

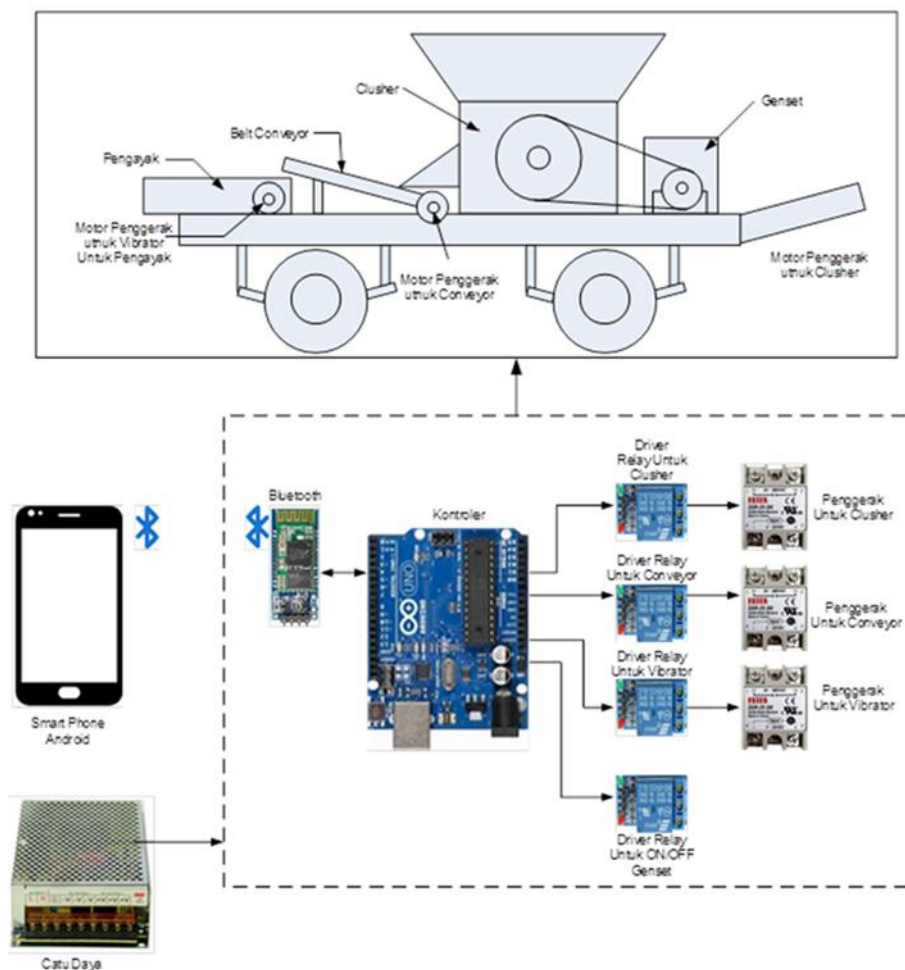
Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

**C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Penelitian Produk Vokasi Unggulan Perguruan Tinggi (P2VUPT) pelaksanaan 2022 (tahun I) berjudul **Digitalisasi Mesin Penghancur Limbah Padat Beton untuk Menerapkan Konstruksi Hijau** bertujuan (a) mengembangkan model sistem kontrol pada produk mesin penghancur limbah padat beton yang dikendalikan secara digital menggunakan smart phone, dan (b) tersedianya laporan studi kelayakan pengembangan produk mesin penghancur limbah padat beton. Untuk mencapai tujuan penelitian tersebut, telah dilaksanakan pengumpulan data lapangan menggunakan metode:

A. Research and Development (R & D)

Merancang dan membuat blok diagram sistem pengontrolan. Blok diagram sistem kontrol dibuat untuk merepresentasikan hubungan antara rangkaian-rangkaian yang saling terintegrasi, menjelaskan fungsi dari tiap-tiap bagian: bagian input, bagian pengontrol dan bagian output. Adapun blok diagram sistem kontrol seperti pada Gambar 1 berikut ini.



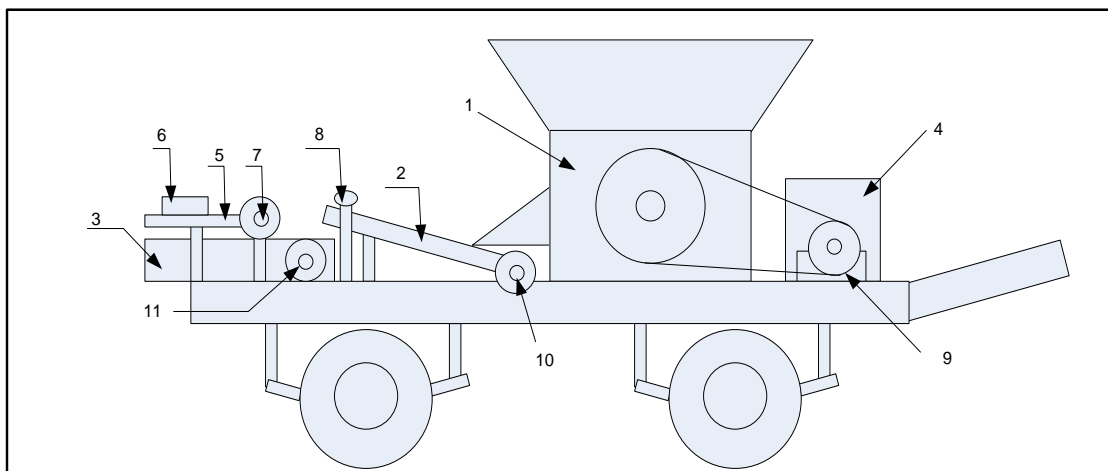
Gambar 1. Blok diagram sistem kontrol mesin penghancur limbah padat beton.

