanaan kegiatan diuji secara kritis terhadap standar normatif yang sudah dikenal luas, bukan hanya dianalisis secara deskriptif. Validasi internal dilakukan melalui triangulasi konsep, yakni dengan melihat konsistensi antar bagian dalam laporan pelaksanaan kegiatan (apakah rencana teknis mendukung visi yang dicanangkan) (Atmika & Suryawan, 2022).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Pelaksanaan Program

Nilai operasional utama yang digunakan untuk operasional ditunjukkan pada daftar berikut:

1. Kapasitas Hotel adalah : 150 kamar
2. Tingkat hunian rata – rata : 70 % .
3. Produksi sampah per tamu per hari : 1,5 kg / orang / hari
4. Tambahan untuk staf & jasa F&B : +30 % terhadap produksi tamu
5. Komposisi sampah pelaksanaan : organik 55 % ; daur ulang 35 % (plastik 15 % , kertas 10 % , kaca 5 % , logam 5 % ); B3 1,5 % ; lainnya 8,5 % .

Rencana audit verifikasi

1. Durasi : 12 bulan.
2. Frekuensi : 1 kali sampling 7 hari per bulan ( $7 \times 24$  jam komposit) atau minimal 3 hari representatif per bulan.
3. Sampel per hari : 100 kg sampel terpisah untuk komposisi (sorting manual) – target sampel minimal  $3 \times 100$  kg per bulan.
4. Analisis B3 : identifikasi jenis & massa, serta uji laboratorium (kadar logam berat, TOC untuk larutan, sifat korosif / reaktif jika relevan).

Metode perhitungan

1. Hitung total sampah harian  $= (\text{Kamar} \times \text{okupansi} \times 1.5 \text{ kg}) \times (1 + 0.30)$ .
2. Kalikan 365 hari  $\rightarrow \text{ton} / \text{tahun}$ .
3. Komposisi massa per fraksi = persentase  $\times$  total tahunan.
4. Energi teoritis WtE = (massa tahunan yang bersifat combustable [kg])  $\times$  (nilai kalor MJ / kg)  $\rightarrow$  konversi MJ  $\rightarrow$  kWh ( $1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ}$ ).

### 4.2. Hasil Pelaksanaan Program

Hasil kuantitatif pelaksanaan ditunjukkan pada daftar berikut:

1. Kamar: 150; Okupansi: 70 % ; Produksi per tamu: 1,5 kg / hari; Faktor staf & F&B: +30 % .
2. Tamu rata – rata per hari  $= 150 \times 0.70 = 105$ .
3. Sampah tamu (kg / hari)  $= 105 \times 1.5 = 157.5 \text{ kg}$ .
4. Tambahan staf & F&B  $= 157.5 \times 0.30 = 47.25 \text{ kg}$ .
5. Total sampah harian  $= 157.5 + 47.25 = 204.75 \text{ kg} / \text{day}$ .
6. Total tahunan  $= 204.75 \times 365 = 74,733.75 \text{ kg} \approx 74.7 \text{ ton} / \text{year}$ .

Komposisi massa tahunan sampah ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Komposisi Massa Sampah Tahunan Hotel Bintang 4 Sulawesi yang Diolah dalam Program PT. Bumi Bersih Berenergi (B3)

Fraksi sampah	% pelaksanaan	Massa (kg / yr)	Massa (ton / yr)
<b>Organik</b>	55.0 %	41,103.56	41.10 t
<b>Daur ulang (total)</b>	35.0 %	26,156.81	26.16 t
– <b>Plastik (15 % )</b>	15.0 %	11,210.06	11.21 t
– <b>Kertas (10 % )</b>	10.0 %	7,473.38	7.47 t
– <b>Kaca (5 % )</b>	5.0 %	3,736.69	3.74 t
– <b>Logam (5 % )</b>	5.0 %	3,736.69	3.74 t
<b>Limbah B3</b>	1.5 %	1,121.01	1.12 t
<b>Lainnya (inert)</b>	8.5 %	6,352.37	6.35 t
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>74,733.75</b>	<b>74.73 t</b>

#### 4.3. Potensi energi (WtE) – pelaksanaan teoritis:

1. Pelaksanaan : 60 % dari total massa tahunan bersifat combustible (organik + plastik + kertas ≈ bagian ini); energi spesifik rata – rata dipelaksanaakan 12 MJ / kg (nilai konservatif untuk campuran sampah yang diasinkan / RDF rendah).
2. Massa tahunan (kg) : 74,733.75 kg.
3. Massa combustible  $\approx 74,733.75 \times 0.60 = 44,840.25$  kg.
4. Energi tahunan (MJ)  $= 44,840.25 \times 12 = 538,083.0$  MJ.
5. Energi tahunan (kWh)  $= 538,083.0 \div 3.6 = 149,467.5$  kWh  $\approx 149.5$  MWh / year.
6. Perbandingan kebutuhan listrik hotel :  $150 \text{ kamar} \times 200 \text{ kWh / kamar / bulan} = 30,000 \text{ kWh / month} \rightarrow 360,000 \text{ kWh / year}$ .

