

**PENDAMPINGAN IMPLEMENTASI TEKNOLOGI UNTUK USAHA
PENGANGKUTAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA BERACUN
PT. BINA ENVIRO NUSA**

Meredita Susanty¹, Erwin Setiawan², Ade Irawan³, Randi Fermana⁴

^{1,2,3,4}Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer

Universitas Pertamina

Email: meredita.susanty@universitaspertamina.ac.id¹

***Abstract.** The COVID-19 pandemic in 2020 caused an increase in infectious waste from personal protective equipment (PPE) used by the medical team. Infectious waste as hazardous and toxic waste (B3) must be appropriately and correctly handled following applicable laws so that it does not cause soil, water and air pollution. In managing B3 waste, hospitals as waste producers will cooperate with other parties such as B3 waste transport and waste management companies. The increase in the amount of B3 waste that must be transported every two days also increases the volume of work for each party. Monitoring the waste transportation process is critical because several potential problems can occur at this stage. For example, B3 waste disposal is not dumped in proper locations and loss of waste or transportation of waste that does not reach its destination. Various violation cases trigger waste producers to choose established B3 waste carriers rather than the new, small or medium-scale B3 waste carriers. Through this community service activity, Pertamina University collaborates with Small and Medium Enterprises (SMEs) B3 waste carriers in building real-time vehicle location tracking to increase the trust of waste producers toward new SME waste carriers. Thus, it will boost the competitiveness of these SMEs. With this tracking application, waste generators and transporters can check the route taken by transporting vehicles until they arrive at certified waste treatment facilities and monitor vehicle speed so that B3 waste remains safe during the trip.*

***Keywords:** waste, hazardous waste, transporter*

Abstrak. Pandemi COVID-19 di tahun 2020 menyebabkan peningkatan limbah infeksius dari alat perlindungan diri (APD) yang digunakan tim medis. Limbah infeksius termasuk dalam golongan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang proses pengelolaannya harus dilakukan dengan baik dan benar sesuai dengan Undang - Undang yang berlaku, agar tidak menimbulkan pencemaran tanah, air, dan udara. Dalam pengelolaan limbah B3, rumah sakit sebagai penghasil limbah akan bekerjasama dengan pihak-pihak lain seperti perusahaan pengangkut dan/atau pengelola limbah B3. Peningkatan jumlah limbah B3 yang harus diangkut setiap dua hari sekali juga menambah volume pekerjaan setiap pihak. Monitoring pengangkutan limbah B3 merupakan aktivitas yang sangat penting untuk dilakukan, karena adanya potensi masalah yang dapat terjadi misalnya pembuangan limbah B3 tidak di lokasi yang semestinya, hilangnya limbah atau pengangkutan limbah yang tidak sampai ke tujuan. Berbagai temuan dalam pengangkutan limbah mengakibatkan rendahnya kepercayaan penghasil limbah terhadap pengangkut limbah B3 berskala kecil dan menengah, atau yang relatif baru. Melalui kegiatan pengabdian masyarakat ini, Universitas Pertamina bekerjasama dengan pelaku Usaha Kecil dan Menengah (UKM) pengangkutan limbah B3 membangun aplikasi pelacak keberadaan kendaraan pengangkut, untuk meningkatkan kepercayaan penghasil limbah untuk menggunakan jasa pengangkut limbah berskala kecil dan menengah sehingga meningkatkan daya saing UKM tersebut. Dengan adanya aplikasi pelacakan ini, pihak penghasil dan pengangkut limbah dapat memeriksa rute yang dilalui kendaraan pengangkut hingga sampai ke tempat pengolahan yang legal, serta memantau kecepatan kendaraan agar limbah B3 tetap aman selama perjalanan.

Kata kunci : limbah, bahan berbahaya beracun, pengangkut

PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, sebanyak 2.820 rumah sakit dan 9.884 puskesmas di Indonesia menghasilkan 290 ton limbah medis setiap harinya, dan hanya terdapat 87 rumah sakit yang

memiliki incinerator untuk mengelola limbah medis secara mandiri (Aqil & Dipa, 2020). Sedangkan, rumah sakit dan puskesmas lain harus mengirim limbah medisnya ke perusahaan pengelola limbah.

