

**INSPEKTA: INFRASTRUKTUR SIRKULAR PENGELOLAAN
LIMBAH RUMAH TANGGA GUNA MEMBANGUN SMART
ENVIRONMENT CITY**

**David Fernando Aritonang¹, I Putu Wahyu Diasmika², dan Heidy
Sekadini³**

¹Teknik Metalurgi dan Material, Teknik, Universitas Indonesia, Indonesia.

¹Teknik Metalurgi dan Material, Teknik, Universitas Indonesia, Indonesia.

³Arsitektur, Teknik, Universitas Indonesia, Indonesia.

¹david.fernando02@ui.ac.id, ²i.putu011@ui.ac.id, ³heidy.sekardini@ui.ac.id

Abstract

The development of Indonesia's new capital city in Kalimantan Timur has the potential to cause waste and energy problems. Waste production has increased every year. Therefore, the waste problem has a high urgency because it can cause environmental and health problems. In addition, the Ministry of Energy and Mineral Resources estimates that electricity infrastructure development will be needed and an additional capacity planning of around 864 MW to supply electricity in Kalimantan Timur. This study aims 1) To determine the innovation and design of INSPEKTA, 2) To find out the effectiveness of INSPEKTA in the development in Kalimantan Timur. Type of this research is written idea which is done by designing, simulating, estimating the electrical energy obtained, as well as feedback on INSPEKTA's innovations. The sample area used as a reference is Kalimantan Timur. The work procedures carried out are: 1) Initial data collection using literature studies, questionnaires, and interviews, 2) Designing and prototyping of INSPEKTA, 3) Testing the work system and the effectiveness of INSPEKTA using quantitative calculations and simulating innovation mechanisms. From this research it can be concluded as follows: 1) INSPEKTA can utilize household waste for recycling, and converted it into electrical energy, 2) INSPEKTA can support zero-waste and green energy programs, 3) People get access to free electrical energy from the INSPEKTA system, 4) INSPEKTA can create a smart environment city with features in a mobile application such as tree planting, donations, shopping at regional MSMEs and information about waste that has been collected and converted.

Keywords: *INSPEKTA, mobile apps, electricity infrastructure, smart environment city, waste management*

Pendahuluan

Pembangunan ibu kota baru Indonesia yang berada di Kalimantan Timur berpotensi menimbulkan masalah pada dua aspek pokok kehidupan, yaitu sampah dan energi. Menurut Kepala Bidang Pengelolaan Sampah dan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kalimantan Timur, Kalimantan Timur atau Benua Etam pada 2018 menghasilkan 832.032,1 ton sampah dan dalam sehari bisa mencapai 2.279,54 ton. Sementara itu, pada tahun 2015, 2016, 2017, volume sampah mencapai 654.310 ton, 683.295 ton, dan 730.876 ton (Almeiro, 2019). Dengan kata lain, produksi sampah per tahun tidak menurun melainkan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Oleh sebab itu, permasalahan sampah memiliki urgensi yang tinggi karena dapat menjadi penyebab bagi masalah-masalah lingkungan lainnya, seperti banjir, penyakit pencernaan, penyakit akibat jamur serta penyakit menular lainnya (Camilla Anderson, 2018).

Selain itu, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) memperkirakan tambahan kapasitas pembangkit sekitar 1.555 MW dibutuhkan untuk menyuplai listrik di Ibu Kota Negara (IKN) baru di Kalimantan Timur. Berdasarkan RUPTL 2019-2028, tambahan kapasitas listrik di Kalimantan Timur hanya sebesar 691 MW hingga 2024 (Pribadi, 2019). Dengan demikian, diperlukan percepatan pengembangan infrastruktur kelistrikan, dan tambahan perencanaan kapasitas sekitar 864 MW untuk memenuhi kebutuhan 1.555 MW. Akan tetapi, PLTU batubara tampaknya masih menjadi andalan untuk pemenuhan energi listrik IKN baru (Banjarnahor, 2019). Padahal, dampak energi kotor PLTU batubara terhadap lingkungan sangat berbahaya, yaitu menurunnya kualitas lingkungan hidup, kesehatan, kenyamanan warga, dan bahkan ekonomi warga yang kian hari makin merosot karena mata pencaharian yang berkurang di sektor pertanian (Fitriyanti Faruk, 2020).

Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi, INSPEKTA dapat menjadi solusi dari permasalahan energi dan sampah di Ibu Kota Baru (IKN).

INSPEKTA merupakan infrastruktur sirkular berupa aplikasi *mobile* dan kotak sampah berbasis IoT dengan menggunakan *solar cell* dan *secondary sorting unit*. Kotak sampah IoT sistem ini terintegrasi dengan aplikasi *mobile* INSPEKTA.

Terdapat beberapa penelitian yang sudah dilakukan dan berhubungan dengan kotak sampah pintar berbasis IoT:

1. *Smart Trash Can* yang dapat membuka tempat sampah otomatis jika dengan jarak objek kurang dari 25 cm dari tempat sampah. Dengan menggunakan *web server* dan android sebagai pengecekan tempat sampah penuh oleh petugas kebersihan dan mendapatkan notifikasi ke *smartphone* android jika terjadi penumpukan sampah (Mualief Ismail, 2021).
2. *Smart Trash Bin with Solar Energy*, tempat sampah pintar yang dapat mendeteksi dan memilah jenis sampah logam dan nonlogam, Tempat sampah ini dilengkapi dengan *solar cell* yang dapat menghidupkan perangkat dan dapat digunakan untuk mengisi daya baterai *handphone* (Mia Galina, 2016).
3. *Smart Bin*, tempat sampah pintar yang dapat memilah sampah secara otomatis yang terdiri dari 5 bagian sesuai dengan kategori sampah. Selain itu inovasi InSinergi (Infrastruktur Sirkular Limbah dan Energi) yang mengintegrasikan pengelolaan sampah domestik untuk diolah sebagai sumber daya penyediaan listrik ibu kota. Infrastruktur utama dalam InSinergi terdiri atas Sistem InSinergi dan Kompleks Limbah dan Energi (Praventia dan Autumn, 2021)

INSPEKTA juga dapat mengatasi permasalahan tentang pengelolaan sampah rumah tangga (organik, anorganik, B3, dll) sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga yang selanjutnya digunakan sebagai bahan bakar pada PLTSa atau PLTBm sehingga dapat menghasilkan energi listrik. (Zainuddin, 2017). Kemudian, Sampah yang dikumpulkan di setiap rumah akan diambil oleh *driver* ketika mendapatkan notifikasi dari pengguna. Kemudian, pengguna akan mendapatkan keuntungan 2 berupa POINS yang dapat digunakan untuk

beberapa pilihan, seperti *voucher* listrik, donasi, belanja dan penanaman pohon di Kalimantan Timur. Oleh karena itu, INSPEKTA ini dapat membantu masyarakat bersama dengan Pemerintah dalam membangun *smart environment city*.

Metode Penelitian

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian gagasan tertulis dengan mendesain, mensimulasikan, menghitung energi listrik yang didapatkan, serta *feedbacking* pada rekayasa sistem kerja INSPEKTA dan juga dengan serangkaian pengujian pada produk yang diteliti, serta dilakukan perhitungan, dan perbandingan.

B. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan menggunakan beberapa metode, yaitu:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji literatur, buku, jurnal yang sesuai dengan masalah yang dibahas dalam penelitian.

2. Metode Penyebaran Angket

Angket disebarkan kepada responden mengenai manajemen sampah serta mengenai listrik di rumah tangganya.

3. Metode Wawancara

Wawancara dilakukan kepada masyarakat di tiga kota besar, yaitu Jakarta, Medan, Bandar Lampung mengenai perlakuan terhadap sampah serta listrik rumah tangga.

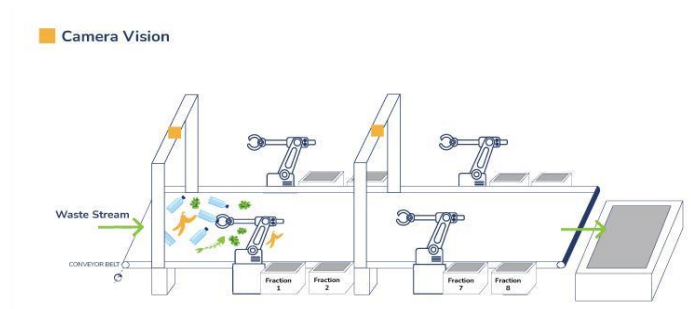
4. Metode Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber yang berasal dari dokumen yang merupakan data sekunder seperti internet.