Prinsip kerja sistem kontrol:

Proses pengontrolan terhadap sistem kerja mesin penghancur limbah padat beton, dilakukan melalui perangkat smart phone Android yang telah tertanam dengan aplikasi pengontrolan kerja sistem mesin tersebut. Pengontrolan kerja sistem mesin penghancur limbah padat beton dilakukan secara nir kabel dengan memanfaatkan komunikasi bluetooth. Proses pengontrolan kerja sistem mesin penghancur limbah padat beton dioperasikan secara otomatis, dimana pengguna memilih bagian pengontrolan otomatis yang berada pada aplikasi di smart phone. Saat proses otomatis dipilih, maka kontroler akan mengaktifkan kerja dari sistem mesin penghancur limbah padat beton secara otomatis dan berurutan, dimulai dari proses pengaktifan genset sebagai sumber kelistrikan pada mesin. Setelah genset diaktifkan, maka selang beberapa waktu kemudian, kontroler akan mengaktifkan motor penggerak untuk mesin penghancur. Untuk menon-aktifkan kerja dari mesin penghancur limbah padat beton, pengguna dapat melakukan proses non-aktifkan kerja sistem mesin tersebut melalui pemilihan bagian off sistem pada aplikasi di smart phone.

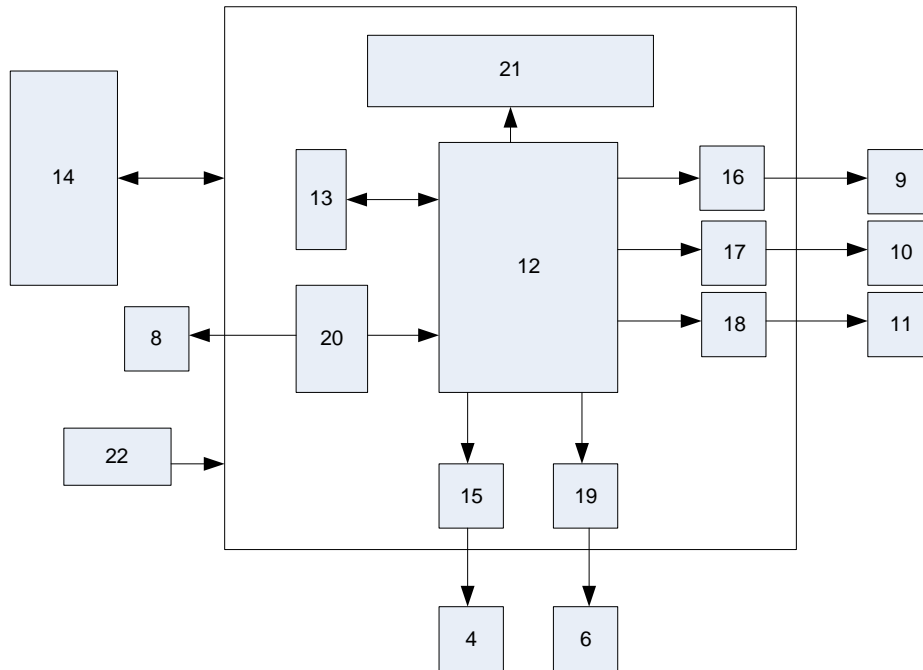
Berdasarkan pada prinsip kerja sistem kontrol yang digabungkan dengan cara kerja komponen mesin penghancur limbah padat beton atau alat penghancur bongkahan beton, maka secara terperinci kegiatan R and D di Laboratorium Kontrol Jurusan Teknik Elektro (tempat kegiatan penelitian di tahun I), menghasilkan invensi rancangan model sistem kontrol digitalisasi alat penghancur beton sebagai berikut:

Komponen alat penghancur bongkahan beton yang terdiri dari: bagian penghancur bongkahan beton (1), bagian pembawa material hasil penghancuran (2), bagian pengayak untuk memisahkan material hasil penghancuran (3) sesuai dengan ukuran, bagian kelistrikan (4), bagian pemisah potongan besi (5) yang tercampur di material hasil penghancuran beton, magnet (6), penggerak bagian magnet (7), sensor pendeteksi logam (8), serta bagian kontroler (12) yang berfungsi untuk mengontrol kerja dari alat penghancur bongkahan beton hasil pembongkaran bangunan yang ramah lingkungan – lihat Gambar 2.



Gambar 2. Komponen alat penghancur bongkahan beton yang ramah lingkungan.

