

Management of Paper Waste from Cardboard Packaging Production at PT. X

Pengelolaan Limbah Kertas Sisa Produksi Kemasan Karton di PT. X

Arinda Maharani Putri^{1*}, Panisean Nasoetion², Hardoyo³

¹²³Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Malahayati Bandar Lampung, Indonesia

*e-Mail Corresponding Author: arindaaputri26@gmail.com

ABSTRACT

The paper packaging industry generates solid waste in the form of paper scraps and defective products, which have the potential to impact the environment if not managed properly. This study aims to describe the solid waste management system for paper scraps from cardboard packaging production at PT. X and to assess its effectiveness. This study used a qualitative descriptive method through observation and interviews. The results indicate that paper waste at PT. X originates from flexo cutting, manual cutting, and rejects. Waste management is carried out through collection, shredding, compaction, and transportation by a third party. The volume of paper waste transported can reach 607 tons per month. This management demonstrates that waste is not allowed to accumulate in the production area and is managed through a reuse and recycling approach by the third party. The effectiveness of waste management is reflected in the regularity of the transportation process, the cleanliness of the work area, and the implementation of occupational safety during the transfer and transportation processes. The paper waste management system at PT. X can be considered quite effective in supporting smooth production and reducing potential environmental impacts.

Keywords: Recycling, Paper Packaging Industry, Cardboard Packaging, Paper Waste, Waste Management

ABSTRAK

Industri kemasan kertas menghasilkan limbah padat berupa sisa potongan kertas dan produk cacat produksi yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan sistem pengelolaan limbah padat kertas sisa produksi kemasan karton di PT. X serta meninjau efektivitas pengelolaannya. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif melalui observasi dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah kertas di PT. X berasal dari proses pemotongan *flexo*, pemotongan manual, serta produk cacat *reject*. Pengelolaan limbah dilakukan melalui pengumpulan, pencacahan, pemadatan, dan pengangkutan oleh pihak ketiga. Volume limbah kertas yang diangkut dapat mencapai 607 ton setiap bulannya. Pengelolaan ini menunjukkan bahwa limbah tidak dibiarkan menumpuk di area produksi dan telah dikelola melalui pendekatan *reuse* dan *recycle* oleh pihak ketiga. Efektivitas pengelolaan limbah tercermin dari keteraturan proses pengangkutan, kebersihan area kerja, serta penerapan keselamatan.

Arinda Maharani Putri dkk
Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Malahayati
Bandar Lampung, Indonesia
E-mail: arindaaputri26@gmail.com

Article History

Submitted: 27 Jan 2026

In Reviewed: 29 Jan 2026

Accepted: 11 Feb 2026

Published: 25 Feb 2026



kerja selama proses pemindahan dan pengangkutan. Sistem pengelolaan limbah kertas di PT. X dapat dikatakan cukup efektif dalam mendukung kelancaran produksi dan mengurangi potensi dampak lingkungan.

Kata kunci: Daur Ulang, Industri Kemasan Kertas, Kemasan Karton, Limbah Kertas, Pengelolaan Limbah

1. PENDAHULUAN

Industri kemasan kertas merupakan salah satu industri yang berkembang pesat karena meningkatnya kebutuhan akan kemasan ramah lingkungan sebagai pengganti plastik. Kemasan kertas memiliki kelebihan secara ekologi yaitu lebih mudah didaur ulang sehingga berdampak positif terhadap lingkungan (Andani dkk., 2025). Peningkatan produksi kemasan kertas ini secara langsung berdampak terhadap penggunaan bahan baku kertas dan karton yang semakin meningkat. Di balik manfaatnya sebagai kemasan yang relatif mudah terurai, proses produksi kemasan kertas tetap menghasilkan produk samping yaitu limbah, terutama limbah dalam bentuk padat berupa sisa potongan kertas dan produk cacat produksi.