C. Variabel Penelitian

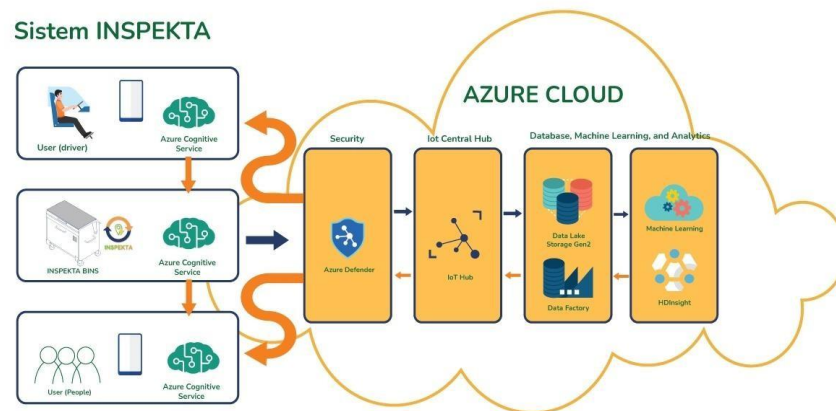
1. Variabel Kontrol

- a. Populasi masyarakat di Kalimantan Timur
- b. Alokasi waktu pembakaran di PLTSa dan di PLTBm



Gambar 3. *Secondary Sorting Unit INSPEKTA*

3. Sistem INSPEKTA



Gambar 4. Sistem INSPEKTA

E. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Alat: Adobe XD, Adobe Illustrator, Azure IoT, PLTSa, PLTBm,
2. Bahan: sampah (organik, anorganik), 6 *robotic arms*,

F. Prosedur Kerja

Penelitian ini menggunakan prosedur kerja sebagai berikut:

1. Pemilahan sampah primer menjadi sampah organik, sampah B3, sampah logam, sampah plastik, sampah kertas
 - a. Pembuatan INSBin, yaitu kotak sampah pintar pemilah sampah menjadi 5 kategori
 - b. Pemilahan sampah organik, sampah B3, sampah logam, sampah plastik, sampah kertas oleh INSBin

2. Pemilahan sampah sekunder oleh *Secondary Sorting Unit* INSPEKTA
 - a. Pembuatan *Secondary Sorting Unit* INSPEKTA
 - b. Pemilahan sampah sekunder dari kiriman sampah primer sebelumnya
3. Peninjauan hasil energi listrik yang dihasilkan, dan dampak yang dihasilkan dari fitur plant, donate, serta shop di Kalimantan Timur.

G. Teknik Analisis Data

1. Perhitungan *Power Generation* PLTBm

$$P = \frac{10MW}{10BDT} \times aBDT$$

Keterangan:

P = daya yang dihasilkan (MW)

a = Massa sampah organik kering (BDT)

2. Perhitungan *Power Generation* PLTSa

$$P = \frac{3,3MW}{10TDP} \times bTDP$$

Keterangan

P = daya yang dihasilkan (MW)

b = Massa sampah *non recyclable* (TDP)

3. *Reclcying rate*

$$\%Recycling\ rate = \frac{Total\ sampah\ yang\ diolah\ menjadi\ energi\ listrik}{Total\ sampah\ yang\ dihasilkan} \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

A. Pembuatan INSBin Sebagai Kotak Sampah Pintar Pemilah Sampah Rumah Tangga Menjadi 5 Kategori

Ini mencakup pembuatan INSBin, sistem pemilah sampah, dan komponen alat. Penjelasan hal tersebut sebagai berikut:

1. INSBin, yaitu kotak sampah pintar pemilah primer (*primary sorting*) sampah menjadi 5 kategori yaitu sampah organik, sampah B3, sampah logam, sampah plastik, sampah kertas. INSBin memiliki ukuran yang menyesuaikan dengan kebutuhan dan *habit* masing-masing rumah tangga sehingga ukuran tersebut masih bisa diperlebar, diperpanjang, dan dipertinggi. Akan tetapi ukuran *default* dari alat ini adalah 150cm x 60cm x 120cm. Volume *input space* pada INSBin ini adalah $\frac{1}{2}$ volume tabung, yaitu 94,2 L. Volume input space ini sudah cukup besar karena jika setiap anggota keluarga memiliki 5 anggota keluarga dengan volume sampah setiap anggota adalah 3,25L/hari, volume sampah total yang dihasilkan adalah 16,25 L/hari (PUPR, 2017). Selain itu, volume tiap jenis kotak sampah di bagian bawahnya adalah 108L. Dengan demikian, volume INSBin yang didesain akan memudahkan masyarakat dalam hal kapasitasnya pada pemilihan sampah di INSBin. Selanjutnya, Model ini merujuk pada penelitian oleh Mia Galina dan Ulfa Dwindi Umar tahun 2016, yaitu sumber energi yang diperlukan untuk melakukan setiap kegiatan oleh alat ini bersumber dari sel surya sehingga ramah lingkungan (Mia Galina, 2016).