Sistem kontrol untuk pengoperasian alat penghancur bongkahan beton yang ramah lingkungan – lihat Gambar 3, terdiri dari: 1. Bagian penghancur bongkahan beton, 2. Bagian pembawa material hasil penghancuran bongkahan beton, 3. Bagian pengayak, 4. Bagian kelistrikan, 5. Bagian pemisah potongan besi, 6. Magnet, 7. Bagian penggerak magnet, 8. Sensor pendeteksi logam, 9. Mootor penggerak bagian penghancur bongkahan beton, 10. Motor penggerak bagian pembawa material hasil penghancuran bongkahan beton, 11. Motor vibrator bagian pengayak, 12. Kontroler, 13. Perangkat Bluetooth, 14. Perangkat Smart Phone, 15. Driver Relay sistem kelistrikan, 16. Driver Relay motor penggerak bagian penghancur bongkahan beton, 17. Driver Relay motor penggerak bagian pembawa material hasil penghancuran bongkahan beton, 18. Driver Relay motor vibrator bagian pengayak, 19. Driver Relay ON/OFF Magnet untuk bagian pemisah potongan besi, 20. Driver Sensor logam, 21. Liquid Display untuk media informasi kerja alat penghancur bongkahan beton hasil pembongkaran bangunan yang ramah lingkungan, dan 22. Catu Daya DC.



Gambar 3. Bagan sistem kontrol untuk pengoperasian alat penghancur bongkahan beton yang ramah lingkungan.

Hasil kegiatan penelitian R and D ini berhubungan dengan bidang teknik invensi alat penghancur bongkahan beton, khususnya alat penghancur bogkahan beton yang dilengkapi dengan fitur pengaman untuk operator, ketika proses penghancuran yang berisiko dan fitur pemisah potongan besi hasil penghancuran beton, serta konvigurasi yang memudahkan untuk mobilisasi; invensi ini telah didaftarkan sebagai paten sederhana yang merupakan luaran wajib penelitian P2VUPT tahun I 2022.

#### B. Metode Kualitatif

Metode kualitatif digunakan untuk menganalisis aspek-aspek yang terkait dengan studi kelayakan pengembangan produk Digitalisasi Mesin Penghancur Limbah Padat Beton untuk Menerapkan Konstruksi Hijau, dan kajian pengelolaan limbah konstruksi dalam perspektif green accounting. Penelitian dengan pendekatan kualitatif dilakukan pada 9 perusahaan UMKM penyedia jasa konstruksi berkualifikasi kecil (K) dan menengah (M) di Kota Manado dan sekitarnya. Pengumpulan data melalui wawancara mendalam dengan manajer proyek dan pemilik perusahaan mencakup: aspek pasar, aspek internal perusahaan, aspek hukum dan legalitas serta aspek dampak lingkungan eksternal. Aspek internal perusahaan mencakup aspek teknis dan teknologi, SDM, keuangan, ekonomi, serta yang relevan dengan pengelolaan limbah konstruksi dan green accounting.

Analisis data dilakukan melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Miles *et al.*, 2014). Data-data yang dikumpulkan direduksi dan berfokus pada ruang lingkup usaha konstruksi, jenis-jenis limbah konstruksi, faktor-faktor penyebab adanya limbah konstruksi, aktivitas pengelolaan limbah konstruksi, serta dana yang dianggarkan dan dibebankan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan konsep pengelolaan limbah konstruksi (Chun-Li *et al*, 1994) serta green accounting (Lako, 2019; Gonzalez and Vinces, 2022; Kitchen *et al.*, 2019). Hasil analisis data dan pembahasannya menjadi sumber rujukan penyusunan laporan studi kelayakan, dan penyusunan artikel tentang pengelolaan limbah konstruksi dalam perspektif green accounting.

Temuan hasil pengumpulan data dengan teknik wawancara mendalam adalah Berdasarkan data-data yang dikumpulkan dari kegiatan wawancara mendalam dengan manajer proyek dan pemilik perusahaan ditemukan hal-hal sebagai berikut:

- a) Proyek konstruksi yang dilaksanakan merupakan proyek dari pemerintah maupun swasta. Proyek konstruksi yang dimaksud meliputi kegiatan konstruksi bangunan, renovasi, dan pembongkaran gedung.
- b) Limbah konstruksi merupakan limbah padat seperti seng sisa/rusak, kayu, besi, batu bata, beton,

instalasi.