Rasio cakupan energi  $= 149,467.5 \div 360,000 = 0.415 \rightarrow \approx 41.5 \%$  .

#### 4.4. Analisis Kuantitatif

Volume B3 relatif kecil tetapi kritisik yaitu meskipun hanya  $\approx 1,12$  ton / tahun ( $\sim 1,121$  kg / yr) menurut pelaksanaan, limbah B3 berisiko tinggi (konsentrasi berbahaya), sehingga perlakuan, penyimpanan, dan transport harus 100 % sesuai regulasi. Risiko kepatuhan tinggi meski volumenya kecil. Apabila program Bank Sampah & pemilahan dapat meningkatkan recovery recyclables dari 0 % menjadi 70 % dari fraksi daur ulang (26,156.8 kg / yr), maka potensi nilai jual dan pengurangan sampah ke TPA sebesar 18.3 ton / yr ( $70 \% \times 26.16 \text{ t} = 18.31 \text{ t}$ ). Itu mengurangi limbah yang masuk ke pengolahan akhir secara signifikan. Untuk kelayakan WtE: angka energi 149.5 MWh / year adalah nilai teoritis – sebelum memperhitungkan efisiensi PLTU / engine (mis. efisiensi termal 20 – 25 % pada banyak WtE

kecil), serta energi terbuang dan kebutuhan energi pra – pengolahan. Banyak WtE skala kecil memerlukan volume feedstock jauh lebih besar untuk tahan ekonomi – rekomendasi: target skala cluster WtE setidaknya  $> 5.000 \text{ t / yr}$  feedstock untuk efisiensi ekonomi yang layak (angka umum praktik). Hotel sendiri tidak mencukupi sebagai sumber utama feedstock WtE.

Tabel 2. Komposisi Massa Sampah Tahunan Hotel Bintang 4 Sulawesi yang Diolah dalam Program PT. Bumi Bersih Berenergi (B3)

Indikator	Angka Pelaksanaan
<b>Total sampah (kg / day)</b>	204.75 kg / day
<b>Total sampah (ton / year)</b>	74.73 t / yr
<b>Limbah B3 (ton / year)</b>	1.12 t / yr
<b>Plastik (ton / year)</b>	11.21 t / yr
<b>Energi teoretis WtE</b>	149.5 MWh / year
<b>Rasio energi terhadap konsumsi hotel</b>	<b><math>\approx 41.5 \%</math></b>

#### 4.5. Kolaborasi Internasional Dan Proyek Hotel

Laporan pelaksanaan kegiatan menegaskan adanya keterlibatan investor dari Kanada dan Belanda dalam operasional Hotel Bintang 4 sekaligus pengolahan sampah modern di Sulawesi. Kolaborasi internasional semacam ini menunjukkan bahwa proyek tersebut berada pada skala yang relatif besar dan strategis. Keterlibatan pihak asing juga menandakan adanya harapan transfer teknologi, standar operasional yang lebih maju, serta peluang integrasi dengan praktik best practices global dalam pengelolaan limbah. Kehadiran investor asing memperkuat daya tarik proyek karena menyediakan akses pada sumber daya finansial dan teknologi yang mungkin sulit dijangkau jika hanya mengandalkan kapasitas lokal. Namun, hal ini juga berarti adanya tuntutan kepastian regulasi dan kepatuhan lingkungan yang lebih ketat, sehingga manajemen limbah, termasuk limbah B3, harus dapat memenuhi standar internasional.



Gambar 2. Mesin Pengolahan Sampah Oleh PT. Bumi Bersih.

#### 4.6. MoA Dengan Pemerintah Daerah

Salah satu temuan penting adalah adanya penandatanganan Memorandum of Agreement (MoA) antara PT. Bumi Bersih dengan pemerintah daerah. MoA ini bertujuan mewujudkan

konsep Zero Waste Sulawesi Raya. Dukungan formal dari pemerintah menunjukkan adanya legitimasi institusional serta potensi integrasi program dengan kebijakan daerah. Hal ini penting karena keberlanjutan program pengelolaan limbah sangat ditentukan oleh dukungan regulasi, kelembagaan, serta koordinasi antarinstansi. MoA juga menandakan adanya kesepahaman awal bahwa masalah sampah di Sulawesi memerlukan solusi sistemik, bukan sekadar intervensi parsial.



