

LAPORAN PENELITIAN

Pengembangan Pengolahan Industri Sampah Plastik Terpadu Berbasis Circular Economy di Kota Cilegon-Banten

Kerjasama Antara Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan
PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk



Tim Pengusul :

Dr. Rahmayetty, ST.,MT	NIDN. 0002107405
Endang Suhendi, ST.,M.Eng	NIDN. 0005077706
Achmad Bahauddin, ST., MT	NIDN. 0021127802
Dr. Eng. Bobby Kurniawan, ST.,MT	NIDN. 0013127604
Anis Fuad, S.Sos, M.Si	NIDN. 0008098008
Dyah Lintang Trenggonowati ST., MT	NIDN. 0020048702

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
OKTOBER 2021

RINGKASAN

Total timbunan sampah di Provinsi Banten wilayah Kota Cilegon mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada Tahun 2019 sebesar 93.140 Ton dan Tahun 2020 sebesar 95.677 Ton dengan persentase untuk timbunan sampah plastik sebesar 18% dari total sampah yang dihasilkan (Pengolahan Data, Kementerian Lingkungan Hidup – *Japan International Cooperation Agency*, 2016). Besarnya jumlah sampah plastik yang dihasilkan setiap tahunnya di Provinsi Banten, bila tidak dikelola maka berpotensi menyumbang kerusakan lingkungan.

Pemerintah Provinsi Banten bersama industri dan akademisi bersama-sama mencari solusi pemecahan masalah tersebut. Salah satu kolaborasi yang akan dilakukan adalah kerjasama antara PT. Chandra Asri Petrochemical (CAP) dengan UNTIRTA dalam upaya pendaurulangan sampah plastik. Kerjasama ini mengupayakan **Pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital**, dimana sampah plastik yang terkumpul dijual kepada industri daur ulang dan diubah menjadi bahan bakar minyak (BBM-Plas) dan diwujudkan dalam Aplikasi BANK SANDI (Bank Sampah Digital) versi 1.0. Pada Tahun 2021, pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu akan berfokus pada empat work package (WP) berikut ini: (1) WP-1: Simulasi dan analisis proses bisnis (*business process*) pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital; (2) WP-2: Pengembangan Aplikasi BANK SANDI (Bank Sampah Digital) versi 1.0; (3) WP-3: Pembuatan *manual book* dan *user guide* aplikasi BANK SANDI; (4) WP-4: Sosialisasi, pelatihan dan pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital.

Proses kerjasama ini juga akan melibatkan dosen dan mahasiswa dari Untirta sebagai bagian dari program pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital. Sebanyak 25 mahasiswa akan dilibatkan dari Teknik Industri dan Teknik Kimia. Program kegiatan meliputi pembuatan aplikasi BANK SANDI, praktisi mengajar, pengelolaan Dosen dan praktisi yang memberikan sosialisasi, pelatihan dan pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital. Kegiatan yang telah dilakukan adalah **mahasiswa mendapat pengalaman diluar Kampus (IKU-2) dan dosen berkegiatan di luar kampus (IKU-3)** berupa survei lapangan ke 43 kelurahan di Kota Cilegon, mahasiswa berkegiatan di Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu (IPST) Asari milik PT. CAP serta studi independen untuk menganalisis kelayakan dan simulasi proses pengembangan industri pengolahan sampah plastik. Saat ini sedang dilakukan pembuatan aplikasi bank sampah digital dan **pesiapan praktisi mengajar di dalam kampus (IKU-4)**.

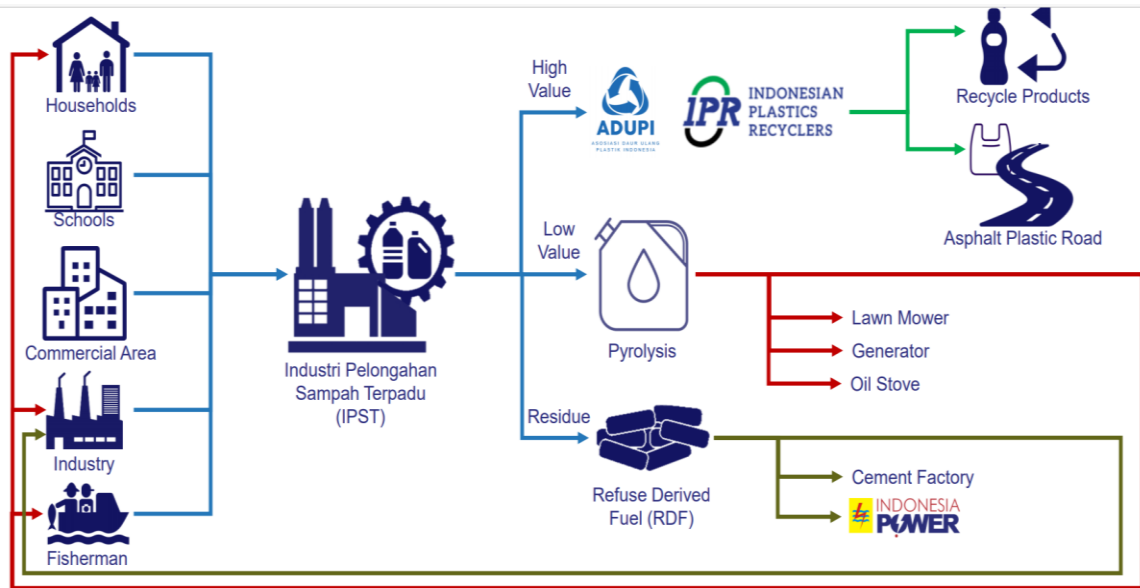
1. Latar Belakang

Plastik sudah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan manusia dan penggunaannya semakin meningkat. Peningkatan penggunaan plastik menimbulkan permasalahan berupa pencemaran lingkungan karena sifatnya yang tidak terdegradasi. Di Provinsi Banten untuk wilayah kota Cilegon, total timbulan sampah tahunan mengalami peningkatan setiap tahunnya, dimana pada Tahun 2019 sebesar 93.140 Ton dan Tahun 2020 sebesar 95.677 Ton dengan persentase untuk timbulan sampah plastik sebesar 18% dari total sampah yang dihasilkan (Pengolahan Data, Kementerian Lingkungan Hidup – *Japan International Cooperation Agency*, 2016). Besarnya jumlah sampah plastik yang dihasilkan setiap tahunnya di Provinsi Banten, bila tidak dikelola maka berpotensi menyumbang kerusakan lingkungan. Pengelolaan sampah plastik merupakan suatu langkah yang harus ditempuh agar pencemaran lingkungan dapat dikurangi dan sampah yang dihasilkan dapat bernilai ekonomis. Program pengelolaan limbah plastik harus dimulai dari sumbernya yaitu dari rumah tangga. Masyarakat perlu mendapat pemahaman dan edukasi tentang bahaya sampah plastik serta potensi pengolahan sampah agar dapat dimanfaatkan kembali.

Berdasarkan permasalahan diatas maka industri dan akademisi harus berkolaborasi untuk mencari solusi pemecahan masalah tersebut. Salah satu kolaborasi yang akan dilakukan adalah kerjasama antara PT. Chandra Asri Petrochemical (CAP) dengan UNTIRTA dalam upaya pendaurulangan sampah plastik. Langkah awal yang telah dilakukan adalah mengadakan *Focus Group Discussion* (FGD) antara pihak PT. Chandra Asri Petrochemical dan UNTIRTA untuk mencari terobosan dalam teknologi pengelolaan sampah plastik. Dari FGD ini dihasilkan Nota Kesepahaman dengan Nomor: ADM/HR-CAP/L-21-01 dan Nomor : 07/UN43/HK.06.00/2021. Kegiatan kolaborasi yang akan dilakukan diantaranya adalah mengelola sampah plastik yang dihasilkan di Kota Cilegon.

PT. Chandra Asri Petrochemical merupakan perusahaan yang bergerak dibidang petrokimia salah satunya memproduksi bijih plastik. PT. Chandra Asri Petrochemical telah melakukan inisiasi pengelolaan sampah plastik berbasis konsep ekonomi sirkular, berkolaborasi dengan kelompok swadaya masyarakat setempat. Sampah plastik yang

terkumpul dijual kepada industri daur ulang dan diubah menjadi bahan bakar minyak (BBM-Plas). Melalui FGD antara PT. Chandra Asri Petrochemical dan UNTIRTA, dinilai bahwa program pengolahan sampah plastik dapat ditingkatkan cakupannya di wilayah Cilegon, dimana sebelumnya harus dilakukan kajian kelayakan secara ekonomis, teknis, dan dampak lingkungan. Alur pengolahan sampah plastik terpadu berbasis ekonomi sirkular ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Pengolahan Sampah Terpadu Berbasis *Circular Economy*

Beberapa program yang dapat diimplementasikan melalui kolaborasi ini adalah:

- Pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital
- Verifikasi inovasi pengelolaan sampah plastik bernilai rendah melalui metode Pirolisis
- Verifikasi aspek lingkungan dari proses Pirolisis
- Pengembangan pengelolaan sampah multilayer sebagai campuran paving block
- Verifikasi inovasi sosial dalam pemanfaatan BBM Plas untuk meningkatkan perekonomian masyarakat

Program ini akan memberikan manfaat yang besar bagi UNTIRTA dimana dalam kegiatan ini akan melibatkan sebanyak 25 mahasiswa dari berbagai program studi. Mahasiswa juga mendapatkan kesempatan untuk belajar di luar perguruan tinggi melalui

kerjasama dengan industri, UMKM, instansi pemerintah yang terlibat (Bappeda dan Dinas Lingkungan Hidup), dan periset dari perguruan tinggi lainnya. Dengan demikian, program ini akan menjadi jembatan bagi UNTIRTA dalam memenuhi luaran IKU (Indikator Kinerja Utama) dalam rangka penciptaan ekosistem Merdeka Belajar-Kampus Merdeka. Adapun luaran IKU yang dapat dicapai melalui kegiatan ini antara lain:

- IKU-2: Mahasiswa mendapat pengalaman di luar kampus
- IKU-3: Dosen berkegiatan di luar kampus
- IKU-4: Praktisi Mengajar di Dalam Kampus
- IKU-5: Hasil kerja dosen digunakan masyarakat dan mendapat rekognisi internasional
- IKU-6: Program studi bekerjasama dengan mitra
- IKU-7: Persentase mata kuliah S1 dan Diploma yang menggunakan pemecahan kasus (*case method*) atau *project-based learning*.