Gambar 5. Desain INSBin

2. Komponen-komponen pada INSBin

a. Komponen Pemilahan Sampah

Komponen ini adalah *Robotic Arms* yang terdapat di dalam INSBin. Komponen ini bertugas untuk melakukan pemilahan sampah menjadi 5 kategori. *Robotic Arms* ini menggunakan material aluminium sehingga ringan pada pengoperasiannya.

b. Komponen *Divider*

Komponen itu adalah komponen tempat penampungan akhir yang sudah sesuai dengan kategorinya, yaitu sampah organik, sampah B3, sampah logam, sampah plastik, sampah kertas. Komponen ini nantinya dapat dikeluarkan oleh *driver* untuk mengambil sampah-sampah yang telah terpilah yang kemudian akan dibawa ke *secondary sorting*.

c. Komponen Sumber Energi (Sel Surya)

Energi listrik yang digunakan pada alat ini *renewable energy* bersumber dari sel surya yang terdapat pada INSBin sehingga ramah lingkungan. INSBin memerlukan suplai 230V listrik AC.

3. Aplikasi INSBin INSPEKTA secara berkelanjutan

Alat ini merupakan alat pemilah sampah primer. sampah dari rumah tangga akan terpilah menjadi 5 kategori, sesuai dengan Peraturan

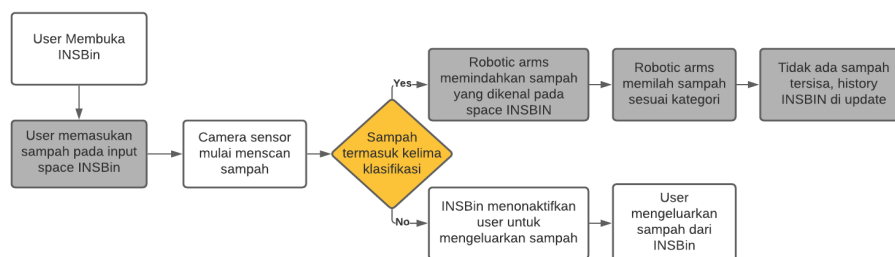
Pemerintah No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga.

4. Perawatan INSBins

Dalam aplikasi INSBin untuk rumah tangga, alat ini akan hampir selalu diletakan di luar rumah sehingga akan selalu terpapar sinar matahari, hujan, dll. Alat ini terbuat dari material aluminium atau paduan aluminium yang memiliki sifat ringan, kuat dan relatif tahan korosi (Siregar Tiurlina, 2010) sehingga tidak memerlukan perawatan yang terlalu intensif. Selain itu, Alat ini dilengkapi dengan 4 roda yang dapat dipindahkan menyesuaikan dengan tempat yang ingin kita letakan sehingga jika terjadi sesuatu baik di area dalam rumah maupun luar rumah, *user* akan dengan mudah memindahkan alat ini untuk meminimalisasi terjadinya kerusakan.

B. Cara Kerja INSBin Sebagai Pemilah Primer (*Primary Sorting*) Sampah Rumah Tangga Menjadi 5 Kategori

Cara kerja INSBin dimulai dari membuka alat ini menggunakan aplikasi smartphone INSPEKTA hingga sampah-sampah tersebut terpilah dan masuk ke *divider* sesuai jenisnya. Cara kerja alat ini dapat dilihat melalui *flowchart* di bawah:



Gambar 6. Alur kerja INSBin

a. Pemasukan sampah pada *input space* INSBin

Sampah dimasukan pada *input space* dengan memasukkannya secara menyebar. Kemudian, sistem akan mendeteksi jenis dari sampah yang telah dimasukan. Apabila jenis sampah tidak sesuai, sistem tidak akan

melanjutkan ke proses selanjutnya dan akan menotifikasi *user* untuk mengeluarkan sampahnya. Apabila sesuai, sistem akan melanjutkan ke proses selanjutnya.