- c) Penyebab adanya limbah konstruksi seperti pembongkaran gedung, renovasi atau pekerjaan baru konstruksi gedung, material terbuang, pekerjaan penggalian, kurangnya biaya mutu, kurangnya manajemen limbah, jarak pengangkutan sampah yang jauh, perbedaan antara volume bahan yang dibeli dengan bahan yang dibutuhkan serta perilaku pekerja proyek yang tidak ramah lingkungan.
- d) Limbah seng, kayu, besi, dan batu bata dapat dijual kembali. Hasil penjualan akan menambah pendapatan perusahaan dari pekerjaan proyek tersebut. Jika limbah tersebut merupakan sisa dari proyek pemerintah dan masih berguna, maka perusahaan akan mengembalikannya ke proyek dan dilakukan pelelangan oleh instansi terkait. Dalam konteks ini tidak ada pendapatan yang dicatat oleh perusahaan. Jika limbah tidak dapat digunakan lagi, maka dibuat berita acara pemusnahan. Kegiatan pemusnahan ini juga tidak menimbulkan biaya bagi perusahaan karena dilakukan oleh instansi pemerintah sebagai pemilik anggaran. Untuk limbah padat beton biasanya dibuang ke lahan tertentu sebagai tempat penampungan atau digunakan oleh masyarakat sebagai timbunan di lokasi mereka, dan dapat saja masyarakat yang memberikan kompensasi sejumlah tertentu untuk limbah padat beton tersebut. Kompensasi yang diberikan merupakan tambahan pendapatan bagi perusahaan. Jika tidak dilakukan pengolahan kembali, maka limbah padat beton tersebut dapat digunakan sebagai bahan timbunan, digunakan untuk membangun jalan setapak ataupun taman oleh masyarakat. Ketika limbah tersebut dapat digunakan oleh masyarakat dan diberikan tanpa imbalan/ kompensasi, maka hal ini dapat dipandang sebagai kegiatan tanggung jawab sosial dari perusahaan.
- e) Limbah padat beton dihasilkan dari kegiatan pembongkaran gedung dan renovasi. Pengelolaan limbah tersebut meliputi aktivitas pengangkutan dan pembuangan atau pemanfaatan kembali. Dalam proses pembongkaran, limbah padat beton yang dihasilkan ada yang berbentuk besar sehingga ketika akan dibuang perlu dihancurkan ke dalam bentuk yang lebih kecil lagi. Perusahaan menggunakan berbagai alat menghancurkan limbah padat beton tersebut sehingga mudah untuk diangkut ke lokasi pembuangan. Alat-alat tersebut seperti hammer, ekskavator, mesin penghancur beton, serta pahat beton. Selain itu perusahaan membutuhkan tenaga kerja yang melakukan berbagai aktivitas tersebut serta kendaraan untuk mengangkut limbah ke tempat pembuangan. Alokasi untuk biaya pengelolaan limbah tersebut berkisar 2-5% dari total anggaran/ nilai kontrak proyek dan disebut sebagai biaya pembersihan lahan proyek yang meliputi biaya pembongkaran dan pengangkutan.
- f) Dalam konteks manajemen limbah, perusahaan perlu untuk mempertimbangkan dampak positif dari limbah tersebut. Limbah padat beton dapat didaur ulang. Alasan lain dari kebutuhan daur ulang tersebut yaitu tidak tersedianya lahan untuk tempat pembuangan limbah padat beton atau jarak lokasi pembuangan yang sangat jauh sehingga menambah biaya operasional pengelolaan proyek. Limbah yang didaur ulang dapat menghasilkan agregat kasar dan halus. Hasil olahan tersebut dapat digunakan kembali dalam proses konstruksi. Oleh sebab itu, perusahaan membutuhkan adanya mesin yang dapat digunakan dalam melakukan proses daur ulang tersebut. Dengan melakukan kegiatan daur ulang maka limbah padat beton tersebut tidak perlu dibuang sehingga tidak akan mencemari lingkungan.
- g) Biaya-biaya yang berkaitan dengan proses pengelolaan limbah tersebut meliputi biaya sewa peralatan atau pembelian ekskavator, biaya pembelian mesin daur ulang, biaya pembelian peralatan seperti hammer atau pahat beton, upah tenaga kerja, biaya sewa kendaraan, biaya bahan bakar kendaraan serta biaya sewa lahan untuk tempat pembuangan. Selain itu, aktivitas pengelolaan limbah konstruksi juga menimbulkan adanya pendapatan, seperti pendapatan dari hasil penjualan limbah serta pendapatan dari penggunaan limbah material yang telah didaur ulang.

Pembahasan pengelolaan limbah konstruksi dalam perspektif green accounting:

Industri konstruksi adalah salah satu produsen utama sampah konstruksi, yaitu limbah yang dihasilkan dari pembangunan dan pembongkaran yang signifikan dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan. Pengurangan jumlah limbah konstruksi tidak hanya dengan bantuan alat berat (excavator) dan kendaraan dump truck sampah, tetapi perlu dikelola secara lebih efektif, efisien, dan produktif. Hal ini perlu agar dapat mewujudkan peran para UMKM penyedia jasa konstruksi dalam menjaga dan melestarikan lingkungan hidup, bukan saja dalam bentuk kegiatan CSR, tetapi bukti nyata menerapkan perilaku pelaksanaan konstruksi yang ramah lingkungan. UMKM penyedia jasa konstruksi diharapkan mampu membangun agility dan adaptif dalam menghadapi persaingan di industri jasa konstruksi yang pada saat sekarang ini mengedepankan penerapan konstruksi ramah lingkungan dan konstruksi hijau.

Setiap aktivitas konstruksi memiliki dampak ke masyarakat, yaitu dampak ekonomi, lingkungan, dan sosial (Taroun, 2014). Dampak ekonomi bagi perusahaan konstruksi yaitu mendapatkan kompensasi dari bahan timbunan. Disisi lainnya, aktivitas pengelolaan limbah padat beton memberi dampak sosial ke masyarakat dalam bentuk implementasi CSR perusahaan. Pelaksanaan CSR dalam bentuk pemberian bahan timbunan ke masyarakat dapat mengatasi permasalahan di masyarakat. Proyek konstruksi mengatasi berbagai masalah di masyarakat dan memenuhi kebutuhan masyarakat (Vanclay, 2006; Wang *et al*, 2016). Untuk mengatasi dampak negatif dari limbah konstruksi maka perusahaan perlu melakukan pengelolaan limbah tersebut agar tidak mencemari lingkungan.