Selain itu kegiatan ini juga akan memberikan manfaat bagi pihak terkait dan masyarakat. Pengembangan industri pengolahan sampah terpadu dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat melalui konsep ekonomi sirkular dari dan untuk masyarakat, membina UMKM pengepul sampah plastik, membuka lapangan kerja bagi masyarakat di Kota Cilegon, mempermudah penyediaan bahan baku bagi industri daur ulang sampah dan paving block dan membuka kerjasama untuk pemasaran produk-produk yang dihasilkan.

2. Tujuan

Adapun tujuan yang akan dicapai melalui kegiatan yang diusulkan adalah:

1. Pengembangan aplikasi industri pengolahan sampah plastik terpadu berbasis *circular economy* secara digital. Kegiatan perancangan meliputi perancangan *business canvas* dan *feasibility study* pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu berbasis android.
2. Pengembangan aplikasi Bank Sampah Digital (BANK SANDI). Kegiatan ini meliputi :

- Pembuatan aplikasi bank sampah digital Kota Cilegon.
 - Simulasi aplikasi bank sampah untuk beberapa kecamatan di kota Cilegon.
 - Sosialisasi dan pelatihan penggunaan aplikasi bank sampah pada masyarakat
3. Memperbaiki tingkat ekonomi masyarakat melalui pemanfaatan sampah plastik.
 4. Meningkatkan kemampuan swasembada energi berupa BBM plas hasil dari proses pirolisis
 5. Menghasilkan bahan baku yang dapat dimanfaatkan oleh industri paving block dan aspal
 6. Memberikan sarana praktek dan implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi kepada Dosen dan Mahasiswa Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 7. Menyediakan kegiatan yang memperkuat pencapaian Indikator Kinerja Universitas (IKU)
 8. Mewujudkan Provinsi Banten sebagai provinsi yang dapat menekan timbulan sampah tahunan

3. Roadmap dan Desain Program

Pengolahan sampah plastik terpadu (PST) Cilegon merupakan kerjasama antara PT. Chandra Asri Petrochemical (CAP) dan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, yang bertujuan menanggulangi potensi bahaya sampah plastik dan mengurangi volume sampah plastik sekaligus untuk meningkatkan pendapatan masyarakat melalui konsep *circular economy*. Proyek PST ini merupakan kelanjutan (*follow up*) dari program CSR PT. CAP bekerja sama dengan masyarakat setempat dan pemerintah daerah. Program PST yang diinisiasi PT. CAP ini sudah berjalan mulai tahun 2019. Produk yang dihasilkan dari PST adalah BBM-plas hasil pirolisis, campuran konkrit paving block, dan campuran aspal.

Melalui forum *focus discussion group* (FGD) yang dilakukan oleh PT. CAP dan Untirta, dihasilkan sebuah nota kesepakatan yang bertujuan untuk menangani sampah plastik di wilayah Cilegon dengan melibatkan industri (PT. CAP), akademisi (Untirta) dan masyarakat sekitar Cilegon. Dengan adanya sinergi ini, masalah sampah plastik dapat

teratasi dengan baik dan meningkatkan taraf perekonomian masyarakat melalui *circular economy*.

Program PST telah dilakukan oleh PT. CAP sebagai bagian dari program tanggung jawab kepada masyarakat melalui dana CSR. Walaupun program ini sudah berjalan, PT. CAP dan Untirta melalui FGD menilai program ini dapat ditingkatkan cakupannya di wilayah Cilegon. Akan tetapi diperlukan uji kelayakan proyek ini (terutama kelayakan ekonomis, teknis, dan dampak lingkungan) sebelum dapat diperluas cakupan wilayahnya. Dengan demikian, rasional dari penelitian ini adalah 1) menilai kelayakan proyek ini dari sisi ekonomis, teknis, dan dampak lingkungan, 2) meningkatkan kualitas produk dan proses PST, dan 3) memperluas cakupan proyek PST di wilayah Cilegon. Peta jalan penelitian yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 3.1. Secara garis besar, usulan tahun pertama (2021) adalah untuk melakukan studi kelayakan proyek PST dan studi untuk menambah cakupan wilayah PST serta pembuatan Aplikasi Bank Sampah Digital (BANK SANDI). Tahun kedua (2022), penelitian ini berfokus untuk meningkatkan kualitas proses pengolahan sampah plastik pada PST untuk menghasilkan produk yang berkualitas tinggi.



Gambar 3.1. Roadmap dan Design Program kegiatan Pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* di Kota Cilegon-Banten

4. Metode dan Pelaksanaan Program

Fokus Usulan Tahun 2021: **Pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy*** di Kota Cilegon-Banten.

Program Kegiatan dibagi menjadi 4 *Work Packages* (WP), sebagai berikut :

WP-1: Simulasi dan analisis proses bisnis (*business process*) pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital

WP-2: Pengembangan Aplikasi **BANK SANDI (Bank Sampah Digital)** versi **1.0**

WP-3: Pembuatan *Manual book* dan *user guide* aplikasi BANK SANDI

WP-4: Praktisi mengajar dan Dosen memberikan sosialisasi, pelatihan dan pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital

Selanjutnya akan diuraikan secara rinci metode dan tahapan pelaksanaan kegiatan dan peran masing-masing pelaksana (DUDI/mitra, dosen dan mahasiswa). Detail pelaksanaan program tersebut disampaikan dalam Tabel 4.1 s.d. Tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.1 WP-1: Simulasi dan analisis proses bisnis (*business process*) pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital

Lead : Dr. Eng. Ir. Bobby Kurniawan, ST., MT.
FOM : Donny Adolf Kapahang, SE.
RA : 5 Mahasiswa
Durasi: 5 Minggu
Deskripsi: WP-1 adalah kegiatan untuk mengembangkan alur proses bisnis (<i>business process</i>) dan simulasi dalam Pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis <i>Circular Economy</i> secara digital. Langkah awal yang akan dilakukan adalah mengadakan FGD (<i>focus group discussion</i>) dengan seluruh pemangku kepentingan (<i>stakeholders</i>) yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi aktual tentang bukti-bukti, kebutuhan dan kenyataan di lapangan terkait Pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis <i>Circular Economy</i> secara digital. Mahasiswa yang terlibat dalam

kegiatan ini sebanyak 5 orang dari jurusan Teknik Industri, Teknik Kimia, Teknik Elektro, dan Manajemen. Mahasiswa akan diarahkan dalam hal pengembangan konsep, pembuatan proses bisnis, pembuatan *causal loop diagram* dan pembuatan simulasi *business canvas*. WP ini akan dipimpin oleh **Dr. Eng. Ir. Bobby Kurniawan, ST., MT.** dari Lab. Sistem Produksi (Lsipro) UNTIRTA yang berpengalaman dalam membuat simulasi. Sebagai Field Operational Manajer (FOM), PT. CAP menunjuk **Donny Adolf Kapahang, SE.** yang akan membantu para peneliti melaksanakan tugas di lapangan dalam mengelola WP-1, misalkan butuh pengambilan data, wawancara dengan petugas lapangan atau membutuhkan detail kondisi sesuai dengan kenyataan di lapangan

Tasks:20

WP 1.1. Melaksanakan FGD (*Focus Group Discussion*) & membuat *causal loop diagram* untuk alur proses bisnis dalam Pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital

WP 1.2. Simulasi *system dynamic* dengan mempertimbangkan segala kemungkinan dari *causal loop diagram*

WP 1.3. Simulasi *Business Canvas* Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital

WP 1.4. Menyiapkan dokumen internal dan resmi (template, laporan), komunikasi ke Ketua Tim

WP 1.5. Menyelesaikan laporan lengkap WP-1

Methods:

WP 1.1 Menggunakan hasil FGD dan Metode *system thinking* untuk membuat CLD (*causal loop diagram*), dikerjakan oleh Lab. Sistem Produksi (Lsipro) UNTIRTA

WP 1.2: Pemodelan dan simulasi *Business Canvas* dan Skenario-ke-Strategi digabung dengan CLD untuk *system dynamic modeling* menggunakan software POWERSIM, dikerjakan oleh Lab. Sistem Produksi (Lsipro) UNTIRTA

WP 1.3: Dokumentasi dan managerial tim dikelola dengan metode PDCA dan Detailed work and communication plan, Progress reports serta Quality dashboard

WP 1.4 Penyelesaian laporan lengkap dikerjakan bersama – sama setiap akhir pekan pada bulan kedua. Final meeting dilaksanakan pada minggu terakhir di bulan kedua.
Outputs:
WP 1.1. <i>Causal loop diagram</i> untuk alur proses bisnis dalam pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis Circular Economy secara digital
WP 1.2. Hasil Simulasi <i>sistem dynamic</i> dari <i>causal loop diagram</i>
WP 1.3. Hasil Simulasi <i>business canvas</i> dan <i>feasibility study</i> pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis <i>Circular Economy</i> secara digital
WP 1.4. Dokumen internal dan resmi (template, laporan), <i>logbook</i> kegiatan
WP 1.5 Laporan lengkap WP-1

Tabel 4.2 WP-2: Pengembangan Aplikasi BANK SANDI (Bank Sampah Digital) versi 1.0

Lead : Anis Fuad, M.Si.
FOM : Muhammad Nicko Azharry Setyabudi, ST
RA : 10 Mahasiswa
Durasi : 11 Minggu
Deskripsi:
WP-2 mencoba memberikan solusi digitalisasi pada pengelolaan sampah plastik terpadu berbasis <i>circular economy</i> . Diawali dengan FGD dengan pakar untuk membuat konsep, bisnis proses, alur aplikasi dan <i>requirements</i> . Kemudian, dilanjutkan dengan desain dan prototyping/mock-up. Semua proses dilakukan secara sistematis, terstruktur dan modular berbasis OOP (<i>object oriented programming</i>). Sehingga, tiap-tiap modul tersebut bisa dibagi-bagi pekerjaannya (dengan bantuan asisten programmer dari mahasiswa magang sebanyak 10 orang dari Prodi Teknik Elektro & Pendidikan Elektro). Kemudian semua hasil kerja tersebut akan disatukan dalam sebuah harmoni yang terstruktur menggunakan OOP. WP ini akan dipimpin langsung oleh Kepala Pusdainfo-UNTIRTA, Anis Fuad, M.Si. Beliau sangat berpengalaman dalam mengembangkan puluhan aplikasi di Untirta dan beberapa lembaga baik milik pemerintah maupun swasta. Bahkan saat ini tengah

menyelesaikan sebuah aplikasi riset di level Kementerian (Sistem Informasi Riset Puskurbuk Kemdikbud). Adapun PT. CAP menunjuk **Muhammad Nicko Azharry Setyabudi, ST** yang akan membantu para peneliti melaksanakan tugas di lapangan dalam mengelola WP-2, misalkan butuh pengambilan data, wawancara dengan petugas lapangan atau membutuhkan detail kondisi sesuai dengan kenyataan di lapangan.