Pandemik COVID-19 diperkirakan meningkatkan jumlah limbah medis yang dihasilkan rumah sakit yang berasal dari penggunaan Alat Perlindungan Diri (APD) oleh tenaga medis. Merespon hal ini, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mengeluarkan surat edaran mekanisme pengelolaan limbah infeksius penanganan COVID-19 (Kehutanan, 2020). Mekanisme teknis yang disampaikan dalam edaran KLHK ini juga sejalan dengan arahan yang dilakukan di negara lain seperti di Eropa dan Amerika (Angell, 2020; European Center for Disease Prevention and Control, 2020). Dalam surat edaran tersebut, APD sekali pakai harus dibuang di wadah yang tertutup dan harus diangkut dari fasilitas kesehatan setiap 2 hari untuk kemudian dihancurkan menggunakan incinerator atau autoclave. Namun, tidak semua limbah B3 harus dihancurkan di incinerator karena dapat meningkatkan polusi udara. Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki incinerator harus mengirimkan limbah medisnya ke tempat pengelolaan limbah. Di Indonesia, tempat pengelolaan limbah sendiri terpusat di pulau Jawa sedangkan fasilitas kesehatan tersebar di seluruh Indonesia, oleh karena itu peran jasa pengangkutan limbah B3 sangat diperlukan.

Fasilitas kesehatan sebagai penghasil limbah B3 yang tidak dapat mengelola limbahnya sendiri, secara legal diijinkan untuk bekerja sama dengan perusahaan jasa pengelolaan limbah B3 berdasarkan syarat dan ketentuan berlaku. Salah satu syarat wajibnya adalah dengan pengurusan dokumen limbah B3. Umumnya dalam pengelolaan limbah, perusahaan penghasil limbah akan bekerja sama dengan perusahaan pengangkut limbah B3 dan perusahaan pengelola limbah B3. Semua pihak penghasil, pengangkut dan pengelola limbah wajib memiliki ijin hukum dari KLHK.

Dalam pengelolaan Limbah B3, tahap pengangkutan merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan pengawasan, karena pada tahap ini besar kemungkinan akan terjadinya penyalahgunaan seperti limbah B3 yang tidak sampai tujuan. Oleh karena itu, untuk mempermudah pengawasan dalam pengelolaan limbah B3 untuk kegiatan pengangkutan limbah

B3, sejak tahun 2017 dilakukan pelaporan manifes secara elektronik (FESTRONIK) ("Festronik, Aplikasi Online Pengawasan LB3," 2017; "Festronik, Hubungkan RS, KLH Serta Perusahaan Pengangkut dan Pengelola Limbah," 2018; "Festronik - KLHK," n.d.; "Perbaiki Tata Kelola Limbah B3, KLHK Sosialisasikan Festronik," 2019). Aplikasi daring ini berfungsi menyimpan, mengolah, dan mengevaluasi data pengelolaan lingkungan. Aplikasi FESTRONIK memudahkan KLH, pengirim limbah, pengangkut limbah, dan penerima limbah dalam mengelola data manifes elektronik limbah B3.

Meskipun sudah menggunakan FESTRONIK, pengangkut limbah masih mungkin untuk melakukan penyelewengan. Ada pengangkut yang membuang limbah B3 bukan di lokasi tujuan atau pada kasus lain pengangkut berijin mengalihkan pekerjaan pengangkutan ke pihak lain yang tidak berijin. Praktek tersebut dilakukan demi mendapatkan keuntungan yang lebih besar. Kasus pembuangan limbah B3 di lokasi yang tidak semestinya sampai dengan hilangnya limbah B3 di tahun 2013 menjadi perhatian KLH dan masyarakat (Jerome Wirawan, 2017; Sopian Hadi, 2021; "Walhi Masih Temukan Perusahaan Buang Limbah B3 ke DAS Citarum," 2019). KLH merencanakan penggunaan GPS tracking sebagai pelengkap FESTRONIK (Kosasih, 2016; "Limbah B3 GPS Tracking-KLHK," n.d.; "Pembuangan Limbah B3 Dipantau Dengan GPS," n.d.; Maskur, 2016), sehingga truk pengangkut bisa dilacak keberadaannya. Namun, hingga saat ini GPS tracking belum digunakan oleh pengangkut.