Limbah padat kertas dari aktivitas produksi dapat menyebabkan permasalahan jika tidak dikelola dengan tepat. Penumpukan sisa potongan kertas dapat mengganggu kebersihan area produksi dan menurunkan efisiensi ruang penyimpanan. Selain itu, jika dibuang tanpa pengolahan, limbah tersebut dapat menambah beban pembuangan akhir dan mencemari lingkungan. Proses penguraian kertas di alam berlangsung dalam waktu yang relatif lama dan selama proses tersebut berpotensi menghasilkan gas rumah kaca. Limbah kertas merupakan limbah padat yang dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk yang lebih bernilai guna (Ganing dkk., 2025). Oleh sebab itu, pengelolaan limbah padat kertas penting sebagai sistem manajemen lingkungan yang perlu diterapkan oleh industri kemasan kertas.

Pengelolaan limbah kertas dapat dilakukan melalui pendekatan *reuse* dan *recycle*. Daur ulang kertas dapat menjadi solusi untuk mengurangi dampak negatif limbah terhadap lingkungan. Kegiatan ini dapat dilakukan melalui pemilahan, pengumpulan, pengolahan, pendistribusian, dan pemanfaatan kembali. Kegiatan daur ulang dapat berkontribusi mengurangi banyaknya volume limbah kertas. Beberapa pabrik kertas di Indonesia telah memanfaatkan limbah kertas untuk diolah menjadi produk kertas siap pakai. Selain mengurangi timbunan sampah, pemanfaatan kertas daur ulang juga berperan menekan penggunaan bahan baku kayu sebagai sumber utama pembuatan kertas, sehingga dapat mengurangi aktivitas penebangan pohon (Saputra & Fauzi, 2022).

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi kemasan kertas, salah satunya adalah *carton box*. Dalam proses produksinya, PT. X menghasilkan limbah padat berupa kertas karton dari sisa dari proses pemotongan dan produk cacat. Dalam praktiknya, limbah kertas tersebut dikelola dengan cara dikumpulkan dan dipadatkan menggunakan mesin *ball press* sebelum diserahkan kepada pihak ketiga untuk dilakukan pengolahan lebih lanjut. Sistem ini bertujuan

untuk mengurangi volume limbah dan mempermudah proses penyimpanan serta pengangkutan.

Adanya pengelolaan dan kerja sama dengan pihak ketiga menunjukkan bahwa PT. X telah berupaya dalam mengurangi dampak lingkungan dari kegiatan produksinya. Namun, sistem ini perlu dikaji lebih lanjut untuk menilai efektivitasnya dalam mendukung prinsip pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Oleh sebab itu, diperlukan kajian mengenai sistem pengelolaan limbah padat kertas yang diterapkan PT. X sebagai evaluasi terhadap praktik pengelolaan limbah di industri kemasan kertas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif untuk menggambarkan sistem pengelolaan limbah padat kertas sisa produksi kemasan kertas karton yang diterapkan di PT. X.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Februari 2025 di PT. X, yang merupakan produsen kemasan kertas karton.

2.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah limbah kertas sisa produksi yang berasal dari sisa pemotongan dan produk cacat.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

2.4.1 Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan melalui pengamatan terhadap alur proses produksi kemasan kertas karton, proses pengelolaan limbah kertas mulai dari pengumpulan, pemadatan menggunakan *ball press*, hingga pengangkutan ke pihak ketiga.

2.4.2 Wawancara

Wawancara dilakukan dengan operator produksi atau petugas pengelola limbah untuk mengetahui alur produksi dan pengelolaan limbah yang diterapkan di PT. X.