Tasks:

WP 2.1: FGD dengan pakar untuk membuat konsep, bisnis proses, alur aplikasi dan requirements.

WP 2.2: Membuat *context diagram*, desain perangkat lunak serta prototyping/mock-up

WP 2.3: Menyelesaikan aplikasi, peninjauan ulang dan testing (recursive sampai dengan final version)

WP 2.4: Menyiapkan dokumen internal & resmi (template, laporan), komunikasi ke Ketua Tim

WP 2.5: Menyelesaikan laporan lengkap WP-3

Methods:

WP 2.1: FGD diarahkan untuk menggunakan collaborative design methods

WP 2.2: Metode desain menggunakan *Unified Modeling Language (UML)*

WP 2.3: Prototyping Model in *Software Eng. and evidence-based experimentation* menggunakan system modul yang berbasis pemrograman berorientasi obyek (*object oriented programming*).

WP 2.4: Dokumentasi & managerial tim dikelola dengan metode PDCA & *Detailed work, communication plan, Progress reports* serta *Quality dashboard*

WP 2.5: Penyelesaian laporan lengkap dikerjakan bersama – sama setiap akhir pekan. Final meeting dilaksanakan pada minggu terakhir.

Outputs:

WP 2.1: Tersedianya konsep, bisnis proses, alur aplikasi dan requirements.

WP 2.2: Desain Perangkat Lunak

WP 2.3: Terwujudnya aplikasi **BANK SANDI v 1.0**

WP 2.4: Dokumen internal & resmi (template, laporan), logbook kegiatan.

WP 2.5: Laporan lengkap WP-2

Tabel 4.3 WP-3: Pembuatan *Manual Book* dan *User Guide* Aplikasi **BANK SANDI**

Lead : Dyah Lintang Trenggonowati, ST., MT.
FOM : Muhammad Khoirul Anam, ST, M.Eng
RA : 3 Mahasiswa
Durasi: 4 Minggu
Deskripsi: WP-3 adalah paket program kegiatan untuk membuat <i>manual book</i> dan <i>user guide</i> atau langkah-langkah penggunaan aplikasi BANK SANDI v 1.0 . Kegiatan ini melibatkan 3 mahasiswa magang dari Prodi Teknik Kimia, Teknik Industri, dan Teknik Elektro. WP ini akan dipimpin oleh Dyah Lintang Trenggonowati, ST., MT. dari Lab. Optimasi Sistem Industri dan Kualitas (OSIK) UNTIRTA yang berpengalaman dalam pembuatan manual mutu, prosedur dan instruksi kerja sesuai dengan asal lab-nya. Adapun PT. CAP telah menunjuk Muhammad Khoirul Anam, ST, M.Eng yang akan membantu para peneliti melaksanakan tugas di lapangan dalam mengelola WP-3, misalkan butuh pengambilan data, wawancara dengan petugas lapangan atau membutuhkan detail kondisi sesuai dengan kenyataan di lapangan.
Tasks: WP 3.1: Penyusunan <i>Manual book</i> dan <i>user guide</i> WP 3.2: Dokumen penggunaan dan pemanfaatan aplikasi BANK SANDI v 1.0 WP 3.3: Menyiapkan dokumen internal & resmi (template, laporan), komunikasi ke Ketua Tim WP 3.4: Menyelesaikan laporan lengkap WP-3
Methods: WP 3.1: Penyusunan <i>manual book</i> dan <i>user guide</i> aplikasi BANK SANDI v 1.0

<p>WP 3.2: Dokumentasi & managerial tim dikelola dengan metode PDCA & <i>Detailed work, communication plan, Progress reports</i> serta <i>Quality dashboard</i></p> <p>WP 3.3: Penyelesaian laporan lengkap dikerjakan bersama – sama setiap akhir pekan. Final meeting dilaksanakan pada minggu terakhir di bulan kedua.</p>
<p>Outputs:</p> <p>WP 3.1: Dokumen <i>manual book</i> dan <i>user guide</i> aplikasi BANK SANDI v 1.0</p> <p>WP 3.2: Hasil dokumentasi internal dan resmi (template, laporan), logbook kegiatan</p> <p>WP 3.3: Laporan lengkap WP-3</p>

Tabel 4.4 WP-4: Praktisi dan Dosen memberikan sosialisasi, pelatihan dan pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital

Lead : Achmad Bahauddin, ST., MT
FOM : Fanny Arviani Roseno, ST dan Rama Indra Kusuma, ST., MT
RA : 7 Mahasiswa
Durasi : 4 Minggu
<p>Deskripsi:</p> <p>WP-4 melingkupi program kegiatan tentang kuliah umum dari praktisi dan pengelolaan Dosen yang memberikan sosialisasi, pelatihan dan pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis <i>Circular Economy</i> secara digital. Kegiatan ini juga melibatkan beberapa praktisi lain dari NGO pemerhati lingkungan terutama limbah plastik. Kuliah umum sesuai dengan mata kuliah “Manajemen Rantai Pasok Berkelanjutan (<i>Sustainable Supply Chain Management</i>)” pada Prodi Teknik Industri karena mata kuliah ini mengajarkan bagaimana penerapan <i>circular economy</i> pada suatu produk dalam hal ini kita ambil produknya adalah plastik.</p> <p>WP-4 juga menyiapkan Pelatihan dan pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis <i>Circular Economy</i> secara digital oleh Dosen-Dosen Untirta dan juga praktisi serta sosialisasi pemilahan sampah kepada masyarakat. Sebanyak 7 mahasiswa akan dilibatkan dari Teknik Industri, Teknik Kimia, dan Teknik Elektro.</p>

Sasaran pelatihan adalah para pengusaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) dalam hal ini pengepul sampah plastik dan masyarakat umum yang ingin meningkatkan taraf perekonomiannya atau mendapatkan pemasukan dari memilah dan mengumpulkan sampah plastik menggunakan aplikasi BANK SANDI v 1.0. WP ini akan dipimpin oleh **Achmad Bahauddin, ST., MT.** sebagai pengampu Mata Kuliah “**Manajemen Rantai Pasok Berkelanjutan (*Sustainable Supply Chain Management*)**” dan dibantu oleh **Rama Indra Kusuma, ST., MT.** Adapun PT. CAP menunjuk **Fanny Arviani Roseno, ST** yang akan membantu para peneliti melaksanakan tugas di lapangan dalam mengelola WP-4.

Tasks:

WP 4.1: Pelaksanaan Kuliah Umum dari Praktisi

WP 4.2: Pelatihan, pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis Circular Economy secara digital dan sosialisasi pemilahan sampah kepada masyarakat.

WP 4.3: Menyiapkan dokumen internal dan resmi (template, laporan), komunikasi ke Ketua Tim

WP 4.4: Menyelesaikan laporan lengkap WP-4

Methods:

WP 4.1: Kuliah umum dari praktisi jika sudah memungkinkan maka praktisi bisa menggunakan metode tatap muka.

WP 4.2: Pelatihan dan sosialisasi pengembangan inkubator bisnis untuk UMKM pengepul sampah plastik di Banten bekerjasama dengan Dinas Koperasi dan Usaha Mikro Kecil Menengah Provinsi Banten. Metode pelatihan adalah hybrid, tatap muka bagi yang berkelapangan dan bagi yang berhalangan hadir bisa lewat daring. Teknik pengajaran menggunakan metode Andragogi: Proses Belajar untuk Orang Dewasa yang juga dibungkus dengan permainan dan simulasi. Tentu saja dengan penyesuaian terhadap level pendidikan para peserta.

WP 4.3: Dokumentasi & managerial tim dikelola dengan metode PDCA & Detailed work, communication plan, Progress reports serta Quality dashboard

WP 4.4: Penyelesaian laporan lengkap dikerjakan bersama – sama setiap akhir pekan.
Final meeting dilaksanakan pada minggu terakhir.

Outputs:

WP 4.1: Kuliah Umum dari Praktisi

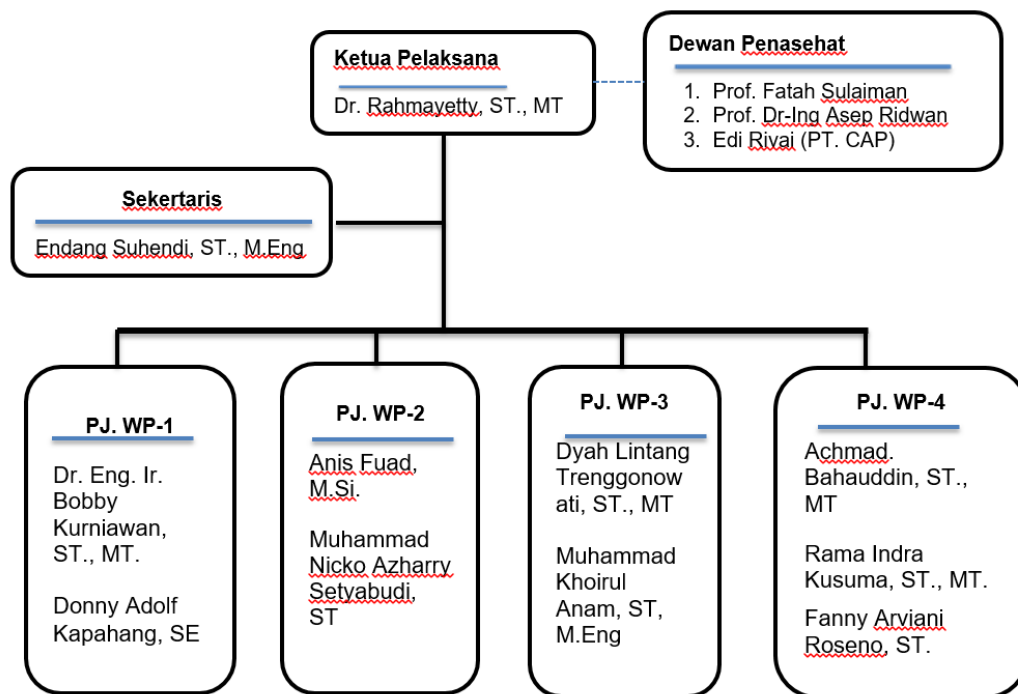
WP 4.2: Pelatihan pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis *Circular Economy* secara digital dan sosialisasi pemilahan sampah kepada masyarakat terlaksana.

WP 4.3: Hasil dokumentasi internal dan resmi (template, laporan), logbook kegiatan

WP 4.4: Laporan lengkap WP-4

5. Tim Pelaksana

Berikut ini ditampilkan pelaksana dan pengaturan organisasi dari tim kedaireka yang kami usulkan. Gambar 5.1. menampilkan struktur organisasi dari tim dalam bentuk bagan.