Di tahun 2020, belum ada pemusnah limbah di wilayah Sumatera Barat, sehingga limbah B3 dari rumah sakit harus diangkut ke Jakarta untuk dimusnahkan. Kasus-kasus penyelewengan dalam pengangkutan limbah membuat penghasil limbah menjadi kurang percaya terhadap pengangkut limbah B3 berskala kecil dan menengah atau pengangkut limbah B3 yang baru walaupun para pengangkut ini sudah memiliki ijin dari KLH. Permasalahan ini juga dihadapi oleh mitra, PT Bina Enviro Nusa yang berlokasi di Sijunjung, Sumatera Barat. Meskipun menyadari perlunya metode monitoring yang mudah untuk para calon

pelanggan, UKM saat ini tidak memiliki karyawan dengan keahlian di bidang informasi dan teknologi. Melalui program pengabdian masyarakat ini, civitas Universitas Pertamina mendapat kesempatan untuk membantu mengatasi permasalahan mitra. Dengan adanya aplikasi *mobile* untuk memantau lokasi truk pengangkut secara *real time* bukan hanya akan memberikan manfaat bagi pengangkut, namun juga bagi perusahaan penghasil limbah dan KLH. Perusahaan penghasil limbah bisa lebih yakin bahwa pihak pengangkut yang ditunjuk mengangkut limbah sesuai dengan peraturan KLH. Selain itu, dengan memantau kecepatan dan lokasi truk, pihak KLH bisa mengetahui bahwa limbah diserahkan ke lokasi yang sesuai dan selama perjalanan limbah dibawa dengan aman (tidak rusak).

Selain manfaat di atas, data pelacakan rute pengangkutan limbah B3 dapat diolah lebih lanjut oleh perusahaan pengangkut untuk menentukan rute paling efisien bagi perusahaan dalam pengambilan dan pengantaran limbah ini dengan tetap taat pada aturan perundangan yang berlaku. Penentuan jalur paling efisien ini merupakan salah satu bentuk rekomendasi berdasarkan data yang ada dimana perubahan data akan mengubah rekomendasi yang diberikan. Dengan pengambilan keputusan

berlandaskan data (*data-driven decision making*) ini diharapkan perusahaan dapat menyusun langkah-langkah untuk efisiensi, meningkatkan produktifitas dan memetakan strategi peningkatan kinerja berkelanjutan lainnya.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan dengan durasi tiga bulan dimulai dari bulan Oktober hingga Desember 2020 dengan mitra PT. Bina Enviro Nusa (BEN) sebagai UKM pengangkut limbah yang berlokasi di Sijunjung, Sumatera Barat. Pada tahun 2020, kekayaan bersih (tanpa tanah dan bangunan usaha) mencapai 900 juta rupiah dengan omset sekitar 1,3 miliar setahun. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No.11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja maka BEN termasuk pada kategori usaha menengah. BEN memiliki staf sejumlah 10 orang dimana 6 diantaranya adalah pengemudi kendaraan pengangkutan limbah. Kegiatan pengabdian masyarakat bertujuan membantu mitra dalam mengembangkan perangkat lunak berbasis *mobile* untuk melakukan monitoring lokasi kendaraan yang mengangkut limbah B3. Kegiatan dilakukan selama tiga bulan dimulai bulan Oktober 2020 hingga Desember 2020. Dalam pelaksanaannya, kegiatan ini mengikuti tahapan yang diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan PKM

Tahapan analisis permasalahan dilakukan menggunakan metode wawancara dan analisis dokumen untuk mendapatkan gambaran proses bisnis dan tantangan yang dihadapi oleh mitra. Wawancara dilakukan dengan mitra menggunakan melalui kanal komunikasi daring. Analisis dokumen dilakukan dengan mereview aturan pemerintah terkait pengelolaan limbah B3 dan dokumentasi sistem informasi yang digunakan oleh KLHK.

Tahapan selanjutnya adalah merancang solusi untuk permasalahan mitra. Dalam tahapan

perancangan solusi ini, mitra turut berkontribusi aktif dalam sesi *brainstorming* dalam untuk mencari solusi dan melakukan pemilihan solusi. Pemilihan solusi permasalahan dilakukan dengan melakukan analisis *Strength, Weakness, Opportunity, dan Threats* (SWOT).

Setelah bersama dengan mitra memutuskan solusi yang akan diterapkan, tim pengabdian masyarakat melakukan pembagian tugas mana saja tugas yang akan dilakukan oleh mitra di lokasi operasi usaha dan tugas yang akan dilakukan oleh tim pengabdian masyarakat.