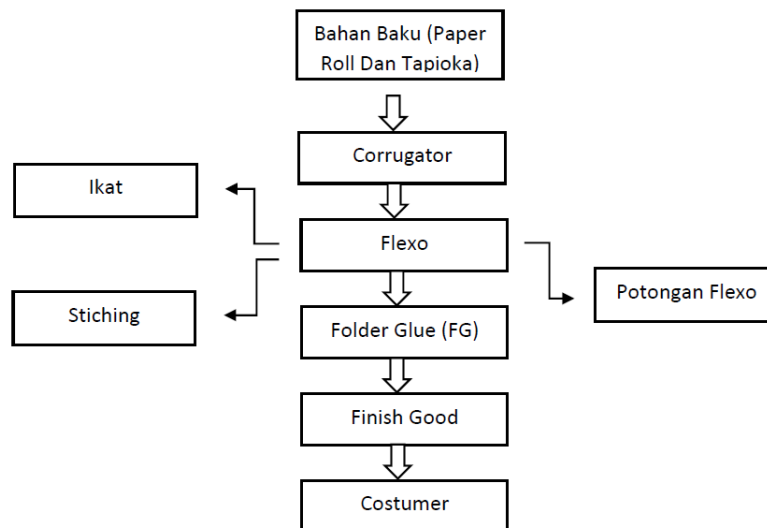
2.6 Metode Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dengan menguraikan hasil observasi dan wawancara untuk menggambarkan sistem pengelolaan limbah padat kertas sisa produksi di PT. X. Hasil analisis disajikan dalam bentuk uraian naratif untuk memberikan gambaran mengenai kondisi aktual pengelolaan limbah di PT. X.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Alur Proses Produksi Kemasan Kertas di PT. X

PT. X merupakan industri yang memproduksi kemasan kertas salah satunya adalah *carton box*. Pembuatan *carton box* di PT. X melalui beberapa tahapan yang disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur proses produksi kemasan *carton box* di PT. X

Produksi *carton box* diawali dengan menyiapkan bahan baku berupa *paper roll* (kertas gulungan) dan tapioka sebagai perekat. Bahan baku diproses pada mesin *corrugator* yang berfungsi mengubah *paper roll* menjadi lembaran *carton*. Pada tahap ini, kertas dibentuk menjadi lembaran dengan ketebalan tertentu. Lembaran *carton* selanjutnya masuk ke mesin *flexo* untuk proses pencetakan desain kemasan dan pemotongan sesuai pola kemasan. Sisa hasil pemotongan pada proses *flexo* akan menghasilkan limbah berupa potongan karton (potongan *flexo*).

Dari proses *flexo*, alur produksi dapat bercabang menjadi beberapa tahap lanjutan. Sebagian hasil karton dapat lanjut ke proses pengikatan agar tersusun rapi. Sebagian lainnya dapat diproses pada perekatan menggunakan mesin straples (*stitching*) untuk menambah kekuatan pada sambungan karton sesuai spesifikasi kemasan yang diinginkan, terutama untuk kemasan berukuran besar atau yang membutuhkan kekuatan tambahan.

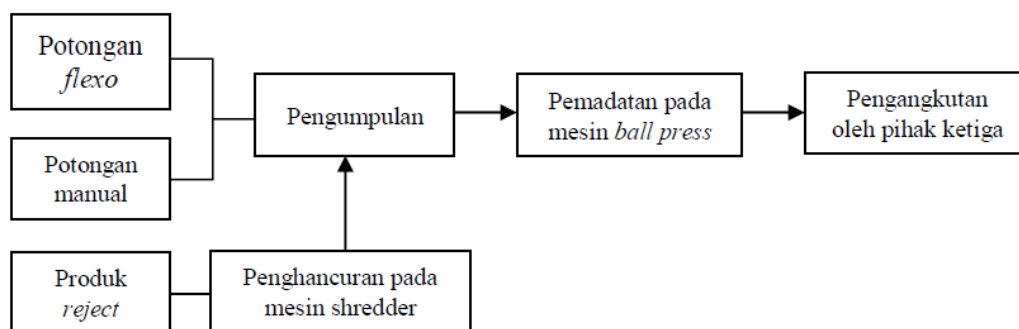
Setelah melalui proses *flexo*, karton yang telah dicetak dan dipotong diproses pada mesin *folder glue* untuk dilakukan pelipatan dan pemberian perekat berupa lem tapioka agar membentuk struktur kemasan sesuai desain. Selanjutnya, kemasan diperiksa hingga menjadi produk jadi (*finish good*). Kemudian, produk jadi dilakukan pengemasan dan didistribusikan kepada *customer*. Secara umum, alur produksi kemasan *carton box* ini seiras dengan proses produksi *carton box* yang dilaporkan oleh Widanto & Prastawa (2018) yaitu bahan baku diproses pada mesin *corrugator* hingga membentuk lembaran, pencetakan *flexo*, perekatan menggunakan straples pada *stitching* dan pemberian lem cair, dan finishing.