b. Pemilahan sampah oleh *Robotic Arms*

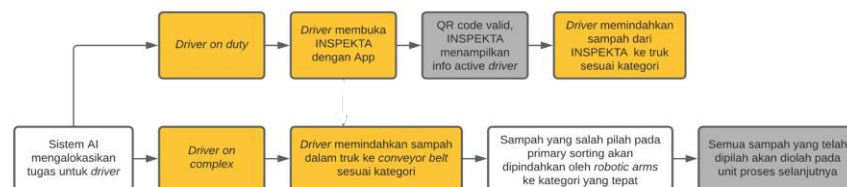
Dua *Robotic Arms* dan *camera sensors* yang terkoneksi ke sistem global akan melakukan pemilahan sampah sesuai dengan kategorinya.

c. Pengeluaran sampah yang sudah sesuai kategori oleh *driver*

Setelah kotak sampah penuh, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada driver untuk segera mengambil sampahnya. Bagian bawah alat ini hanya dapat dibuka oleh driver saja, yaitu dengan memindai *QR Code* menggunakan aplikasi INSPEKTA (*for driver*).

C. Mekanisme Kerja dari *Driver*

Kerja dari *driver* secara keseluruhan akan diatur oleh sistem AI (*artificial intelligence*). AI akan menotifikasi *user* mengenai apa yang *driver* sedang lakukan (*on duty* atau *on complex*), yaitu apakah sedang dalam perjalanan menuju ke lokasi kotak sampah yang telah penuh, atau ke lokasi *secondary sorting* di PLTSa/PLTBm. Alur kerja dari *driver* secara lengkap ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 7. Mekanisme kerja *driver*

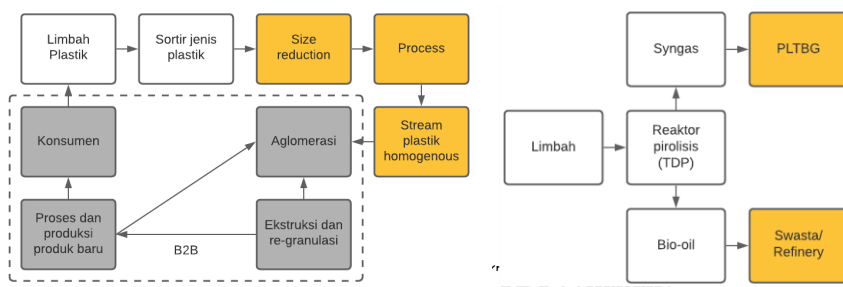
D. Pembuatan *Secondary Sorting* pada PLTSa dan PLTBm

Alat ini dibuat untuk melakukan pemilahan kedua pada sampah yang telah dikirim sebelumnya oleh *driver*. Alat ini dilengkapi oleh 4 *robotic arms* dan yang telah terintegrasi dengan 2 *camera vision*. Alat ini akan melakukan pemilahan sampah kedua untuk meningkatkan kualitas pemilahan sampah yang dihasilkan. *robotic arms* pada alat ini akan

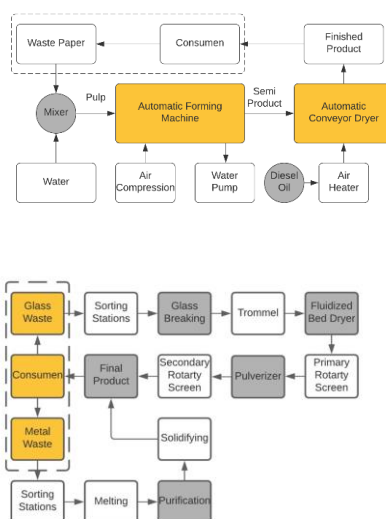
melakukan pemrosesan sampah untuk dimasukkan ke *fraction unit* sesuai kategorinya. Hasil dari pemilahan sampah tersebut akan diperlakukan sesuai kategorinya. Berikut adalah perlakuannya:

Tabel 1. Perlakuan sampah sesuai jenisnya

Material	Unit Pengolahan
PET, HDPE, PVC(e.g Botol minuman, botol minyak, furniture)	Plastic Recycling Center
Kertas	Paper Recycling Center
PS (styrofoam), plastik multilayer, PP, LDPE, sampah medis	TDP
Gelas, Kaca, Metal	Glass & Metal Recycling Center
Non Recyclables	PLTSa
Sampah organik	PLTBm/ PLTBG