Pengelolaan limbah konstruksi melalui tahapan reduce, reuse, dan recycle terlebih dahulu sebelum dibuang pada tempat pembuangan akhir (Chun-Li *et al.*, 1994). Berdasarkan hasil pengumpulan data lapangan, elemen-elemen laporan keuangan pada perusahaan jasa konstruksi memiliki relevansi yang erat dengan aktivitas pengelolaan limbah konstruksi. Untuk melaksanakan tahapan reduce, perusahaan perlu melakukan pembelian material secara efektif. Hal ini dimaksudkan agar perusahaan dapat meminimalisasi pemakaian material-material yang akan menghasilkan limbah serta meminimalisir material yang terbuang dan mencegah perbedaan antara volume bahan yang dibeli dengan bahan yang dibutuhkan. Pembelian material secara efektif merupakan beban karena terdapat pengorbanan sumber daya ekonomi yang dikeluarkan oleh perusahaan.

Ketika pelaksanaan aktivitas reuse, perusahaan dapat melaksanakannya secara internal maupun eksternal. Secara internal perusahaan dapat menghemat pembelian material melalui penggunaan kembali material konstruksi yang masih dapat digunakan seperti kayu, besi, dan batu bata ataupun menggunakan beton limbah konstruksi sebagai bahan timbunan di lokasi proyek. Secara eksternal, beton limbah konstruksi dapat digunakan oleh masyarakat sebagai bahan timbunan. Perusahaan dapat memperoleh kompensasi dari masyarakat atas bahan timbunan tersebut. Selain itu, jika perusahaan tidak menghendaki kompensasi dari masyarakat, pemberian bahan timbunan tersebut dapat menjadi wujud dari implementasi CSR. Dalam implementasi CSR tersebut biaya pengangkutan dan upah tenaga kerja menjadi beban CSR.

Perusahaan melaksanakan aktivitas recycle untuk menggunakan kembali sisa material (limbah padat beton) melalui proses daur ulang dengan mesin sehingga menjadi agregat kasar. Mesin ini tidak hanya menghancurkan beton menjadi agregat kasar tetapi juga agregat halus (Bansal and Singh, 2015). Untuk itu perusahaan dapat melakukan pembelian atau investasi dalam bentuk mesin daur ulang limbah padat beton. Mesin tersebut menghasilkan agregat kasar, yang dapat digunakan kembali dalam proses konstruksi. Selain pembelian mesin, ada juga pengeluaran lain dari perusahaan seperti sewa peralatan, biaya pembongkaran, biaya angkut, dan upah tenaga kerja.

Aktivitas pembuangan limbah konstruksi merupakan alternatif terakhir bagi perusahaan dalam manajemen limbah konstruksi. Perusahaan akan membuang limbah konstruksi ke tempat pembuangan akhir. Aktivitas pembuangan tersebut meliputi aktivitas pembongkaran jika limbah padat beton berbentuk besar, pengangkutan, dan pembuangan. Pengeluaran yang relevan dengan aktivitas tersebut meliputi pembelian peralatan, upah tenaga kerja, biaya angkut, biaya sewa kendaraan, serta biaya sewa lahan untuk pembuangan. Disamping berbagai pengeluaran yang ada, perusahaan juga mendapatkan kompensasi dari penggunaan limbah konstruksi sebagai bahan timbunan. Kompensasi tersebut dapat diakui oleh perusahaan sebagai pendapatan lain-lain.

Pembelian material secara efektif pada aktivitas reduce, biaya pelaksanaan CSR dalam aktivitas reuse, pengeluaran-pengeluaran dalam aktivitas recycle maupun landfilling merupakan beban karena adanya pengorbanan sumber daya ekonomi yang dikeluarkan oleh perusahaan. Hal ini sejalan dengan konsep beban periodik dari Lako (2019) dimana pengorbanan tersebut hanya memberikan manfaat pada periode berjalan. Pengakuan dan pengukuran atas biaya-biaya yang berpengaruh terhadap lingkungan hidup dan masyarakat, baik berupa biaya pencegahan maupun yang terjadi akibat kegiatan pengelolaan limbah konstruksi, menjadi bentuk pengorbanan ekonomi perusahaan sebagai wujud tanggung jawab terhadap lingkungannya. Penurunan sumber daya ekonomi perusahaan untuk menghindari, memperbaiki, dan mengurangi kerusakan lingkungan juga merupakan beban bagi perusahaan (Gonzalez and Vines, 2022). Pembelian mesin recycle dan peralatan yang digunakan dalam proses recycle juga merupakan pengorbanan sumber daya ekonomi perusahaan dan merupakan aset tetap bagi perusahaan. Pengakuan sebagai aset karena mesin recycle ini memberikan manfaat dalam jangka panjang. Pengorbanan investasi memenuhi kriteria sebagai aset jika dapat memberikan manfaat berwujud dan manfaat tidak berwujud yang cukup pasti di masa sekarang dan di masa yang akan datang (Lako, 2019). Dalam konteks lingkungan, aset juga dipahami sebagai barang dan investasi yang digunakan untuk melestarikan,

melindungi lingkungan serta mengurangi kerusakan lingkungan yang mungkin terjadi (Gonzalez and Vinces, 2022).

Penghematan pembelian material dan perolehan kompensasi dari masyarakat pada aktivitas reuse dan landfilling merupakan pendapatan lain-lain bagi perusahaan. Pendapatan lain-lain adalah pendapatan yang diperoleh diluar aktivitas utama perusahaan. Dalam konteks lingkungan, pendapatan berkaitan dengan manfaat ekonomi yang diperoleh perusahaan atas pengelolaan lingkungannya (Kitchen et al., 2019). Aset, beban, dan pendapatan yang timbul dari adanya aktivitas reduce, reuse, recycle dan landfilling merepresentasikan informasi akuntansi dalam konteks lingkungan. Elemen-elemen tersebut tidak hanya digunakan oleh perusahaan sebagai pembentuk laporan keuangan dari aktivitas bisnis tetapi juga berhubungan dengan aktivitas lingkungan. Oleh sebab itu, laporan keuangan perusahaan jasa konstruksi mencakup pelaporan keuangan dan lingkungan. Dalam perspektif yang lebih luas, pelaporan keuangan dan lingkungan menjadi bagian dari green accounting (Lako, 2018).