Berdasarkan pengamatan, selain menghasilkan produk utama berupa kemasan karton, proses produksi ini menghasilkan limbah padat berupa sisa potongan kertas karton dan kemasan yang tidak memenuhi spesifikasi atau mengalami cacat produksi. Limbah ini kemudian dikumpulkan dan dikelola sesuai sistem pengelolaan limbah yang diterapkan oleh perusahaan.

3.2 Pengelolaan Limbah Kertas di PT. X

Berdasarkan hasil observasi, pengelolaan limbah kertas di PT. X dilakukan dengan mengumpulkan potongan-potongan kertas karton dari proses *flexo* dan proses pemotongan manual, serta dari produk kemasan yang tidak memenuhi spesifikasi atau *reject*. Kumpulan limbah kertas ini kemudian dipadatkan menjadi kubus menggunakan mesin *ball press*. Selanjutnya limbah diangkut ke pihak ketiga untuk diolah menjadi produk kemasan kertas kembali, sehingga kerja sama ini berupaya untuk mengelola limbah kertas melalui pendekatan *reuse* dan *recycle*. Sesuai dengan pernyataan Aini dkk., (2020), bahwa penanganan limbah kertas dapat dilakukan melalui kegiatan mendaur ulang dan menggunakannya kembali. Penelitiannya melaporkan bahwa limbah kertas dapat didaur ulang menjadi produk yang bernilai guna seperti karton dan berkontribusi terhadap aspek kelestarian lingkungan hidup.

Alur pengelolaan limbah kertas di PT. X disajikan pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Alur pengelolaan limbah kertas di PT. X

3.2.1 Limbah Kertas dari Potongan *Flexo*

Mesin *flexographic printing* atau mesin *flexo* merupakan peralatan yang digunakan untuk mencetak desain pada kemasan karton (*carton box*). Mesin *flexo* berfungsi untuk mencetak desain dan pola pada beragam material, termasuk kertas dan kardus. Mesin *flexo* berperan penting untuk mendapatkan hasil cetakan yang akurat dan tajam (Prayoga & Yazirin, 2025). Mesin ini bekerja dengan sistem cetak berputar (*rotary printing*) dan mampu mencetak pada permukaan karton yang bergelombang. Setelah proses pencetakan selesai, karton selanjutnya melewati unit pemotongan untuk dibentuk sesuai dengan desain dan ukuran yang diinginkan. Pada

tahap pemotongan tersebut dihasilkan sisa potongan karton (*scrap*), berupa bagian tepi atau potongan kecil yang tidak digunakan dalam produk akhir.



Gambar 3. Pemotongan karton pada mesin *flexo*

Di bagian bawah mesin *flexo* terdapat saluran terbuka yang berfungsi sebagai jalur pembuangan sisa potongan hasil pemotongan. Potongan karton tersebut akan langsung jatuh ke bagian bawah mesin. Untuk mencegah terjadinya penumpukan limbah di area mesin, sisa potongan tersebut dialirkan menggunakan sistem *conveyor* (ban berjalan). *Conveyor* ini beroperasi secara otomatis dan kontinu untuk mengangkut limbah potongan karton keluar dari area mesin produksi.