Gambar 5.1 Bagan Struktur Organisasi dan Garis Koordinasi Tim

6. Pelaksanaan kegiatan

6.1 Persiapan Kegiatan

6.1.1 Sosialisasi dan Perekrutan Mahasiswa

Sosialisasi kegiatan Matching Fund kepada mahasiswa UNTIRTA melalui Career Development Center and Counseling (CDC-C UNTIRTA) dilakukan dua kali yaitu pada tanggal 17 dan 19 Agustus 2021. Setelah sosialisasi ini ada sekitar 28 mahasiswa yang mendaftar untuk mengikuti kegiatan ini. Ada 28 mahasiswa maka tim matching fund menetapkan 26 mahasiswa untuk direkrut mengikuti kegiatan tersebut.



Gambar 6.1. Sosialisasi kegiatan matching Fund

6.1.2 Kick of Meeting

Setelah penetapan nama-nama mahasiswa yang mengikuti kegiatan matching fund ini, maka tim matching fund mengadakan koordinasi untuk pelaksanaan kegiatan “pengembangan industri pengolahan sampah plastik terpadu berbasis circular economy di Kota Cilegon”. Adapun koordinasi yang dilakukan :

1. Survei lapangan ke 8 kecamatan yang terdiri dari 43 kelurahan
2. Jadwal kunjungan Tim ke IPST Asari
3. Pembagian jadwal mahasiswa berkegiatan di IPST Asari
4. Pembagian mahasiswa dalam kegiatan studi independen di setiap *work package* (WP-1 sampai WP-4)



Gambar 6.2 “Kick of meeting”

6.2. Mahasiswa Mendapat Pengalam di Luar Kampus (IKU-2) dan Dosen berkegiatan di Luar Kampus (IKU-3)

6.2.1 Survei Lapangan di Kota Cilegon

Survei lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi dan jumlah bank sampah serta pengepul yang ada di kota Cilegon. Kota Cilegon terdiri dari 8 kecamatan dan 43 kelurahan. Survei lapangan dilaksanakan oleh 26 mahasiswa dengan dibagi menjadi 13 kelompok untuk mencari data yang ada di 43 kecamatan dan Dinal Lingkungan Hidup kota Cilegon. Adapun beberapa dokumentasi kegiatan survei lapangan dapat dilihat pada Gambar 6.3.





Gambar 6.3 Kondisi bank sampah di beberapa kelurahan di Kota Cilegon

Dari hasil survei didapatkan bahwa di kota Cilegon terdapat 35 bank sampah dan 10 bank sampah diantaranya tidak aktif/vakum. Permasalahan yang dihadapi oleh bank sampah dapat dirangkum dalam beberapa point:

- Belum semua kelurahan di kota Cilegon memiliki bank sampah.
- Jumlah nasabah yang masih sedikit karena masyarakat belum mengenal bank sampah.
- Warga lebih memilih menjual sampah kepada pedagang barang bekas atau kepada pengepul karena harga yang ditawarkan lebih tinggi dan uang langsung didapat.
- Harga sampah plastik disetiap bank sampah berbeda-beda.
- Hasil pengolahan sampah belum dapat memberikan keuntungan untuk menjamin keberlangsungan aktivitas bank sampah.
- Kurangnya sarana dan prasarana pengolahan sampah sehingga bank sampah hanya sebagai tempat jual-beli sampah.
- Beberapa bank sampah tidak beroperasi lagi karena tidak ada sumber daya manusia yang mengelolanya.
- Belum adanya kerjasama bank sampah dengan mitra yang berkegiatan dalam daur ulang sampah.

Data-data yang didapat dalam survei lapangan menjadi dasar untuk mencari solusi yang tepat untuk keberlanjutan keberadaan bank sampah dan pemilahan serta penanganan sampah khususnya plastik mulai dari sumbernya dengan peran aktif masyarakat.

6.2.2. Mahasiswa Berkegiatan di Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu (IPST)

Pada kegiatan ini mahasiswa melaksanakan studi independent di Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu (IPST) Asari, milik PT. Chandra Asri Petrochemical. Pengolahan sampah di IPST ini dilakukan dengan menggunakan proses pirolisis. Tujuan kegiatan ini adalah agar mahasiswa :

- Memahami proses pemilahan dan pengolahan sampah plastik secara pirolisis untuk menghasilkan BBMplas (bensin, solar dan minyak tanah).
- Mendapatkan data-data yang terkait kondisi operasi dan kualitas dan kuantitas produk pirolisis .
- Mengetahui permasalahan pada proses pengolahan sampah plastic dengan proses pirolisis
- Mendapatkan data mengenai jumlah sampah yang terkumpul, terpilah dan yang diolah di IPST.

Selama berkegiatan di IPST Asari, mahasiswa diharapkan memahami mulai dari proses pemilahan sampah plastik, mencacah sampah plastik yang digunakan sebagai bahan baku, proses pengolahan sampah dengan pirolisis serta kendala-kendala yang dihadapi dalam proses tersebut. Selain itu juga mahasiswa memahami ekonomi sirkular dari proses pengolahan sampah plastik.

Sebelum mahasiswa melaksanakan kegiatan di IPST Asari, PT. Chandra Asri Petrochemical melakukan sosialisasi kepada tim matching fund dan mahasiswa yang terlibat dalam kegiatan ini. Tujuan sosialisasi adalah untuk memberikan gambaran kepada mahasiswa mulai dari persiapan untuk melaksanakan kegiatan berupa swab antigen dan protokol kesehatan yang harus mereka terapkan selama berkegiatan disana. Selain itu juga memberikan gambaran tentang IPST Asari dan kegiatan pengolahan sampah plastik disana.



Gambar 6.4 Sosialisasi Persiapan Mahasiswa Berkegiatan di IPST

Setelah itu tim matching fund melakukan kunjungan untuk melihat langsung proses pengolahan sampah plastik di IPST. Hasil kunjungan di IPST Asari dikoordinasikan ke mahasiswa untuk memberikan gambaran data-data apa saja yang harus mereka dapatkan dan proses-proses yang harus mereka pelajari saat berkegiatan di IPST.



Gambar 6.5 Kunjungan Tim Matching Fund ke IPST Asari

6.2.2.1 Jadwal kegiatan mahasiswa di IPST Asari

NO	Nama Mahasiswa	Bulan November																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Ezzah Syafiatuddin																														
2	Agung Dwiki Darmawan																														
3	Daniel samosir																														
4	Khoff Nashiroh																														
5	Mufida ainani jauhar																														
6	Azizul Azhar																														
7	Ahmad yahya wardana																														
8	Savarani Aulia Ihsani																														
9	Farah Prilia Syafiyah																														
10	Eva Zufani																														
11	Abdullah Azam Alfaruqi																														
12	Alamsyah																														
13	Adrian Naufal																														
14	Rayhan Rizky																														
15	Arfi Meliyanti																														
16	M Hasyim Abdullah																														
17	Gilang Rahmatulloh																														
18	Triwin rushlana ambarwaty																														
19	Heru Wahyudi																														
20	Nadya Fitria Asyuni																														
21	Dimas Prasetyo																														
22	Iham kiki shahila																														
23	Syifa sylvia rahman																														
24	candida azzahra																														
25	Ullaya Svarifah																														
26	siti fadilla																														

6.2.2.2. Kegiatan Mahasiswa di IPST Asari

Dalam kegiatan ini mahasiswa mempelajari bagaimana pemilahan sampah dan pengolahan sampah plastik hingga menjadi bahan bakar (BBMplas). Adapun kegiatan mahasiswa selama di IPST tertera pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Rangkaian Kegiatan Mahasiswa di IPST Asari

Hari Ke-	Kegiatan	Keterangan
1	<ul style="list-style-type: none"> Memperkenalkan teknik kimia untirta dan tugas akhir kerja praktek kepada pihak IPST ASARI. Pengenalan Sejarah berdirinya IPST ASARI dari awal berdirinya yang berasal dari nama Pengolahan Sampah Masaro (Manajemen Sampah Zero) berganti nama menjadi IPST ASARI (IndustriPengolahan Sampah Terpadu) binaan PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk. Penjelasan secara garis besar proses pirolisis dari awal bahan baku masuk sampai produk BBM yang dihasilkan. Produk BBM yang dihasilkan yaitu bensin, minyak tanah dan solar. 	<p>IPST ASARI (Industri PengolahanSampah Terpadu) berdiri pada tanggal 12 September 2019</p> <p>6 stekholder yaitu : KSM Sehati Maju Bersama, PemerintahKota Cilegon, PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk, Digital Waste Solution, INAPLAS, ITB.</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> Pemberian tugas khusus dari ketua IPST 	

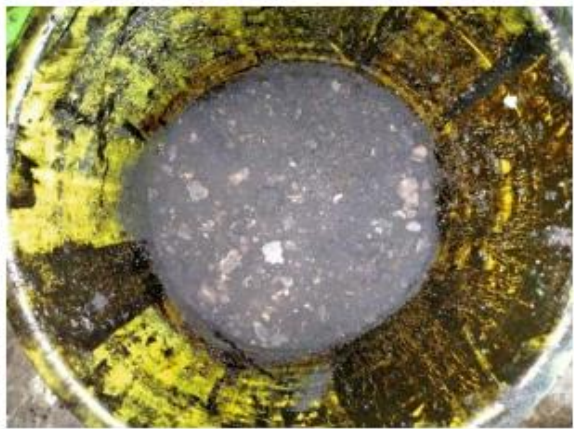
	<p>ASARI (Bapak Murad) terkait masalah produk solar yang berubah wujud menjadi gell pada suhu ruang.</p> <ul style="list-style-type: none"> Melihat produk BBM (bensin, minyak tanah dan solar) hasil pirolisis limbah plastik yang dilaksanakan tanggal 09 September 2021 serta residu yang dihasilkan. 	
3	<p>Mempelajari bahan baku sampah plastik yang digunakan untuk proses pirolisis, pemilahan sampah dan melihat data banyaknya sampah yang dikumpulkan dari masyarakat sekitar.</p>	<p>Pengambilan sampah dilakukan 3 kali dalam seminggu (senin, rabu dan jum'at). Sampah yang dipilah ada 5 jenis yaitu</p> <ul style="list-style-type: none"> •botol dan gelas •kantong kresek dan kantong bening •sachet dan kemasan aluminium •kantong kemasan •plastik
4	<p>Maintenance alat pirolisis persiapan untuk RUN Melakukan pencacahan plastik sampah sebanyak 100 kg, dan persiapan bahan baku untuk proses pembakaran.</p>	
5	<p>Melihat secara langsung proses pirolisis sampai menghasilkan produk BBM (bensin, minyak tanah dan solar) dan tes nyala api produk yang dihasilkan.</p>	