Setelah solusi selesai dirumuskan dan dikembangkan, tim pengabdian akan mendampingi mitra dalam melakukan *change management* untuk mengimplementasikan perubahan pada proses bisnis yang berjalan saat ini.

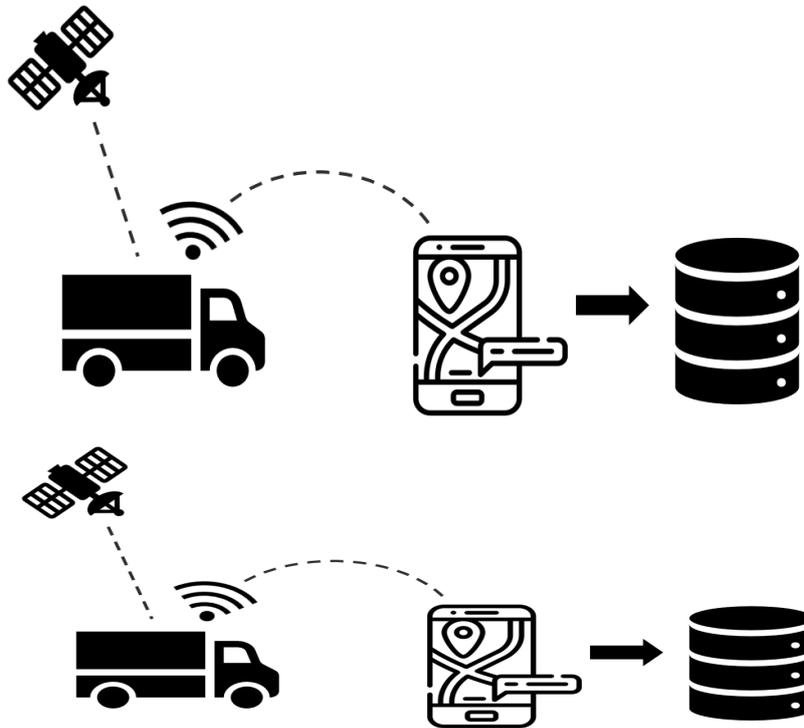
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisis permasalahan diketahui bahwa proses pengangkutan limbah B3 sudah terstandarisasi sesuai dengan peraturan pemerintah. Dalam transportasi limbah, semua pihak yang terlibat harus melaporkan setiap tahapan mengisi formulir pengawasan baik secara fisik maupun daring pada aplikasi FESTRONIK yang disediakan oleh pemerintah. Pengawasan yang dilakukan oleh pemerintah hanya dilakukan saat adanya perpindahan limbah dari satu pihak ke pihak lain. Selama limbah berada di pihak pengangkut, tidak ada mekanisme pengawasan yang dilakukan oleh pemerintah. Pada titik inilah penghasil limbah cenderung merasa khawatir terhadap usaha pengangkut yang relatif baru meskipun pengangkut sudah memiliki ijin usaha dari pemerintah. Dari hasil analisis didapatkan bahwa permasalahan mitra adalah perlunya menciptakan *branding* sebagai usaha menengah yang terpercaya baik oleh pelanggan maupun calon pelanggan.

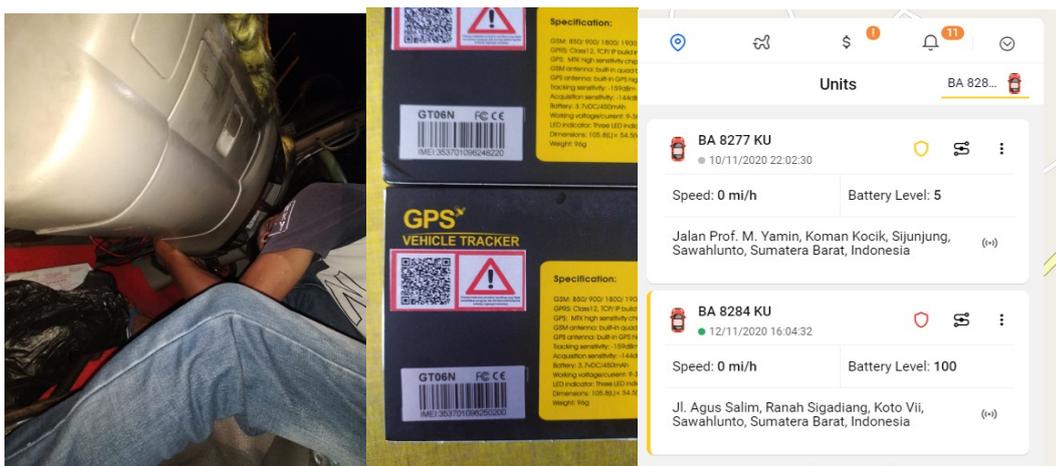
Berdasarkan permasalahan yang diidentifikasi ada beberapa solusi yang dapat diambil oleh mitra. Pertama, menunggu adanya aplikasi pelacakan *real time* yang akan disediakan oleh pemerintah sebagai ekstensi dari sistem FESTRONIK saat ini. Solusi ini tidak membutuhkan sumber daya apapun dari mitra namun ketidakpastian kapan aplikasi ini akan dapat digunakan akan menghambat mitra untuk mendapatkan pelanggan dalam waktu dekat. Kedua, mengembangkan aplikasi berbasis web atau *mobile* untuk pelacakan *real time* secara