3.2.2 Limbah Kertas dari Potongan Manual

Potongan manual dilakukan untuk proses pembuatan kemasan bahan makanan, seperti pisang dan ayam. *Carton box* yang masih dalam kondisi utuh perlu dilakukan proses pelubangan untuk membuka *carton box*. Karton dikumpulkan dan disusun pada satu area kerja sebelum dilakukan pemotongan. *Carton box* dilubangi pada bagian tertentu oleh para pekerja menggunakan alat bantu berbentuk runcing dan tajam. Proses pemotongan manual ini menghasilkan sisa-sisa potongan karton sebagai limbah. Selanjutnya, limbah kertas ini dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam *conveyor* berjalan untuk diproses ke tahap pengelolaan berikutnya.



Gambar 4. Proses pembuatan lubang pada *carton box*

3.2.3 Limbah Kertas dari Mesin *Shredder*

Mesin *shredder* berfungsi sebagai mesin penghancur yang digunakan untuk menghancurkan berbagai material menjadi potongan-potongan kecil. Mesin *shredder* merupakan mesin pencacah yang berfungsi untuk menghancurkan limbah maupun bahan yang tidak terpakai seperti limbah plastik dan kertas (Effendi & Setiawan, 2024). PT. X menggunakan mesin ini untuk menghancurkan produk kemasan *carton box* yang tidak sesuai spesifikasi (*reject*) seperti salah cetak, lem terlepas, ukuran, tidak sesuai, desain tidak sesuai, dan over produksi.



Gambar 5. Pemotongan karton pada mesin *shredder*

Limbah kertas dimasukkan ke dalam mesin, di dalam mesin terdapat silinder dengan bilah tajam yang berputar. Karton kemudian ditarik masuk oleh putaran silinder dan dihancurkan menjadi potongan-potongan kecil. Effendi & Setiawan (2024) menjelaskan bahwa mesin *shredder* atau pencacah kertas menggunakan mekanisme putaran poros yang dilengkapi pisau pemotong, proses pencacahan terjadi akibat tekanan pisau terhadap limbah kertas yang masuk ke dalam mesin. Potongan kecil limbah kertas yang diproses dari mesin ini selanjutnya dikumpulkan untuk diolah ke tahap berikutnya.

3.2.4 Pemadatan Limbah Kertas

Proses pemadatan limbah kertas dilakukan menggunakan mesin *ball press*. Mesin ini dapat digunakan untuk memadatkan berbagai jenis limbah seperti plastik, karet, kertas, kardus, dan berbagai material lainnya. Di PT. X, mesin ini khusus digunakan untuk memadatkan limbah kertas seperti *carton box* yang berasal dari proses pemotongan manual, pemotongan *flexo*, dan limbah kertas yang dihancurkan pada mesin *shredder*. Semua limbah kertas sisa produksi dimasukkan ke dalam mesin *ball press*, kemudian mesin ditutup dan mulai melakukan proses penekanan (*pressing*). Mesin ini menggunakan sistem hidrolik yang akan menghasilkan tekanan dan akan memadatkan serpihan *carton box* hingga membentuk kubus padat. Seiras dengan Sarjana dkk., (2023) yang menjelaskan bahwa mesin *press* hidrolik digerakkan oleh cairan untuk menekan suatu material agar tercipta suatu bentuk. Hasil pemadatan keluar dari mesin secara otomatis, selanjutnya bal diikat dan dipindahkan menggunakan *forklift* ke ruang penyimpanan sementara. Sisa-sisa

serpihan *carton box* yang berserakan di area mesin dibersihkan untuk menjaga kebersihan dan keamanan kerja.



Gambar 6. Pemadatan limbah kertas pada mesin *ball press*

3.2.5 Pengangkutan

Setelah seluruh tahapan pengolahan selesai, limbah karton yang telah dipadatkan dalam bentuk *ball* selanjutnya diangkut ke luar area pabrik dan disiapkan untuk pengangkutan ke pihak ketiga, yaitu PT. Z. PT. Z merupakan salah satu industri pengolahan kertas terkemuka di Indonesia yang menghasilkan kertas kemasan, *copy paper*, dan tisu. Industri ini diketahui telah berhasil mendapatkan penghargaan berkat inovasinya dalam mengembangkan pengelolaan sampah. Limbah kertas yang diangkut ke PT. Z ini akan didaur ulang kembali menjadi kertas kemasan.