Kesimpulan:

Lingkungan dan perusahaan memiliki hubungan yang tak terpisahkan dan saling memberi dampak secara timbal balik. Dalam perspektif green accounting, perusahaan jasa konstruksi tidak hanya melaporkan aspek finansial dari aktivitas bisnisnya tetapi juga aspek lingkungan dari aktivitas pengelolaan limbah konstruksi. Aktivitas reduce, reuse, recycle dan landfilling mencerminkan adanya penurunan sumber daya ekonomi serta adanya manfaat ekonomi dan lingkungan dari pengelolaan limbah konstruksi tersebut. Oleh sebab itu, aset, beban, dan pendapatan menjadi bagian dari elemen pembentuk laporan keuangan perusahaan jasa konstruksi. Secara lebih spesifik, elemen-elemen tersebut dideskripsikan atas aset tetap (seperti mesin recycle dan peralatan), environment costs (seperti pembelian material, upah tenaga kerja, biaya angkut, biaya sewa kendaraan, biaya sewa peralatan, biaya pembongkaran, serta biaya sewa lahan untuk pembuangan), social costs (seperti biaya implementasi CSR), serta pendapatan lainnya (seperti penghematan pembelian material dan perolehan kompensasi). Keberadaan elemen-elemen tersebut menjadi sumber informasi tentang kinerja lingkungan dari perusahaan jasa konstruksi.

**D. STATUS LUARAN:** Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

Status luaran wajib: Studi Kelayakan

- Dokumen Laporan Studi Kelayakan
- Terunggah di BIMA

Status luaran wajib: Paten Sederhana

- Telah melalui tahap *coaching clinic* dengan Penilai dari Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia R.I. Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, pada tanggal 5 Oktober 2022, bertempat di Politeknik Negeri Manado.
- Deskripsi Paten Sederhana terunggah di BIMA
- Status : Dokumen pendaftaran Paten Sederhana Alat Penghancur Bongkahan Beton telah diserahkan ke Sentra HKI Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Manado untuk didaftarkan ke Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia R.I. Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
- Status : Teraftar Paten Sederhana, Nomor Permohonan S00202211883, Tanggal 25 Oktober 2022.

Status luaran tambahan: Jurnal Internasional

- Nama jurnal : Asian Academy of Management Journal
- Penerbit : Universiti Sains Malaysia
- Status : Submitted pada tanggal 4 Oktober 2022

**E. PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui BIMA.

Kegiatan Penelitian Produk Vokasi Unggulan Perguruan Tinggi (P2VUPT) pelaksanaan 2022 (tahun I) berjudul Digitalisasi Mesin Penghancur Limbah Padat Beton untuk Menerapkan Konstruksi Hijau telah dilaksanakan bersama-sama dengan mitra penelitian yaitu, CV. Sinar Abadi yang berlokasi di Jl. Tikala Ares No. 76 Manado. Adapun kegiatan penelitian bersama dengan mitra terdiri dari:

Tanggal	Jenis Kegiatan	PIC	Kontribusi Mitra
Juni 2022	Preliminary study	Pemimpin Teknik	Menyediakan data-data awal untuk identifikasi urgenitas permasalahan penelitian
02 Juli 2022	Pengumpulan data lapangan – wawancara semi terstruktur	Pemimpin Teknik, Bagian Keuangan	Sebagai informan yang menyediakan data-data primer yang dibutuhkan tim peneliti.
30 September 2022	FGD – Formulasi hasil desain sistem kontrol dan kinerja mesin penghancur limbah padat beton	Pemimpin Teknik, Bagian Keuangan, Staf Teknik	Menyediakan tempat pelaksanaan FGD, menyediakan peserta/ staf sebagai informan, menyediakan data masukan, perbaikan, dan rekomendasi untuk penyempurnaan kinerja mesin penghancur limbah padat beton.

Keterlibatan mitra CV. Sinar Abadi pada kegiatan Penelitian Produk Vokasi Unggulan Perguruan Tinggi (P2VUPT) tahun 2022-2024 masih akan berlanjut dalam bentuk pengumpulan data lapangan (lanjutan) dan uji coba kinerja mesin penghancur limbah padat beton di lokasi proyek konstruksi yang sedang dikerjakan oleh mitra.