mandiri dimana mitra akan mengeluarkan sumber daya baik waktu maupun biaya dan adanya risiko aplikasi ini akan tergantikan saat pemerintah sudah menggunakan aplikasi ekstensi dari sistem FESTRONIK. Diantara solusi yang ada, diputuskan untuk mengembangkan aplikasi mempertimbangkan peluang untuk mendapatkan pelanggan pada masa pandemi yang lebih besar dibandingkan sumber daya yang perlu dikeluarkan untuk membangun aplikasi mandiri. Aplikasi yang akan dikembangkan akan berbasis *mobile* mempertimbangkan sebagian besar pihak-pihak yang akan menggunakan seperti staf rumah sakit, pengendara truk limbah, dan staf pemusnah limbah lebih sering berada di lapangan. Selanjutnya, perancangan aplikasi dilakukan oleh tim pengabdian masyarakat dengan masukan dari mitra dalam rancangan pengelompokan menu dan tampilan aplikasi.

Aplikasi pelacakan pengangkutan limbah B3 memanfaatkan teknologi Global Positioning System (GPS) untuk melakukan pemantauan secara real time. GPS adalah sistem navigasi berbasis satelit yang pertama kali dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika. GPS akan menangkap sinyal lokasi dan waktu dari beberapa satelit yang akan diterjemahkan ke dalam lokasi lintang dan bujur posisi GPS di permukaan bumi. GPS menangkap sinyal dari satelit yang menunjukkan koordinat lokasi kendaraan. Koordinat akan dikirimkan ke server menggunakan jaringan seluler setiap 30 detik. Data koordinat akan diproses oleh aplikasi untuk diterjemahkan ke dalam informasi geografis yang mudah dipahami oleh pengguna. Informasi geografis akan ditampilkan dalam bentuk peta digital yang akan memperbarui lokasi secara real-time pada aplikasi *mobile* yang dapat diakses tiap waktu oleh penghasil dan pengangkut limbah B3 seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



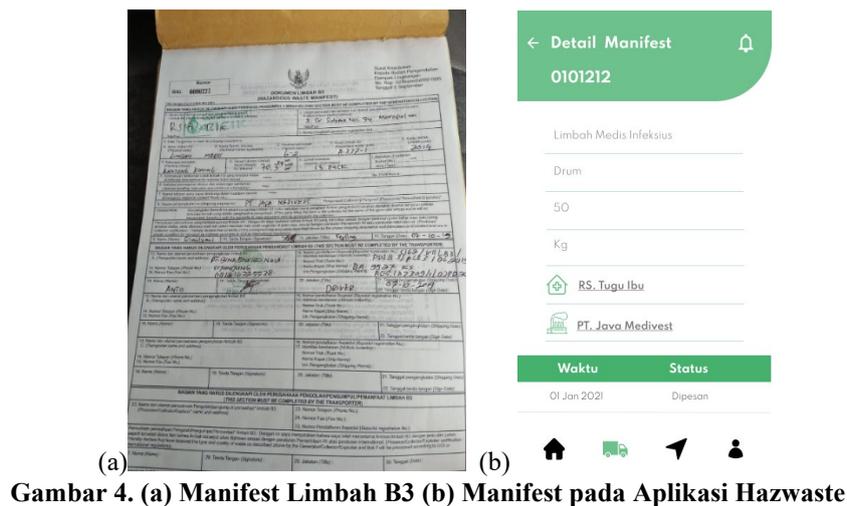
Gambar 2. Metode Pengiriman Informasi Posisi Truk Pengangkut Limbah B3