Pengangkutan dilakukan oleh operator menggunakan *forklift* untuk memindahkan *ball* limbah ke dalam truk pengangkut. Dalam satu unit truk dapat memuat sekitar 80-96 *ball*. Pengangkutan dilakukan sebanyak 1 hingga 2 truk per hari dengan total muatan 19-30 ton. Dalam satu bulan, limbah kertas yang diangkut ke pihak ketiga dapat mencapai 607 ton. Pengangkutan ini dilakukan secara rutin setiap hari guna menjaga kelancaran proses produksi sekaligus mencegah terjadinya penumpukan limbah di area pabrik.



Gambar 7. Pengangkutan limbah kertas oleh pihak ketiga

Selama proses pemuatan dan pengangkutan, aspek keselamatan kerja menjadi perhatian utama. *Ball* limbah ditata secara stabil agar tidak mudah bergeser atau jatuh selama perjalanan. Selain itu, efisiensi waktu dan tenaga juga diperhatikan agar proses pengangkutan berjalan dengan cepat dan efektif. *Ball* yang telah tertata rapi dan dipastikan keamanannya diangkut ke pihak ketiga. Sesuai dengan Aini dkk., (2022) bahwa upaya daur ulang kertas dapat menekan kebutuhan penebangan pohon dan membantu menjaga keberlanjutan proses produksi.

3.3 Tinjauan Efektivitas Pengelolaan Limbah Kertas di PT. X

Efektivitas pengelolaan limbah kertas berupa *carton box* sisa produksi di PT. X dapat tercermin dari besarnya volume limbah yang berhasil dikelola dan diangkut yaitu sebesar 607 ton setiap bulannya. Limbah kertas dari proses produksi tidak dibiarkan menumpuk di area kerja, melainkan dikelola dengan dikumpulkan, dialirkan menggunakan sistem *conveyor*, kemudian dipadatkan menggunakan mesin *ball press* yang selanjutnya diserahkan kepada pihak ketiga untuk dimanfaatkan kembali. Hal ini sejalan dengan Haifa dkk., (2024) yang menyatakan bahwa limbah industri yang dikelola dengan efektif dapat memberikan dampak positif terhadap kelestarian lingkungan dan berperan dalam menciptakan efisiensi pemanfaatan sumber daya alam. Selain itu, pengelolaan limbah industri yang berkelanjutan dapat menekan potensi kerugian ekonomi akibat pencemaran lingkungan.

Efektivitas pengelolaan limbah juga ditunjukkan oleh keteraturan proses pengangkutan serta kondisi area kerja yang selalu dijaga kebersihannya dan tidak terganggu oleh sisa potongan karton. Pengangkutan limbah dilakukan secara rutin setiap hari sehingga tidak menghambat kelancaran proses produksi. Dalam proses pengangkutan ini, PT. X tetap memperhatikan keselamatan kerja yang tercermin dari penggunaan alat bantu *forklift* oleh operator terlatih serta penataan *ball* limbah secara stabil dan rapi, sehingga meminimalkan resiko kecelakaan kerja. Hal ini sesuai dengan Farras dkk., (2025) yang menyatakan bahwa penerapan keselamatan kerja penting untuk memberi perlindungan kepada pekerja dan menunjang kelancaran aktivitas serta produktivitas di lingkungan industri.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa proses produksi kemasan kertas berupa *carton box* di PT. X menghasilkan produk sampingan yaitu limbah padat berupa sisa potongan karton dari proses pemotongan *flexo*, pemotongan manual, serta produk cacat (*reject*). Pengelolaan limbah kertas dilakukan melalui pengumpulan, pencacahan pada mesin *shredder*, pemadatan dengan mesin *ball press*, dan diangkut ke pihak ketiga untuk diolah kembali. Sistem pengelolaan limbah yang diterapkan menunjukkan adanya upaya pemanfaatan limbah melalui pendekatan *reuse* dan *recycle* sehingga limbah tidak dibuang secara langsung ke lingkungan.