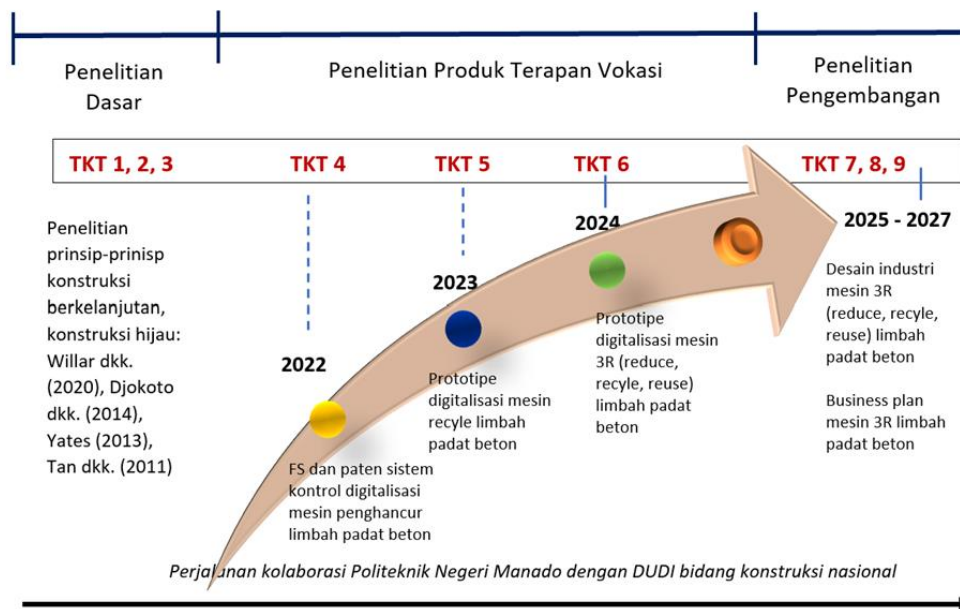
**F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala yang dialami dalam pelaksanaan penelitian adalah yang terkait dengan kegiatan pengumpulan data lapangan. Adanya pandemi/ endemi Covid-19 mengakibatkan pelaksanaan pengumpulan data lapangan memerlukan pendekatan intensif kepada para informan (perusahaan kontraktor), seperti saling memahami untuk waktu yang tersedia agar dapat melakukan wawancara, menentukan tempat pelaksanaan pengumpulan data, dan tetap memperhatikan protokol kesehatan. Kendala tersebut mengakibatkan bergesernya jadwal kegiatan pengumpulan data lapangan (teknik wawancara mendalam), dan memerlukan alokasi waktu yang lebih panjang dari yang telah direncanakan.

**G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA:** Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

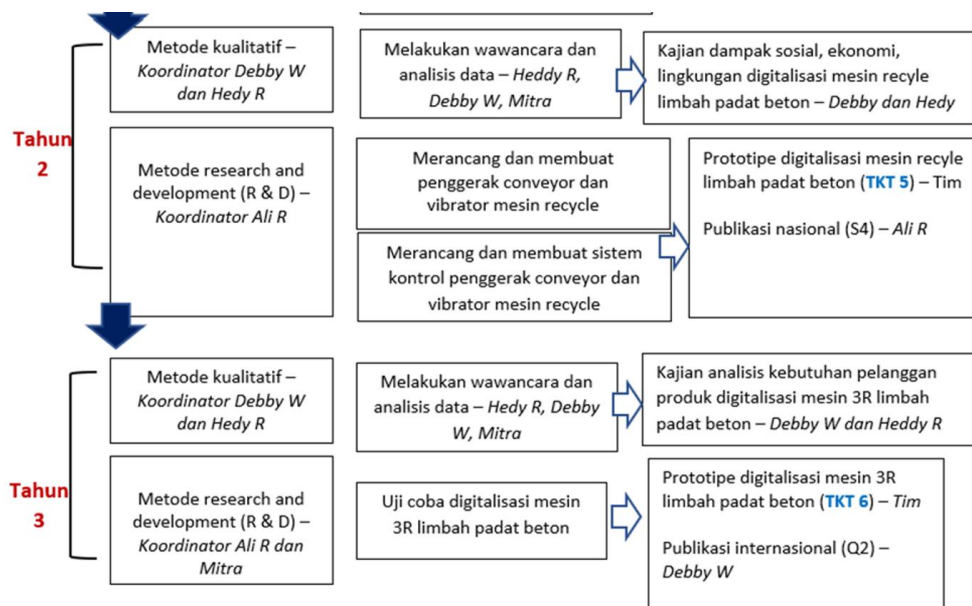
Berdasarkan pada peta jalan penelitian Pengembangan Digitalisasi Mesin 3R Limbah Padat Beton (Gambar 4), pada tahun 2022 telah ditemukan:

- 1) Hasil kajian pengembangan produk mesin penghancur limbah padat beton yang dikontrol secara digital untuk menerapkan konstruksi hijau, yang dibuat dalam bentuk Laporan Studi Kelayakan.
- 2) Desain sistem kontrol untuk mengendalikan sistem mesin penghancur limbah padat beton menggunakan perangkat smart phone Android yang tertanam dengan aplikasi pengontrolan kerja sistem mesin, yang telah melalui tahapan coaching clinic dengan Penilai dari Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia R.I. Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual dan terdaftar dalam bentuk kekayaan intelektual Paten Sederhana. Setelah terdaftar, Tim Peneliti memonitor kemajuan proses menuju *granted* paten sederhana Alat Penghancur Bongkahan Beton sesuai dengan penjadwalan Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia R.I. Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.



Gambar 4. Peta jalan pengembangan digitalisasi mesin 3R limbah padat beton.

Untuk kelanjutan capaian indikator penelitian di tahun 2 (2023) dan tahun 3 (2024) yaitu, mengembangkan prototipe digitalisasi mesin reuse, recycle, reuse (3R) limbah padat beton, maka rencana tahapan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut (Gambar 5):



Gambar 5. Diagram penelitian tahun 2 (2022) dan 3 (2024).