Gambar 3. Pemasangan GPS dan Tracking Truck Pada Aplikasi

Aplikasi *mobile* yang sudah tersedia di playstore saat ini membuat data yang biasanya hanya tersedia dalam bentuk *hardcopy* ada pada dokumen manifest seperti pada Gambar 4.(a) tersedia secara daring yang diinputkan melalui aplikasi *mobile* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.(b). Saat ini dalam aplikasi sudah ada fitur pencatatan penghasil limbah yang menyimpan data rumah sakit, dan manifest limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit tersebut, data kendaraan dan pengemudi yang mengangkut limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit tertentu,

dan data perusahaan pemusnah limbah yang menjadi tujuan akhir pengantaran limbah seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Ketersediaan data dalam bentuk elektronik memudahkan UKM untuk melakukan analisis lebih lanjut mengenai operasi bisnis usahanya seperti mengukur kinerja pengemudi, menentukan kapan kendaraan operasional harus diservis, atau kapan perusahaan memerlukan penambahan armada operasional.



Gambar 4. (a) Manifest Limbah B3 (b) Manifest pada Aplikasi Hazwaste



Gambar 5. Aplikasi Hazwaste yang sudah tersedia di Playstore

Setelah aplikasi tersedia pada Playstore, tim pengabdian masyarakat memberikan pelatihan bagi perwakilan mitra tentang cara mengunduh dan menggunakan aplikasi ini. Berikutnya perwakilan yang mendapatkan pelatihan, memberikan sosialisasi untuk rekan-rekan sejawatnya. Tim pengabdian masyarakat juga mendampingi dalam sesi sosialisasi ini.

Selain bermanfaat bagi UKM yang menjadi pengangkut limbah, aplikasi Hazwaste juga memberikan akses ke faskesmas seperti rumah sakit sebagai penghasil limbah selaku penanggungjawab utama limbahnya. Karena penghasil dalam regulasi diwajibkan untuk melakukan pemantauan limbah dari titik penghasil sampai titik pemusnahan. Jika masih ada residu dari proses pemusnahan, penghasil masih wajib untuk memantau alur limbahnya sampai pemusnahan akhir. Dengan adanya

aplikasi ini penghasil bisa mengetahui pergerakan real time limbah yang dihasilkannya. Jika ada sesuatu hal yang dinilai tidak sesuai dengan regulasi (misalnya truk berhenti di titik yang tidak seharusnya, atau truk melewati rute tidak seharusnya), penghasil bisa langsung mengkonfirmasi ke pengangkut supaya potensi pelanggaran bisa dideteksi sedini mungkin. Pendeteksian sedini mungkin dibutuhkan untuk meminimalkan dampak pencemaran dan upaya pemulihannya.

Mitra memberikan masukan yang positif terkait pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan oleh civitas akademika Universitas Pertamina. Program ini telah membantu mitra untuk meningkatkan nilai jual dan membangun kepercayaan pelanggannya (Kasih, 2021).