Berikut adalah beberapa dokumentasi kegiatan mahasiswa di IPST Asari

Hari ke-1



Hari ke-2



Hari ke-3

INVENTARIS KANTOR DAN/ATAU SAMPAH SIKLUS DAUR ULANG

DAFTAR BENTUKAN SAMPAH (KANTOR)

	JENIS BENTUKAN SAMPAH (KANTOR)				PLASTIK LAMPAK/SPESIAL
	BENTUKAN BAKARAN (Kg)	KANTOR KERTAS DAN KANTOR BENSOL (Kg)	SAMPUL DAN BAHAN/ALUMINUM (Kg)	KANTOR KEMASAN DAN LAINNYA (Kg)	
SAMPUL 1	7,2 kg	8,8 kg	7,7 kg	5,8 kg	21 kg
SAMPUL 2	8,5 kg	8 kg	3 kg	2 kg	22 kg
SAMPUL 3	3,5 kg	7 kg	1,7 kg	2 kg	2 kg
SAMPUL 4	4 kg	7,7 kg	2 kg	2 kg	2,7 kg
SAMPUL 5					
TOTAL	16,2 kg	22,4 kg	13,4 kg	12,9 kg	49 kg

INVENTARIS KANTOR DAN/ATAU SAMPAH SIKLUS DAUR ULANG

DAFTAR BENTUKAN SAMPAH (KANTOR)

	JENIS BENTUKAN SAMPAH (KANTOR)				PLASTIK LAMPAK/SPESIAL
	BENTUKAN BAKARAN (Kg)	KANTOR KERTAS DAN KANTOR BENSOL (Kg)	SAMPUL DAN BAHAN/ALUMINUM (Kg)	KANTOR KEMASAN DAN LAINNYA (Kg)	
SAMPUL 1	14,2 kg	17,7 kg	2 kg	11,5 kg	25,5 kg
SAMPUL 2	8,8 kg	8,5 kg	3 kg	2,5 kg	22 kg
SAMPUL 3	5,9 kg	10 kg	3,2 kg	2,5 kg	2 kg
SAMPUL 4	3,5 kg	11,2 kg	2,2 kg	4,7 kg	2 kg
SAMPUL 5	1,5 kg	2,7 kg	1 kg	1 kg	1 kg
TOTAL	23 kg	30,1 kg	11,4 kg	12 kg	52,4 kg



Hari ke-4



Hari ke-5



Gambar 6.6. Beberapa dokumentasi kegiatan mahasiswa selama di IPST Asari

6.3. Kegiatan Pengolahan sampah Plastik di Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu (IPST) Asari

6.3.1. Pemilahan Sampah Plastik

Sebelum memulai proses pirolisis, sampah-sampah plastik diambil dari 36 kepala keluarga warga serdag yang ada di satu kelurahan yang terdiri dari enam RT. Sampah-sampah tersebut diangkut menggunakan dua buah sepeda motor rodatica sebanyak 3 kali seminggu yaitu pada hari senin, rabu, dan jumat. Sampah plastik akan mengalami proses pemilihan secara manual oleh pekerja. Sampah organik yang terbawa akan dikumpulkan dan dibuang ke TPA, sedangkan untuk sampah plastik yang sudah terpisah akan dikumpulkan sesuai hari dan didata berdasarkan jumlah massa setiap jenis bahannya.

Tabel 3 Data Pemilihan Sampah Harian di IPST ASARI

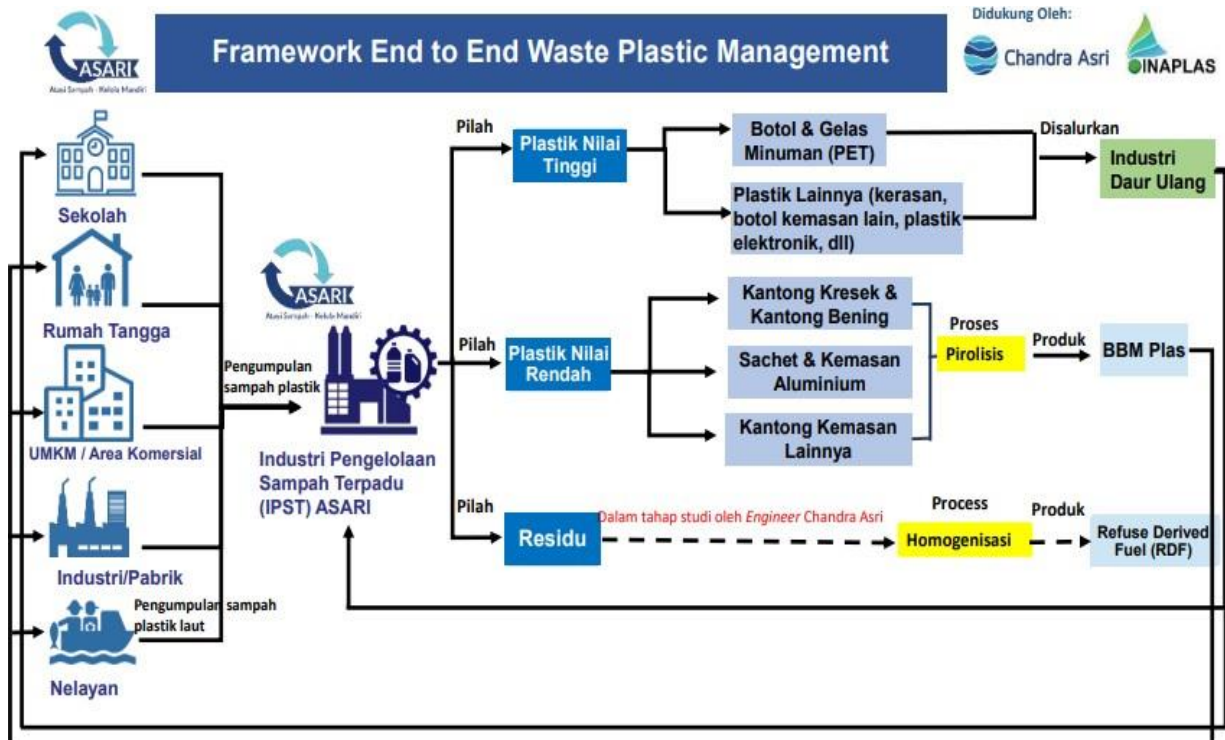
Data Pemilihan Sampah Harian	
Hari/Tanggal	3 September 2021
Jenis Sampah	Kuantitas
Botol dan Gelas	2 kg
Kantong Kresek dan Kantong Bening	3 kg
Saset	0,7 ons
Kantong Kemasan	0,7 ons
Plastik/Atom	0,7 ons

Sampah yang sudah mengalami pemisahan dan pengelompokan akan dikumpulkan untuk direduksi ukurannya atau dipotong-potong menjadi potongan kecil dengan menggunakan mesin pencacah. Sampah tersebut dikumpulkan sampai mencapai 100 kg sebagai bahan baku proses pirolisis.



Gambar 6.7. Pemilahan sampah di IPST Asari

Sampah yang telah dipilih akan dilakukan proses pengolahan seperti ditunjukkan pada Gambar 6.8.



Gambar 6.8 Kerangka Pengelolaan Sampah Plastik di IPST ASARI

6.3.2. Peralatan Pengolahan sampah Plastik dengan Proses Pirolisis di IPST Asari

Fungsi dari bagian-bagian Alat *Pyrolisator* di IPST ASARI yaitu sebagai berikut :

1. Feedstock atau tabung pirolisis

Feedstock merupakan bagian alat yang digunakan untuk tempat masuknya dan tempat menampung bahan baku sampah plastik yang siap untuk diproses ke dalam mesin pirolisis

2. Tungku pembakaran

Tungku pembakaran berfungsi untuk membakar semua bahan yang akan dibakar dalam tabung pirolisis.

3. Lubang udara

Lubang udara berfungsi untuk sirkulasi udara selama proses pembakaran agar panas yang dihasilkan bisa merata.

4. Control panel temperatur

Control panel temperatur berfungsi untuk mensetting atau mendeteksi temperatur yang diinginkan secara otomatis selama proses pembakaran dalam tungku agar lebih stabil sehingga proses pembakaran menjadi lebih sempurna.

5. Blower

Blower berfungsi untuk mendorong atau menyemburkan bahan bakar oli agar dapat mengalir secara perlahan ke dalam tungku pembakaran.

6. Reaktor pirolisis

Reaktor pirolisis merupakan tempat berlangsungnya proses pengolahan limbah atau sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Kapasitas mesin pirolisis di IPST ASARI ini yaitu 100 kg.

7. Separator

Separator berfungsi untuk memisahkan produk BBM yang dihasilkan dari proses pirolisis yang memiliki densitas yang berbeda.

8. Cooler Condensor

Cooler condensor berfungsi untuk merubah fasa produk BBM (Bensin, Minyak

Tanah dan Solar) hasil dari pirolisis dari fasa gas ke fasa cair, hasil keluaran produk BBM (Bensin, Minyak Tanah dan Solar) berkisar 30-45°C.