Gambar 8. Plastic recycling center (kiri) dan Thermal



Gambar 9. Glass and metal recycling center (kiri) dan Paper recycling center (kanan)

E. INSPEKTA Apps

1. Desain *Interface* Aplikasi INSPEKTA

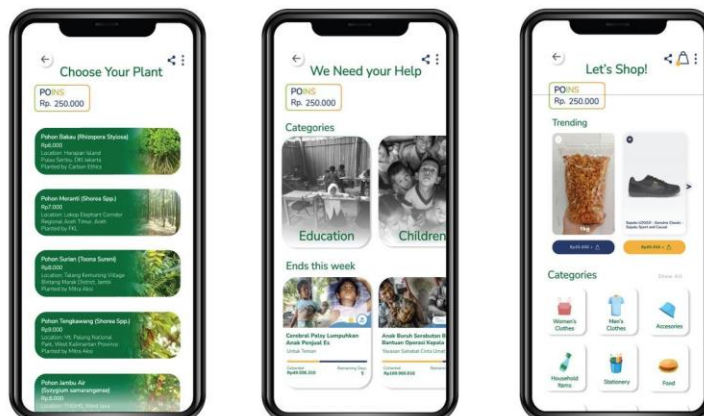
Desain *interface* aplikasi yang memudahkan pengguna dalam mengontrol pembuangan sampah, penggunaan listrik, serta penggunaan uangnya.



Gambar 10. *Interface* login INSPEKTA



Gambar 11. *Interface* menu dan *find driver* INSPEKTA





Gambar 12. *Interface plant, donate, shop, team, electricity history, trash history, dan find driver INSPEKTA*



Gambar 13. *INSPEKTA apps for driver*

2. Fitur-Fitur Pada INSPEKTA Apps

Tabel 2. Fitur-fitur INSPEKTA apps

Fitur	Fungsi	Partnership
Plant (Penanaman Pohon)	Mewujudkan <i>green environment</i> di pulau Kalimantan (Timur)	Pihak swasta/ pemerintah
Donate (Donasi)	Membantu masyarakat yang sedang mengalami bencana atau kesulitan	kitabisa.com, Sharing Happiness, ACT
Shop (Belanja)	Meningkatkan perekonomian masyarakat Kalimantan	UMKM-UMKM di Kalimantan (Timur)
Electricity	Membeli token listrik, serta memantau jumlah listrik yang berhasil dibeli dan penggunaan listriknya	Pihak swasta/ BUMN
Team Management	Mengetahui profil, alamat, serta <i>daily waste management</i> anggota keluarga (Rumah tangga)	
Trash History	Mengetahui komposisi sampah serta <i>waste management</i> yang telah dilakukan sebelumnya	
Find Driver	Mengetahui siapa, jangkauan, serta lokasi driver yang akan mengambil sampahnya	Driver INSPEKTA
Top pick for you!	Meningkatkan <i>awareness</i> masyarakat mengenai limbah dan energi melalui berita-berita terkini	Katadata, National Geographic, Greenpeace, dll

F. Potensi Kapasitas Pembangkit Listrik

Tabel 3. Potensi pembangkit listrik

Perangkat	Jumlah	Unit	Keterangan
Kapasitas Pembangkitan PLTBM/ PLTBG			
Total Sampah	3484,13	ton/ hari	
Sampah Organik	2090,48	ton/ hari	60% dari total sampah
Sampah Organik (Kering)	627,14	BDT/ hari	BDT: Bone Dry Ton. 30% dari total sampah organik
Power Generation	627,14	MW	Rule of thumb 10MW untuk 10 BDT
Total Kapasitas Pembangkitan	627,14	MW	
Kapasitas Pembangkitan PLTSA			
Total Sampah	3483,13	ton/ hari	
Nonrecyclable	696,63	ton/ hari	20% dari total sampah
Kapasitas Pembangkitan	23,99	MW	Rule of thumb 100 TPD untuk 3,3 MW
TOTAL KAPASITAS PEMBANGKITAN	650,13	MW	

Total kapasitas pembangkitan listrik, yaitu 650,13 MW. Kapasitas ini mampu menyuplai 75,2% energi listrik di Kalimantan Timur dari total kebutuhannya saat ini, yaitu 864 MW (Mayhead, 2010). Selain itu, dari tabel di atas, total sampah yang dapat diolah menjadi energi listrik adalah 2787,11 ton. Artinya, sistem ini dapat meningkatkan *recycling rate* mencapai 79,9%.