**Tahun 2:**

Untuk menghasilkan kajian dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan atas pengembangan digitalisasi mesin recycle limbah padat beton, maka memerlukan kegiatan penelitian:

- 1) Wawancara dan kuesioner kepada mitra pengguna (kontraktor kualifikasi K dan M), stakeholders terkait dan pemerintah setempat.
- 2) Sosialisasi hasil kajian bersama dengan mitra pengguna dan para stakeholders terkait, seperti Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Sulawesi Utara, dan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Manado.

Untuk menghasilkan prototipe digitalisasi mesin recycle limbah padat beton, maka memerlukan kegiatan penelitian:

- 1) Merancang dan membuat penggerak conveyor dan vibrator mesin recycle di Bengkel Las Jurusan Teknik Mesin.
- 2) Merancang dan membuat sistem kontrol penggerak conveyor dan vibrator mesin recycle di Laboratorium Sistem Kontrol Jurusan Teknik Elektro.

Jadwal Tahun 2

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Desain penelitian dan tinjauan pustaka		v	v									
2	Wawancara dan analisis data			v	v								
3	Membuat penggerak conveyor dan vibrator mesin, merancang sistem magnetik			v	v								
4	Merancang sistem kontrol conveyor dan vibrator mesin			v	v	v							
5	Membuat sistem kontrol conveyor dan vibrator mesin				v	v	v						
6	Menguji sistem kontrol conveyor dan vibrator mesin					v	v						
7	Menyusun laporan kajian						v	v					
8	Pengujian produk							v	v				
9	Menulis dokumen hasil uji produk							v	v	v			
10	Menulis deskripsi paten dan pendaftaran paten									v			
11	Laporan PPVUPT Tahun 2										v	v	

**Tahun 3:**

Untuk menghasilkan kajian analisis kebutuhan pelanggan produk digitalisasi mesin 3R limbah padat beton, maka memerlukan kegiatan penelitian:

- 1) Wawancara dan kuesioner kepada mitra pengguna (kontraktor kualifikasi K dan M), stakeholders terkait dan pemerintah setempat.
- 2) Sosialisasi hasil kajian bersama dengan mitra pengguna dan para stakeholders terkait, seperti Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Sulawesi Utara, dan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Manado.

Untuk menghasilkan evaluasi kinerja mesin 3R limbah padat beton yang berbasis digital, maka memerlukan kegiatan penelitian:

- 1) Uji coba sistem kontrol pada mesin 3R limbah padat beton berbasis digital di Bengkel Las Jurusan Teknik Mesin.
- 2) Uji coba kinerja mesin 3R limbah padat beton berbasis digital di lokasi proyek konstruksi bangunan gedung yang sedang dikerjakan oleh mitra.

Jadwal Tahun 3:

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Desain penelitian dan tinjauan pustaka		v	v									
2	Wawancara dan analisis data			v									
3	Uji coba sistem kontrol mesin 3R				v	v	v						
4	Uji coba kinerja mesin 3R				v	v	v						
5	Menyusun laporan analisis kebutuhan pelanggan						v	v					
6	Pengujian produk							v	v				
7	Menulis dokumen hasil uji produk								v	v			
8	Laporan akhir penelitian										v	v	

**H. DAFTAR PUSTAKA:** Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Miles, M. B., Huberman, A. M., and Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*, Edition 3, Sage Publication Inc.
2. Chun-Li, P., Grosskopf, K. R., & Kibert, C. J. (1994). Construction waste management and recycling strategies in the United States in *Proceedings of the First Conference of CIB TG 16 on Sustainable Construction*. In: Kibert, C.J. (Ed.), *Proceedings of the First Conference of CIB TG 16 on Sustainable Construction*, (pp. 689–696) Tampa, FL.
3. Lako, A. (2019). *Conceptual Framework of Green Accounting*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/333384989\\_Conceptual\\_Framework\\_of\\_Green\\_Accounting](https://www.researchgate.net/publication/333384989_Conceptual_Framework_of_Green_Accounting). Downloaded on Monday, August 8, 09.30 PM.
4. Gonzalez, C. C., & Peña-Vinces, J. (2022). A framework for a green accounting system-exploratory study in a developing country context, Colombia. *Environ Dev Sustain*. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02445-w>.
5. Kitchen, H., McMillan, M., & Shah, A. (2019). Local income, sales, and environmental taxes. In: *Local public finance and economics* (331–361). Palgrave Macmillan, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-21986-4\_10.
6. Taroun, A. (2014). Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review. *International Journal of Project Management*, 32(1), 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.03.004>.
7. Vanclay, F. (2006). Principles for social impact assessment: A critical comparison between the international and US documents. *Environmental Impact Assessment Review*, 26(1), 3–14.

<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.05.002>.

8. Wang, Y., Han, Q., De Vries, B., & Zuo, J. (2016). How the public reacts to social impacts in construction projects? A structural equation modeling study. *International Journal of Project Management*, 34(8), 1433–1448. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.07.008>.
9. Bansal, S., & Singh., S. K. (2015). Sustainable handling of construction and demolition (C & D) waste. *International Journal of Sustainable Energy and Environmental Research*, 4(2), 22-48.
10. Lako, A. (2018). *Akuntansi Hijau: Isu, Teori dan Aplikasi*. Penerbit Salemba Empat. Edisi Pertama. Jakarta.