Efektivitas pengelolaan limbah kertas di PT. X tercermin dari volume limbah yang diangkut secara rutin berkisar 607 ton per bulan, serta tidak terjadinya penumpukan limbah di area produksi. Proses pengangkutan dilakukan secara

teratur, kebersihan area kerja terjaga, dan penerapan aspek keselamatan kerja menunjukkan sistem pengelolaan limbah berjalan dengan baik. Pengelolaan limbah dikatakan efektif dalam menunjang kelancaran proses produksi sekaligus mengurangi potensi dampak lingkungan. Pengelolaan limbah kertas di PT. X perlu dipertahankan dan ditingkatkan melalui pemantauan rutin terhadap jumlah limbah yang dihasilkan.

REFERENSI

- Aini, S. Q., Wahyudi, J., Ernawati, A., & Astuti, A. D. (2020). Daur Ulang Limbah Kertas Menjadi Karton Gembos dan Kelayakan Usahanya. *In Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur)* (Vol. 3, pp. A3-1). <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin/article/view/188>.
- Andani, W., Deliana, Y., & Trimio, L. (2025). Persepsi Produsen Usaha Bakeri Terhadap Kemasan Plastik dan Green Packaging Berbahan Dasar Kertas. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 3(1), 372-386. <https://doi.org/10.60126/maras.v3i1.757>.
- Effendi, Y., & Setiawan, A. D. (2024, January). Analisa Sistem Transmisi pada Mesin Pencacah Kertas Tipe *Shredder*. *In Prosiding TAU SNARS-TEK Seminar Nasional Rekayasa dan Teknologi* (Vol. 3, No. 1, pp. 90-96). <https://doi.org/10.47970/snarstek.v2i1.555>.
- Farras, F., Jumhana, E., Fadilah, A., Adha, A., Novrio, M. J. A., & Haki, U. (2025). Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3): Pilar Utama dalam Produktivitas dan Keberlanjutan. *Bureaucracy Journal: Indonesia Journal of Law and Social-Political Governance*, 5(1), 619-633. <https://doi.org/10.53363/bureau.v5i1.548>.
- Ganing, M., Khatimah, N. K., & Al Adawiyah, S. U. (2025). Inovasi Pengolahan Limbah Kertas Untuk Kemasan Ramah Lingkungan di Percetakan Daenk Fajar, Bone. *Jurnal Gembira: Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(03), 899-906. <https://gembirapkm.my.id/index.php/jurnal/article/view/978>.
- Haifa, A., Oktaviana, A., & Kamal, U. (2024). Tantangan dan Solusi Pengelolaan Limbah Industri: Upaya Menuju Lingkungan Yang Bersih dan Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(23), 1133-1139. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/9313>.
- Prayoga, F. A., & Yazirin, C. (2025). Analisis Penyebab Turunnya *Roll Impression* dengan Metode FMECA pada Mesin *Flexo* di PT. X, TBK. *Journal of Industrial Engineering & Technology Innovation*, 2(2), 78-89. <https://doi.org/10.61105/jieti.v2i2.192>.
- Saputra, A. Z., & Fauzi, A. S. (2022). Pengolahan sampah kertas menjadi bahan baku industri kertas bisa mengurangi sampah di Indonesia. *Jurnal Mesin Nusantara*, 5(1), 41-52. <https://doi.org/10.29407/jmn.v5i1.17522>.
- Sarjana, S. S., Prawoto, Y., Umroh, B., & Idris, M. (2023). Analisis tegangan mekanik pada mesin press hidrolik dengan beban 20 ton. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(2), 258-266. <https://doi.org/10.30596/rmme.v6i2.16551>.
- Widanto, A. D. H., & Prastawa, H. (2018). Analisis Rantai Nilai (*Value Chain Analysis*) pada Lantai Produksi I dan II PT Pura Boxindo, Kudus. *Industrial*

Engineering Online Journal, 6(4).
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/20495>.