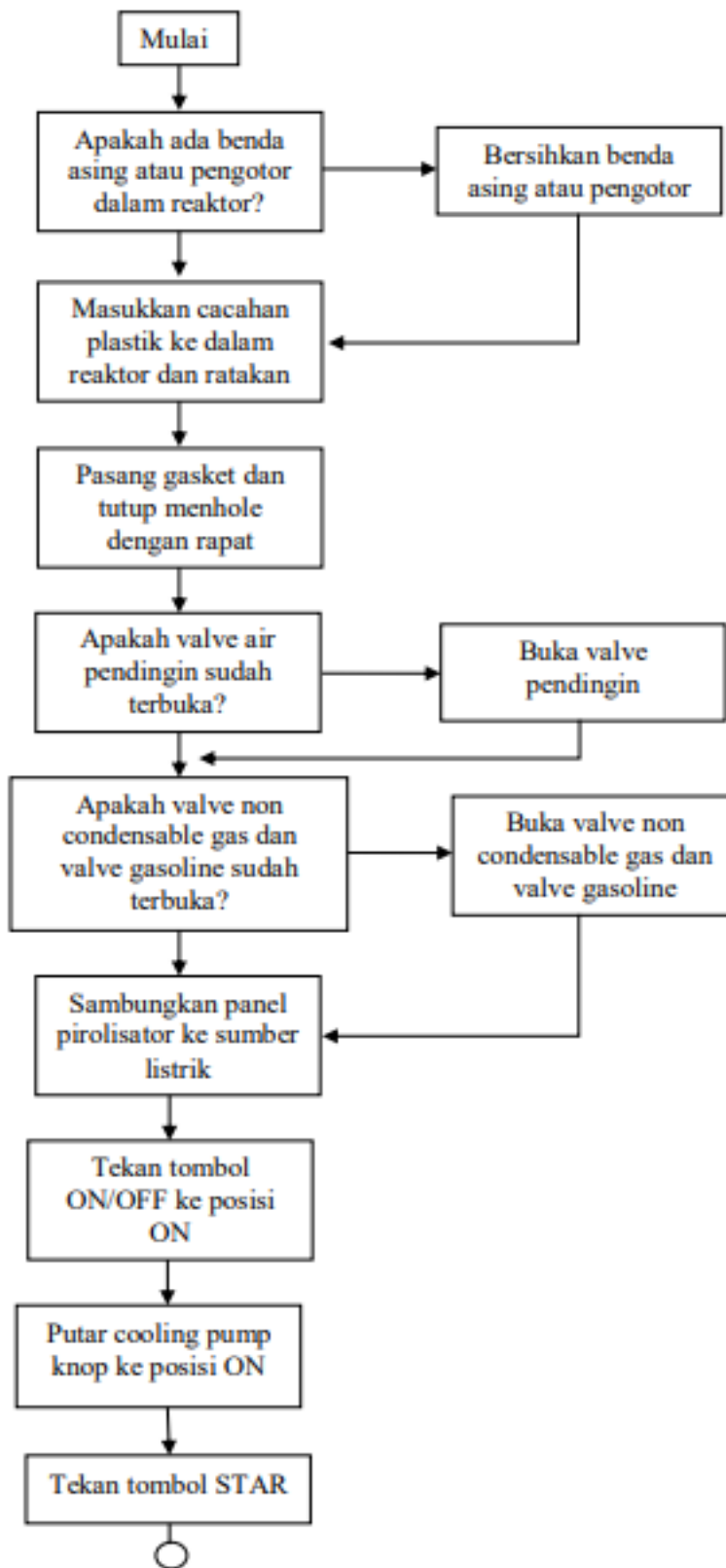
9. Bak Penampungan Air

Bak penampungan air berfungsi untuk menampung air umpan sebelum masuk kedalam kondensor agar fungsi pendinginan lebih baik. kapasitas bak penampung di IPST ASARI yaitu 1000 L.

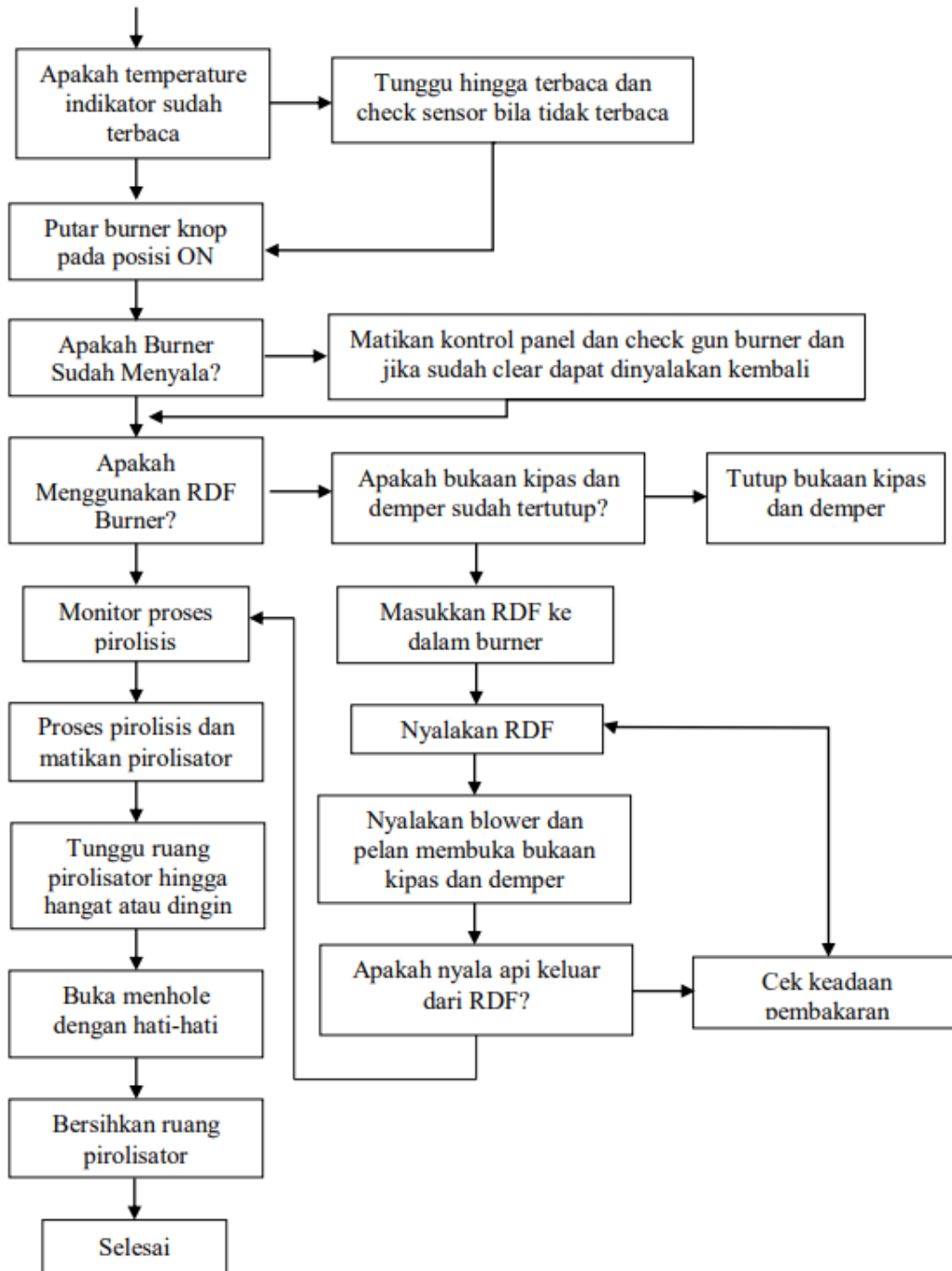


Gambar 6.9 Rangkaian Alat Pirolisis Sampah Plastik

Flow chart pengoperasian alat pirolisis di IPST Asari dapat dilihat pada Gambar 6.10 dibawah ini.



Lanjutan



Gambar 6.10 Flow chart operasi alat pirolisis di IPST Asari

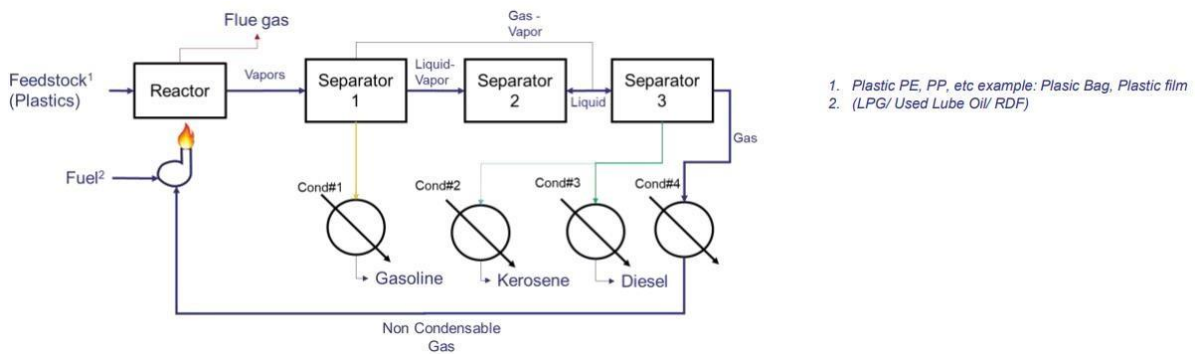
6.3.3 Diskripsi Proses Pirolisis

Pada proses pirolisis sampah plastik menjadi bahan bakar, terdapat beberapatahapan proses diantaranya adalah pencacahan plastic, proses pembakaran, proses pemisahan, pendinginan, dan absorpsi gas hasil pemanasan plastik selama proses pirolisis berlangsung. Berikut ini merupakan sampah plastik yang akan diubah menjadi bahan bakar menggunakan alat pyrolisator.



Gambar 6.11 Proses konversi sampah plastik menjadi bahan bakar cair

Pada proses pirolisis penting memahami proses lebih rinci dari pirolisis sampah menggunakan pyrolisator yang memiliki tiga separator dengan bantuan kondensor untuk menurunkan suhu produk masing-masing. Berikut ini adalah aliran masuk sampah plastik hingga menjadi produk dalam pyrolisator.



Gambar 6.12 Aliran proses bahan baku sampah plastik menjadi produk bahan bakar (BBMplas)

1. Pencacahan Plastik

Proses pencacahan plastic dilakukan untuk mereduksi ukuran sampah plastic yang memiliki ukuran yang berbeda, proses ini menyebabkan ukuran sampah plastik menjadi lebih kecil dan seragam. Proses pencacahan plastic membantu mempercepat pemanasan dan dekomposisi dibandingkan ukurannya yang masih besar.

2. Proses Pembakaran

Pada proses pembakaran sampah plastic dilakukan didalam pyrolysisator yang didalamnya terdiri dari tungku dan reaktor, sampah yang telah di cacah di masukan kedalam reaktor dari bagian atas kemudian reaktor ditutup pada bagian bawah reaktor dihubungkan dengan sumber energi kalor yang berasal dari LPG dan minyak yang dihembuskan dengan bantuan kompresor. Kalor hasil pembakaran ini berfungsi memanaskan sampah plastic hingga terjadi proses pirolisis pada suhu yang telah ditentukan.

Peran suhu pada proses pirolisis sangat mempengaruhi waktu dekomposisi termal, seiring waktu reaksi dan suhu dinaikkan, komposisi dari produk pirolisis berkembang menjadi komponen yang lebih stabil. Dekomposisi bahan organik dijabarkan sebagai berikut: 100 – 200°C pengeringan dengan pemanasan (dehidrasi), 250°C hilangnya cairan dan carbon dioksida (evolusi hydrogen), 340°C putusya rantai carbon makromolekul, 380°C tahap pirolisis, 400°C pecahnya rantai C – O dan C– H. Suhu dalam reaktor yaitu 415 °C dikontrol oleh alat kontroler yang terpasang pada pyrolysisator. Proses pemanasan ini dalam reaktor yang memiliki kapasitas 100 kg berlangsung selama 9 jam.