Gambar 3. Monitoring dan Evaluasi Program Zero Waste Bersama Investor dan Pemerintah Terkait di Sulawesi.

#### 4.7. Kesiapan Infrastruktur Dan Cluster Waste – to – Energy (WtE)

Temuan lain adalah adanya rencana persiapan cluster waste – to – energy (WtE) di Sulawesi yang disebutkan secara berulang dalam laporan pelaksanaan kegiatan. WtE diposisikan sebagai solusi teknologi untuk mengurangi volume sampah sekaligus menghasilkan energi. Namun, laporan pelaksanaan kegiatan tidak menyertakan rincian teknis seperti kapasitas instalasi, jenis teknologi yang digunakan (misalnya insinerasi, gasifikasi, atau pirolisis), lokasi operasional, maupun hasil kajian Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Ketidakjelasan ini mengindikasikan bahwa meskipun ide WtE sudah diproyeksikan, tahap perencanaan teknis masih sangat dini. Dengan demikian, klaim kesiapan infrastruktur masih lebih berupa visi daripada rencana operasional yang matang.

#### 4.8. Krisis Rantai Nilai Daur Ulang Regional

Laporan pelaksanaan kegiatan juga menggambarkan lemahnya ekosistem industri daur ulang di Sulawesi. Para pemulung dan pengumpul kecil sering kali harus mengirimkan material hasil pemilahan ke Pulau Jawa untuk didaur ulang. Biaya transportasi mencapai dua hingga tiga kali lipat dari nilai jual material, sehingga menurunkan motivasi ekonomi pelaku lapangan. Situasi ini menunjukkan adanya krisis struktural dalam rantai nilai daur ulang regional, yang pada gilirannya melemahkan keberlanjutan Bank Sampah maupun koperasi yang ingin dibentuk. Tanpa dukungan industri pengolahan lokal, konsep zero waste akan sulit diwujudkan secara ekonomi.



Gambar 4. Kampanye Pengolahan Sampah Oleh PT. Bumi Bersih Kepada Seluruh Lapisan Masyarakat Secara Luas.

## KESIMPULAN

Dokumen Laporan pelaksanaan kegiatan menunjukkan bahwa PT. Bumi Bersih Berenergi memiliki komitmen visi yang jelas terhadap penerapan konsep zero waste, ditandai dengan keterlibatan investor internasional, rencana operasional Hotel Bintang 4, serta dukungan formal pemerintah daerah melalui penandatanganan MoA. Inisiatif ini memperlihatkan adanya kesadaran bahwa masalah sampah di Sulawesi, termasuk limbah B3, memerlukan pendekatan terpadu yang melibatkan aspek kelembagaan, teknologi, dan partisipasi masyarakat. Keberadaan narasi mengenai Bank Sampah, koperasi, hingga rencana cluster waste – to – energy memperlihatkan bahwa pendekatan yang diusulkan tidak hanya fokus pada hilir, tetapi juga berupaya membangun fondasi di hulu melalui penguatan komunitas.

Namun demikian, penelitian ini juga mengungkapkan adanya kesenjangan signifikan antara retorika dan implementasi. Pada level konsep, dokumen berhasil menampilkan visi besar dan kerangka makro. Akan tetapi, pada level teknis, khususnya terkait pengelolaan limbah B3, dokumen tidak menyajikan informasi yang memadai. Tidak ditemukan uraian rinci mengenai jenis limbah B3 yang berpotensi timbul dari operasional hotel, volume perkiraannya, standar penyimpanan sementara, sistem transportasi, kontrak dengan vendor berizin, maupun fasilitas pengolahan akhir yang sesuai regulasi. Ketiadaan dokumen SOP (Standard Operating Procedure) dan data kuantitatif membuat klaim “pengolahan limbah B3” dalam dokumen berisiko sekadar menjadi jargon tanpa pijakan nyata.