SIMPULAN DAN SARAN

Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat dengan mitra PT. Bina Enviro Nusa sebagai UKM yang bergerak di bidang pengangkutan limbah B3 berhasil mengatasi permasalahan mitra dalam membangun citra perusahaan untuk meningkatkan nilai jual dan membangun kepercayaan pelanggan. Solusi dari permasalahan mitra adalah dikembangkannya sebuah aplikasi untuk mencatat dan memantau proses pengangkutan limbah B3 dari penghasil hingga pemusnah limbah yang berbasis *mobile*. Aplikasi yang saat ini sudah tersedia di playstore dapat diunduh oleh pihak rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya sebagai penghasil limbah untuk melihat data limbah yang dihasilkan dan posisi limbah yang sedang diangkut secara *real time*. Pemantauan posisi kendaraan secara *real time* ini melengkapi proses bisnis yang ada saat ini sebagai bentuk pemenuhan ketaatan terhadap peraturan negara. Bagi mitra sebagai UKM pengangkut limbah aplikasi ini meningkatkan kepercayaan para pelanggan dan meningkatkan nilai jual UKM. Kedepannya, pengolahan berbagai data yang saat ini sudah tersimpan dalam aplikasi dapat digunakan untuk memberikan berbagai rekomendasi untuk membantu UKM mengambil keputusan yang didasari oleh data sehingga berbagai keputusan yang diambil dapat membantu UKM melakukan efisiensi biaya dan sumber daya serta melakukan optimisasi layanan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Universitas Pertamina yang memberikan dana dan bantuan publikasi untuk pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Angell, S. Y. (2020). COVID-19 Medical Waste Management - Interim Guidelines. Retrieved April 9, 2020, from <https://www.cdph.ca.gov/Programs/CID/D CDC/Pages/COVID-19/MedicalWasteManagementInterimGuidelines.aspx>
- Aqil, A. M. I., & Dipa, A. (2020). Government braces for increasing medical waste during pandemic - National - The Jakarta Post. Retrieved April 9, 2020, from <https://www.thejakartapost.com/news/2020/04/01/government-braces-for-increasing-medical-waste-during-pandemic.html>
- European Center for Disease Prevention and Control. (2020). Guidance for wearing and removing personal protective equipment in healthcare settings for the care of patients with suspected or confirmed COVID-19. Retrieved April 9, 2020 from <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-guidance-wearing-and-removing-personal-protective-equipment-healthcare-settings-updated.pdf>
- Festronik, Aplikasi Online Pengawasan LB3. (2017). Retrieved August 30, 2019, from <https://dlh.sumbaproprov.go.id/details/news/780>
- Festronik, Hubungkan RS, KLH Serta Perusahaan Pengangkut dan Pengelola Limbah. (2018). Retrieved August 30, 2019, from <https://persi.or.id/festronik-hubungkan-rs-klh-serta-perusahaan-pengangkut-dan-pengelola-limbah/>
- Festronik - KLHK. (n.d.). Retrieved August 30, 2019, from <http://festronik.menlhk.go.id/>
- Jerome Wirawan. (2017). Limbah beracun rumah sakit dari Jakarta hingga Surabaya dibuang di tepi jalan Cirebon - BBC News Indonesia. Retrieved June 10, 2022, from <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-42406704>
- Kasih, A. P. (2021, July 31). Jumlah Limbah Medis Melonjak, Universitas Pertamina Tawarkan Solusi. *Kompas*. Retrieved from <https://www.kompas.com/edu/read/2021/07/31/103000271/jumlah-limbah-medis-melonjak-universitas-pertamina-tawarkan-solusi?page=all>
- Kehutanan, K. L. H. dan. (2020). Surat Edaran Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tentang Pengelolaan Limbah Infeksius (Limbah B3) dan Sampah Rumah Tangga dari Penanganan Corona Virus Disease (COVID-19). Retrieved April 9, 2020 from https://www.persi.or.id/images/2020/data/edaran_klhk.pdf
- Kosasih, D. (2016). Pembuangan Limbah B3 Akan Dipantau dengan Sistem GPS - Greeners.Co. Retrieved August 30, 2019, from <https://www.greeners.co/berita/pembuangan-limbah-b3-akan-dipantau-dengan-sistem-gps/>
- Limbah B3 GPS Tracking-KLHK. (n.d.). Retrieved August 30, 2019, from

- <http://silacak.menlhk.go.id/login/>
- Maskur, F. (2016). Pembuangan Limbah B3 Dipantau dengan GPS - Ekonomi Bisnis.com. Retrieved August 30, 2019, from <https://ekonomi.bisnis.com/read/20160225/257/522559/pembuangan-limbah-b3-dipantau-dengan-gps>
- Pembuangan Limbah B3 Dipantau Dengan GPS. (n.d.). Retrieved August 30, 2019, from <http://news.csr.id/2016/02/pembuangan-limbah-b3-dipantau-dengan-gps>
- Perbaiki Tata Kelola Limbah B3, KLHK Sosialisasikan Festronik. (2019). Retrieved August 30, 2019, from <https://mediacenter.batam.go.id/2019/05/15/perbaiki-tata-kelola-limbah-b3-klhk-sosialisasikan-festronik/>
- Sopian Hadi. (2021). Krisis Pengelolaan Limbah Medis - Ombudsman RI. Retrieved June 10, 2022, from <https://ombudsman.go.id/perwakilan/news/r/pwkinternal--krisis-pengelolaan-limbah-medis>
- Walhi Masih Temukan Perusahaan Buang Limbah B3 ke DAS Citarum. (2019). Retrieved June 10, 2022, from <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20190203004645-20-366029/walhi-masih-temukan-perusahaan-buang-limbah-b3-ke-das-citarum>