3. Proses Pemisahan

Selama proses pemanasan sampah plastic akan berubah wujud menjadi vapor dan masuk dalam alat separator. Separator adalah suatu wadah atau alat pemisahan yang berfungsi memisahkan fase, dalam proses ini yaitu fraksi cair dan gas atau vapour, Pada proses pemanasan awal sekitar 100-200 °C pada alat separator pertama akan terpisah menjadi dua fasa, yaitu liquid dan vapor dengan adanya proses kondensasi, liquid akan turun dan didinginkan sebagai produk bensin, sedangkan uap vapor yang belum terpisah akan masuk kedalam separator kedua, pada separator kedua fase cair dan vapor akan terpisah dan masuk ke separator ketiga pada separator ketiga akan dipisahkan dua jenis cairan yaitu,

produk bahan bakar yang dihasilkan pada suhu pemanasan lanjutan berkisar 200-300°C adalah minyak tanah dan pada proses pemanasan akhir 300-400°C akan diperoleh produk akhir solar.

4. Proses Pemisahan

Selama proses pirolisis berlangsung, air pendingin dari unit penyedia air dialirkan terus menerus dengan bantuan pompa kedalam double pipe heat exchanger yang berada diluar pyrolisator. Air pendingin ini berfungsi untuk mendinginkan masing-masing produk keluaran.

5. Proses Absorpsi Gas

Selama proses pembakaran gas-gas CO dan CO₂ akan keluar dan masuk kedalam cerobong dalam cerobong gas-gas yang masih terbawa dandapat mencemarin lingkungan dan berbahaya akan di spray dengan air sehingga beberapa gas terlarut dalam air spray dan turun. Gas yang lolos menjadi lebih bersih dan diharapkan tidak mencemari lingkungan.

6.3.4. Permasalahan yang ditemui dalam proses pengolahan sampah dengan metode pirolisis

- Produk yang dihasilkan dari pirolisis yaitu bensin, minyak tanah dan solar tetapi pada produk Solar sendiri belum dapat dioptimalkan karena bahan bakar solar ini berat dan untuk pengolahan membutuhkan temperatur yang tinggi dan dengan mesin pirolisis nya belum mencapai sampai dapat menghasilkan solar yang jadi tetapi hasil solarnya masih berupa gel masih diupayakan perbaikan kedepannya.
- Hasil BBM yang sudah diolah masih ditampung belom dijual karena hasil solar juga belum sempurna masih berbentuk gel
- Dampak untuk lingkungan dari bau, kebisingan mesin, menghasilkan emisi CH₄
- Terkait bahan bakar proses pirolisis yaitu gas LPG 12 kg dan oli bekas, jika gas LPG habis pemasangan gas tersebut masih manual sehingga dapat menurunkan temperatur dalam burner
- Terkait dengan pemilahan sampah organik tidak berlaku karena awal mula sampah organi dijadikan pupuk, dan saat ini IPST ASARI belum mendapatkan izin, sehingga pengolahan sampah organik yang dijadikan pupuk diberhentikan.

6.4 Pelaksanaan Webinar Nasional “Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Plastik Berkelanjutan”

Webinar Nasional ini merupakan kerjasama forum Rektor Indonesia dengan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang dilaksanakan tanggal 15 September 2021. Pada webinar nasional ini seluruh tim matching fund “Pengembangan Industri Pengolahan Sampah Plastik Terpadu Berbasis Sirkular Economy di Kota Cilegon” diamanahi untuk menjadi panitia pelaksana. Narasumber dalam Webinar Nasional ini adalah dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia yang diwakili oleh Bapak Dr. Ir. Novrizal Tahar, IPM, selaku Direktur Pengelolaan sampah KLHK RI, dari Dinas Lingkungan Hidup kota Cilegon yang diwakili oleh Bapak Nana Sumarna, SH.,MSi selaku Kepala Bidang Lingkungan DLH Kota Cilegon, dari Industri yaitu PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk (PT. CAP) yang merupakan mitra kegiatan kedaireka ini yang diwakilkan oleh Bapak Edi Rivai selaku Vice president Corporate Relations and Sustainability, PT. CAP serta dari akademisi adalah ketua kegiatan kedaireka yaitu Dr. Rahmayetty, ST.,MT. Kegiatan webinar nasional ini memberikan banyak manfaat terhadap kegiatan kedaireka. Dari kegiatan Webinar Nasional ini tim matching fund mendapatkan informasi yang luas mengenai kuantitas sampah dan penanganannya serta target pemerintah dalam pengurangan timbulan sampah. Selain itu juga, ketua tim dapat mensosialisasikan kondisi bank sampah di Kota Cilegon berdasarkan hasil survei lapangan serta memberikan solusi untuk mengaktifkan kembali bank sampah yang ada serta pembentukan bank sampah unit dan induk serta membuat aplikasi bank sampah agar mempermudah dalam pemilahan dan pengumpulan sampah. Dari pemaparan tersebut baik dari pihak KLHK dan DLH kota Cilegon sangat mensupport kegiatan pengembangan industri pengolahan sampah plastik kerjasama Untirta dan PT. CAP. Dalam waktu dekat akan dilakukan pembuatan perjanjian kerjasama antara Untirta dan DLH kota Cilegon.

Beberapa catatan yang dapat diambil dari kegiatan Webinar Nasional adalah :

- Semakin meningkatnya perhatian kita terhadap lingkungan hidup, maka penanganan limbah harus betul-betul mendapat perhatian besar untuk penyelamatan bumi.
- Akademisi harus membuat skema agar penanganan limbah dari hulu sampai hilir dapat ditangani dengan sebaik-baiknya
- Saat ini prosentase pengelolaan sampah yang baik dan benar di Indonesia baru mencapai 62% sehingga terdapat 3 skenario penanganan sampah yang dilakukan oleh pemerintah yaitu tercapainya kesetimbangan minimal pengelolaan sampah yang baik dan benar sebesar 100% pada tahun 2025, menurunkan emisi gas rumah kaca pada tahun 2030, dan tercapainya net zero emission pasca 2030
- Terdapat 3 pendekatan pengelolaan sampah yang dilaksanakan oleh pemerintah secara simultan yaitu pendekatan minim sampah (mencegah dan mengurangi timbulan sampah) melalui perubahan perilaku, pendekatan circular economy (waste to resources), pendekatan pelayanan dan teknologi
- Mindset dalam penanganan sampah plastik bahwasanya plastik setelah digunakan itu bukan di buang tapi harus dikelola
- Perlu ada konsep system pengumpulan sampah yang sudah dipilah dari rumah tangga atau sumber-sumber timbulan sampah lainnya sampai dengan 100%
- Perlu ada kerjasama yang baik dari seluruh stakeholder yaitu pemerintah, perusahaan (bisnis) akademisi dan masyarakat dalam penanganan dan pengelolaan sampah plastik
- Bank sampah adalah salah satu konsep economy circular dalam penanganan dan pengelolaan sampah hanya belum massal.
- Bank sampah yang saat ini berjalan masih banyak kendala dan tantangan yang dihadapi.
- Dibutuhkan metode-metode inovatif untuk meningkatkan utilitas bank sampah dalam penanganan dan pengelolaan sampah berbasis sirkular ekonomi salah satunya melalui pengembangan aplikasi bank sampah digital.



Gambar 6.13 Kegiatan Webinar nasional

6.5 Pelaksanaan *Focus Group Discussion*

Focus Group Discussion (FGD) dengan topik “Aplikasi Bank Sampah Digital untuk pengolahan Sampah Plastik” dilaksanakan pada tanggal 15 September 2021 pukul 13.30-17.00. FGD dilakukan untuk mendapatkan masukan-masukan dari pemerintahan kota, industri dalam hal ini PT. Chandra Asri Petrochemical, pengurus bank sampah dan perwakilan masyarakat dari kelurahan-kelurahan yang ada di kota Cilegon mengenai aplikasi bank sampah secara digital yang akan dibuat. Pada FGD terlihat antusiasnya pengelola bank sampah, perwakilan masyarakat serta pemerintahan kota dalam hal ini Dinas Lingkungan Hidup dengan akan dibuatnya aplikasi bank sampah. Aplikasi bank sampah akan memudahkan masyarakat dalam memilah, mengumpulkan dan menjual sampahnya serta memberikan data yang akurat untuk sampah yang terpilah, terkumpul dan terkelola. Keuntungan bagi pemerintahan kota adalah data-data yang masuk pada aplikasi bank sampah dapat digunakan oleh pemerintahan kota Cilegon untuk meninput Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), sehingga akan diketahui jumlah sampah yang terpilah, terkelola dan penurunan timbulan sampah setiap hari atau setiap bulannya. Dengan adanya data tersebut maka pemerintahan kota Cilegon dapat membuat target tahunan dalam pengelolaan dan pengurangan timbulan sampah. Target ini tentu saja akan dapat tercapai apabila masyarakat, pemerintah, industri dan akademisi saling bekerjasama dalam meningkatkan program pemilahan dan pengumpulan sampah mulai dari sumbernya.



Gambar 6.14 Kegiatan *Focus Group Discussion*

6.6 Kegiatan (WP-1) : Simulasi Sistem Dinamik dan Analisis Kelayakan

6.6.1 Simulasi Sistem Dinamik

Simulasi sistem dinamis industri pengolahan sampah plastik berbasis ekonomi sirkular pada Industri Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) Asari dilakukan untuk menentukan dampak proyek pengolahan sampah terpadu terhadap lingkungan. Untuk dapat melakukan simulasi sistem dinamis, diperlukan data-data berupa proses bisnis yang saat ini dilakukan oleh IPST Asari.

Data-data proses bisnis IPST Asari diperoleh melalui observasi langsung ke lokasi serta wawancara dengan beberapa aktor yang terlibat dalam proses bisnis IPST Asari. Proses bisnis IPST Asari dapat dibagi menjadi tiga proses::

- 1) pengumpulan sampah,
- 2) pengolahan sampah, dan
- 3) pemanfaatan hasil pengolahan.

Ketiga proses bisnis tersebut terlihat pada Gambar 6.15, 6.16 dan 6.17.

Proses bisnis pengumpulan sampah

- Sampah diambil ke pemukiman warga menggunakan dua (2) buah cator.
- Jumlah warga yang mengumpulkan sampah adalah sebanyak 35 kepala keluarga yang terhimpun dalam satu rukun warga (RW) yang mencakup enam rukun tetangga.
- Pengambilan sampah dilakukan tiga kali dalam seminggu, yaitu hari Senin, Rabu, Jumat.
- Warga tidak membayar biaya retribusi pengangkutan sampah.
- Sampah plastik yang didapatkan dari masyarakat sekitar 100 kg/bulan.
- Sampah plastic yang berasal dari industri sekitar 700 kg/bulan.