dapat disimpulkan bahwa inisiatif zero waste PT. Bumi Bersih untuk proyek Hotel Sulawesi menunjukkan niat dan fondasi kelembagaan yang kuat (MoA, keterlibatan investor asing, rencana Bank Sampah), tetapi saat ini masih jauh dari kesiapan operasional yang kredibel terutama untuk limbah B3. Estimasi konservatif kami (asumsi 150 kamar, okupansi 70 % , 1,5 kg / tamu / hari + faktor staf 30 % ) menghasilkan timbulan sekitar 204,75 kg / hari atau  $\approx 74,734$  kg / tahun ( $\approx 74,73$  t / yr); komposisi asumsi menempatkan limbah B3 pada  $\approx 1.121$  kg / tahun ( $\approx 1,12$  t / yr) dan fraksi daur ulang  $\approx 26,157$  kg / tahun. Dari sisi energi, jika  $\sim 60$  % massa bersifat combustible dengan nilai kalor rata – rata 12 MJ / kg, potensi energi teoretis adalah  $\approx 149.5$  MWh / tahun, yang secara teoritis hanya dapat menutup  $\approx 41 – 42$  % dari kebutuhan listrik hotel (asumsi konsumsi 150 kamar  $\times 200$  kWh / kamar / bulan  $\rightarrow 360.000$  kWh / yr) – catatan: angka energi ini sangat ideal dan belum memperhitungkan efisiensi sistem, emisi, atau kebutuhan pra – pengolahan. Temuan praktis menegaskan dua hal: (1) volume B3

relatif kecil tetapi risiko dan kewajiban pengelolaannya tinggi – perlu SOP teknis, pengumpulan / labeling yang baku, kontrak pengangkutan dengan pengolah berizin, serta program K3 dan pelatihan; (2) hotel sendiri tidak menyediakan feedstock yang memadai untuk WtE yang layak secara ekonomi – cluster regional ( $> \sim 5.000 \text{ t / yr}$ ) diperlukan untuk mencapai skala ekonomi. Oleh karena itu rekomendasi prioritasnya jelas dan tidak nego: jalankan audit kuantitatif 12 bulan segera sebagai dasar desain fasilitas, susun dan implementasikan SOP B3 serta sistem pencatatan 100 % untuk limbah berbahaya, pastikan mitra pengolah berizin, dan kembangkan rantai nilai lokal (pabrik daur ulang regional dan pasar pupuk / produk daur ulang) sebelum investasi besar pada WtE. Tanpa langkah – langkah praktis tersebut (data, teknis, pasar, dan akuntabilitas), klaim “pengolahan limbah B3” berisiko menjadi sekadar public relations – bukan solusi berkelanjutan.

Selain aspek teknis, terdapat pula tantangan pada sisi ekonomi dan kelembagaan. Kasus mesin pengolahan pupuk organik yang mangkrak dan kesulitan pemasaran produk menjadi bukti bahwa keberlanjutan sistem pengelolaan limbah tidak cukup ditopang teknologi semata. Demikian juga, keterbatasan rantai nilai daur ulang regional – di mana material harus dikirim ke Jawa dengan biaya tinggi – mengindikasikan bahwa zero waste di Sulawesi membutuhkan operasional ekosistem industri lokal yang lebih kokoh. Tanpa dukungan struktur pasar dan infrastruktur pendukung, berbagai inisiatif berisiko kehilangan daya tahan jangka panjang.

Dengan demikian, kesimpulan utama dari penelitian ini adalah bahwa PT. Bumi Bersih telah menapaki langkah awal penting melalui visi, MoA, dan rencana proyek strategis. Akan tetapi, untuk menjadikan visi zero waste yang kredibel, perusahaan harus segera menindaklanjutinya dengan tindakan konkret: melakukan audit kuantitatif timbulan limbah, menyusun SOP teknis pengelolaan B3, memastikan kemitraan dengan pengolah berizin, serta merancang mekanisme pemantauan dan pelaporan yang transparan. Di samping itu, keberlanjutan inisiatif hanya dapat dicapai jika terdapat integrasi antara aspek teknis, ekonomi, sosial, dan kebijakan.

Secara ringkas, zero waste yang benar – benar kredibel bukan hanya retorika atau kampanye, melainkan sebuah proses nyata yang ditopang oleh data, perencanaan teknis, dan akuntabilitas. Tanpa elemen – elemen tersebut, proyek berpotensi besar berhenti pada tataran pencitraan. Sebaliknya, dengan memperhatikan rekomendasi teknis dan kelembagaan, proyek Hotel Bintang 4 di Sulawesi dapat menjadi role model pengelolaan limbah berkelanjutan di kawasan Indonesia Timur.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi – tingginya kepada PT. Bumi Bersih Berenergi atas peran serta dan komitmen luar biasa mereka sebagai inisiatif sekaligus penyandang dana utama program pengabdian ini. Dukungan teknis maupun finansial dari PT. Bumi Bersih Berenergi terbukti sangat menentukan keberhasilan penerapan teknologi Pengolahan Limbah di Sulawesi.