Gambar 6.15 Proses bisnis pengumpulan sampah yang saat ini dilakukan IPST Asari

Proses bisnis pengolahan sampah

- Sampah dari masyarakat dipilah oleh menjadi sampah plastik dan sampah non-plastik.
- Sampah non-plastik dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sampah plastik yang diproses lebih lanjut di IPST.
- Sampah plastik dikategorikan sebagai “high value” dan “low value”.
- Sampah plastik “high value” akan dijual ke industri.
- Sampah plastik “low value” digunakan sebagai bahan baku pirolisis.
- Kapasitas produksi pirolisis adalah 100 kg sampah plastik per batch.
- Waktu proses pirolisis per batch adalah 8 jam.
- Efisiensi pirolisis adalah 80%.
- Hasil pirolisis adalah solar, minyak tanah, dan bensin.

Gambar 6.16 Proses bisnis pengolahan sampah yang saat ini dilakukan IPST Asari

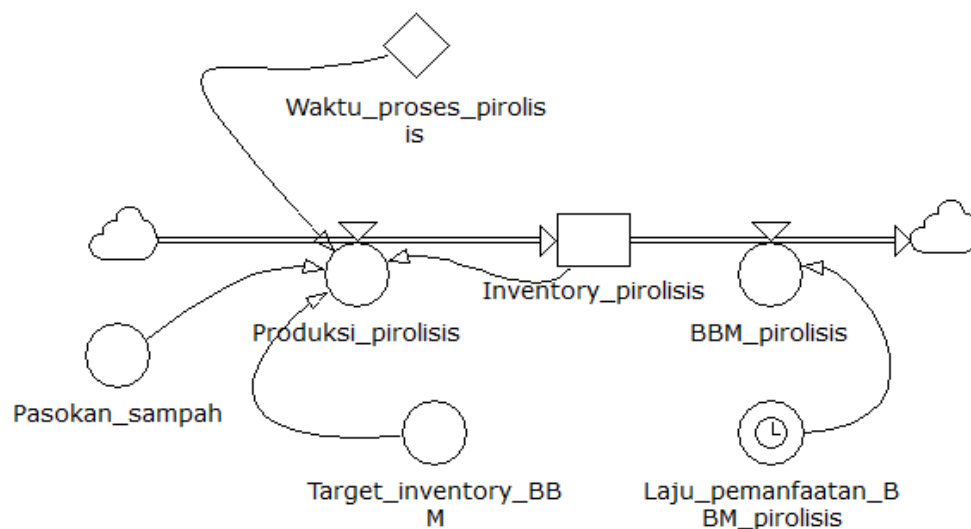
Proses bisnis pemanfaatan hasil pengolahan sampah

- Hasil proses pirolisis adalah minyak tanah, solar, dan bensin.
- Bensin masih belum dapat digunakan langsung.
- Minyak tanah dan solar dapat digunakan secara langsung.
- Nelayan mendapatkan minyak tanah dan solar dengan menukar sampah plastik.
- Satu liter minyak tanah atau solar ditukar dengan 4 kg sampah plastik dari laut.

Gambar 6.17 Proses bisnis pemanfaatan hasil

Simulasi sistem dinamis dilakukan setelah memetakan proses bisnis secara menyeluruh. Dari hasil simulasi sistem dinamis, dapat diketahui dampak IPST Asari terhadap lingkungan, khususnya pengurangan sampah plastik di kota Cilegon. Skenario yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Produksi per tahun meningkat 100 kg/bulan selama 3 tahun. Produksi saat ini adalah 800 kg/bulan, maka tahun ke-2 produksi menjadi 900 kg/bulan, tahun ke-3 menjadi 1000 kg/bulan.
- Harga-harga dianggap konstan.
- Simulasi dilakukan selama 15 tahun



Gambar 6.18 *Stock-flow diagram* pengolahan sampah IPST Asari

Gambar 6.18 adalah *stock-flow diagram* (SFD) dari proses bisnis IPST Asari. Diagram ini melukiskan hubungan antara pasokan sampah dari masyarakat, produksi pirolisis, serta laju pemanfaatan pirolisis. Hasil dari simulasi sistem dinamis disajikan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4. Hasil simulasi sistem dinamis sampah plastik yang dikelola

Tahun	Pasokan per bulan (kg)	Produksi per tahun (kg)	Hasil BBM Pirolisis
1	800	9600	8160
2	868	10416	8436.96
3	956	11472	9292.32
4	960	11520	9676.8
5	955	11460	9397.2
6	955	11460	9397.2
7	986	11832	9702.24
8	999	11988	10189.8
9	971	11652	9554.64
10	988	11856	9603.36
11	990	11880	10098
12	977	11724	9965.4
13	961	11532	9917.52
14	969	11628	9767.52
15	965	11580	9843
Rata-rata		11440	9609.6

Beberapa hal yang dapat diangkat dari hasil simulasi sistem dinamis adalah sebagai berikut:

- Dengan tingkat produksi saat ini dan terjadi penambahan produksi sampah sampai 200 kg/bulan sampai dengan tiga tahun, maka sampah plastik yang dapat dikelola hanya sebesar 11.440 kg/bulan. Menurut estimasi, total sampah kota Cilegon tahun 2021 adalah 95.677 ton dan 18% berupa plastik. Dengan demikian, sampah plastik adalah 17.220 ton. Demikian, hanya sekitar 0,065% sampah plastik yang dikelola oleh IPST Asari.
- Dengan kapasitas produksi mesin pirolisis sebesar 100 kg/hari, maka masih banyak peluang bagi IPST Asari untuk dapat membantu pemerintah daerah dalam penanganan sampah plastik. Saat ini, hanya sekitar 800/3000 atau 26,7% kapasitas produksi pirolisis yang terpakai.

- Rendahnya utilisasi mesin pirolisis disebabkan oleh kurangnya pasokan sampah. Oleh karena itu, diperlukan suatu kerjasama antara pemerintah daerah, industri, akademisi, dan masyarakat dalam menambah pasokan sampah plastik yang dikelola.
- Sampah plastik “low value” yang akan dibakar di TPA apabila tidak dikelola oleh IPST Asari adalah sekitar 11.440 kg per bulan yang menghasilkan emisi pembakaran dengan BBM yang dapat dinikmati oleh masyarakat dengan harga murah dan gratis. Harga BBM yang murah ini membuat masyarakat, khususnya nelayan, dapat melakukan aktivitas ekonomi dengan dukungan BBM gratis dari IPST Asari.

6.6.2 Analisis kelayakan

Aktivitas IPST Asari yang dilakukan sejak 2020 didukung oleh dana *corporate social responsibility* (CSR) PT. Chandra Asri Petrochemical (CAP). Dukungan dana diberikan dengan harapan IPST Asari akan mampu melakukan aktivitasnya secara mandiri pada tahun-tahun berikutnya. Karena dukungan dana dari CAP tidak akan diberikan selamanya, maka dibutuhkan suatu analisis kelayakan IPST Asari menggunakan *benefit cost analysis*.

Pengumpulan data dilakukan secara langsung di IPST Asari. Wawancara secara langsung juga dilakukan dengan pengurus dan pegawai IPST Asari serta dengan pihak CAP. Beberapa *benefit* dari yang didapatkan melalui program ini adalah sebagai berikut:

- masyarakat tidak perlu membayar retribusi sampah bulanan sebesar Rp. 30.000,00 per bulan. Saat ini, sampah diambil oleh IPST Asari menggunakan cator sebanyak tiga kali dalam seminggu. Jumlah masyarakat yang mengikuti program ini adalah sebanyak 110 kepala keluarga. Oleh karena itu, benefit perbulan adalah sekitar Rp 3.300.000,00
- masyarakat (terutama nelayan) memperoleh BBM ditukar dengan sampah. Dengan asumsi bahwa BBM yang dimanfaatkan masyarakat sekitar 50% dari hasil pirolisis dan harga BBM sekitar Rp. 10.000,00, maka benefit per tahun yang dihasilkan oleh IPST Asari adalah sebesar $4.800 \text{ liter} * \text{Rp. } 10.000,00/\text{liter} = \text{Rp. } 48.000.000,00$ atau Rp. 4.000.000,00 per bulan.

- pengurangan potensi pembakaran sampah plastik sebesar 800 kg per bulan. Apabila diasumsikan bahwa pembakaran 1 kg plastik menghasilkan 0,8 kg karbon, maka benefit yang dihasilkan dari IPST Asari adalah sekitar $\$123 * 800 * 0.8 * \text{Rp. } 14.000,00 = \text{Rp. } 1.102.080,00$ per bulan.

Asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- umur proyek adalah 20 tahun
- depresiasi peralatan menggunakan metode garis lurus
- nilai aset pada waktu akhir umur ekonomis adalah 10% dari nilai awal
- bunga bank sebesar 10%

Tabel 6.5. Komponen benefit and cost

No.	Benefit/Cost	Jumlah	Keterangan
1	Mesin pirolis	300.000.000	1 kali
2	Tanah dan bangunan	800.000.000	1 kali
3	Kendaraan Cator	75.000.000	1 kali
4	Biaya orang	20.000.000	per bulan
5	Biaya utilitas gas	1.546.000	per bulan
6	Biaya utilitas listrik	1.100.000	per bulan
7	Biaya utilitas air	200.000	per bulan
8	Biaya utilitas lain-lain	300.000	per bulan
9	Benefit retribusi	3.300.000	per bulan
10	Benefit BBM bagi masyarakat	4.000.000	per bulan
11	Benefit pengurangan emisi karbon	1.102.080	per bulan

Dari data pada Tabel 6.5, dilakukan penghitungan *benefit cost ratio* (BCR) dari IPST Asari. Nilai BCR yang dihasilkan adalah 0,12. Beberapa analisis yang dapat perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- walaupun proyek IPST Ashari mampu mengurangi sampah plastik dan memberikan manfaat secara ekonomis bagi masyarakat, nilai BCR yang kurang dari satu mengindikasikan bahwa dengan kondisi saat ini, proyek ini belum memberikan benefit yang nyata bagi aspek lingkungan dan ekonomi.
- kendala yang dihadapi adalah sedikitnya pasokan sampah sehingga benefit yang dihasilkan belum mampu mengcover biaya-biaya yang timbul.

6.7 Persiapan Praktisi Mengajar di Kampus (IKU-4)

Kegiatan praktisi mengajar di kampus akan dilakukan setelah Ujian tengah Semester yaitu mulai tanggal 17 Oktober 2021. Praktisi mengajar dari PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk adalah **Muhammad Khoirul Anam, ST, M.Eng** dan **Fanny Arviani Roseno, ST** yang akan mengajar pada Matakuliah Pilihan “Pengolahan Biomassa” dan “Teknologi Biofuel”. Tim matching fund telah melakukan rapat koordinasi mengenai praktisi mengajar.



Gambar 6.19 Rapat koordinasi tim Untirta dan PT. CAP terkait kegiatan praktisi mengajar