## DAFTAR RUJUKAN

- Abednego, I. A., Putri, E., Choiroti, N., & Aprilia, V. (2022). Prinsip Zero Waste dalam Pengelolaan Lingkungan di Kampung Kota (Studi Kasus: Kampung Darmorejo). *Prosiding Seminar Nasional Planoearth*, 3, 64 – 72.
- Andini, S., Saryono, S., Fazria, A. N., & Hasan, H. (2022). Strategi Pengolahan Sampah dan Penerapan Zero Waste di Lingkungan Kampus STKIP Kusuma Negara. *Jurnal Citizenship Virtues*, 2(1), 273 – 281. <https://doi.org/10.37640/jcv.v2i1.1370>

- Atmika, I. G. N. A., & Suryawan, G. P. (2022). Pengelolaan Limbah Banten sebagai Sumber Energi Terbarukan dengan Teknologi RDF Berkualitas Tinggi. *Jurnal Bakti Saraswati*, 11(2), 97 – 106. <https://doi.org/10.2088/2149>
- Cahyono, H. S., Arief, L., Soedjarwoko, E., & Handini, D. R. (2025). Sub – Structure Analysis of BTS Tower on Low Soil Bearing Area. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 13(2), 195 – 210. <https://doi.org/10.33558/bentang.v13i2.10805>
- Cahyono, H. S., Carina, A., Rohmah, K. P. I., Kurniawan, E. Y., & Timu, M. E. (2025). KINERJA STRUKTURAL DAN KEBERLANJUTAN BANGUNAN PABRIK SIGARET DI BAWAH BEBAN DINAMIS : ANALISIS BERBASIS ETABS PADA SISTEM RANGKA BAJA. *DEARSIP : Journal of Architecture and Civil*, 05(01), 14 – 26. <https://doi.org/10.2808/0947>
- Cahyono, H. S., Saefudin, R., Carina, A., Kurniawan, E. Y., & Hidayat, W. N. (2025). EVALUASI KEPATUHAN LINGKUNGAN DAN STRATEGI PENGENDALIAN BERKELANJUTAN UNTUK BANGUNAN PABRIK SIGARET: STUDI KELAYAKAN BERBASIS REGULASI KKPR. *DEARSIP : Journal of Architecture and Civil*, 05(01), 1 – 13. <https://doi.org/10.2808/0947>
- Efendi, H. Z. (2021). Optimalisasi Alokasi Air Untuk Irigasi Dengan Menggunakan Progam Linier (Studi Kasus Daerah Irigasi Air Bendungan Laren Lamongan Jawa Timur). *DEARSIP : Journal of Architecture and Civil*, 1(2), 79 – 92. <https://doi.org/10.52166/dearsip.v1i2.2905>
- Firani, A. N. (2023). Kaum Muda Pelaku Gaya Hidup Zero Waste sebagai Generasi Global. *Jurnal Studi Pemuda*, 11(2), 90. <https://doi.org/10.22146/studipudaugm.84007>
- Hermawan, F. (2017). Penerapan Teknologi Waste to Energy (WTE) Pada Rencana Pembangunan Intermediate Treatment Facility (ITF) Sunter Jakarta Utara. *Research Paper*, 1(1), 1 – 21.
- Putra, E., Nurhasanah, N., Siregar, N. A., & Siregar, J. A. (2022). Pengenalan Gaya Hidup Zero Waste Terhadap Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal ADAM : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 225 – 231. <https://doi.org/10.37081/adam.v1i2.1142>
- Suhada, R. T., & Almahdy, I. (2017). Analisis Potensi Sampah Sebagai Sumber Energi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Dan Produk Kreatif Untuk Mendukung Pariwisata (Studi Kasus Di Kepulauan Seribu). *Jurnal PASTI*, 11(3), 245 – 255.
- Vicky Hapsari, P., Bakti Cahyono, R., & Aini Masruroh, N. (2023). Pemilihan Teknologi Waste To Energy Dengan Metode Analytical Hierarchy Process Di Tempat Pembuangan Akhir Sarimukti Bandung Jawa Barat. *Journal Altron; Journal of Electronics, Science & Energy Systems*, 2(02), 10 – 17. <https://doi.org/10.51401/altron.v2i02.2836>
- Wirjawan, J. K., & Choandi, M. (2024). Implementasi Arsitektur Berkelanjutan Dengan Pengelolaan Sampah Melalui Sistem Teknologi Waste To Energy (Wte). *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 6(1), 295 – 310. <https://doi.org/10.24912/stupa.v6i1.27474>