G. Proyeksi Rencana Keuangan

1. Modal Awal

Sumber pendanaan awal berasal dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kalimantan Timur, Pemerintah Daerah Kalimantan Timur, inkubator wirausaha atau *startup*, dan *angel investor*.

2. Kebutuhan Investasi

Pada pengembangan awal pembangunan INSPEKTA, dana yang dibutuhkan adalah sebesar Rp15.364.500.000,00. Pemerintah akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp 23.416.591.864,55. Pembangunan ini akan mengalami balik modal pada tahun ke-4,65 setelah dijalankan.

3. Penentuan Pendapatan Penjualan Listrik

Pendapatan penjualan listrik berdasarkan potensi penjualan listrik dengan PPA Rp 660/kWh - NPV dengan *discount rate* (6.8%).

H. Outcome dan Implikasi Kepada Masyarakat

1. Meningkatkan kesadaran masyarakat akan pengolahan limbah rumah tangga dan penggunaan produk ramah lingkungan sehari-hari.
2. Meningkatkan kebiasaan masyarakat dalam pemilahan limbah rumah tangga
3. Membantu pemerintah dalam pengembangan kebijakan penggunaan listrik
4. Penggunaan sampah sebagai bahan bakar sangat efektif untuk membantu suplai energi listrik di daerah tersebut
5. Menjadi solusi dari permasalahan pengolahan limbah rumah tangga

Hal tersebut dapat diaplikasikan pada masyarakat dengan kerjasama INSPEKTA, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) serta Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kalimantan Timur, dimana masyarakat diajak untuk mulai melakukan pemilahan limbah rumah tangga. Masyarakat diajak turut andil dalam aksi peduli lingkungan, sadar akan pentingnya potensi yang ada. Selain itu penyuluhan yang dilakukan mengenai INSPEKTA diharapkan dapat merubah kebiasaan penggunaan listrik yang boros. Kemudian secara perlahan produk INSPEKTA dapat dimanfaatkan lebih luas lagi dalam pemenuhan energi listrik di Kalimantan Timur dan seluruh daerah di Indonesia.

I. Implementasi Kegiatan dengan Pihak yang Bekerjasama

Kegiatan INSPEKTA akan bekerjasama dengan pemerintah untuk memberikan *feedstock* limbah kepada BUMN atau pihak swasta yang bekerja sama. Semua sampah rumah tangga disortir berdasarkan jenisnya yaitu sampah organik, kertas, plastik, kaca dan logam. Sampah organik akan diolah menjadi energi listrik di PLTBm, dan sampah yang tidak dapat didaur ulang akan diolah di PLTSa. Sampah plastik akan dijual kepada mitra untuk di daur ulang, misalnya kepada Asosiasi Daur Ulang Plastik

Indonesia (ADUPI) karena memiliki teknologi yang lebih matang. Sampah kertas akan dijual kepada mitra yaitu Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia (APKI). Selanjutnya, limbah kaca dan logam akan dijual kepada mitra seperti Universal Eco untuk didaur ulang.

Kesimpulan

Inovasi INSPEKTA dapat membantu percepatan pengembangan infrastruktur kelistrikan, dan tambahan perencanaan kapasitas sekitar 650,13 MW di Ibu Kota Negara (IKN) baru di Kalimantan Timur. Selain itu, inovasi ini juga dapat meningkatkan *recycling rate* hingga 79,9%. Keunikan inovasi ini adalah terdapat dua kali pemilahan sampah, yaitu *primary sorting* dan *secondary sorting* sehingga hal ini akan meningkatkan tingkat pemanfaatan sampah rumah tangga. INSBin pada inovasi ini juga menggunakan *solar cell* sehingga ramah lingkungan.. Dengan demikian, INSPEKTA mendukung program *zero-waste and green energy, smart environment city*, meningkatkan efisiensi energi listrik, serta meningkatkan tingkat daur ulang sampah. Dari penjualan listrik yang dihasilkan dapat memberikan masukan kepada pemerintah sebesar Rp 23.416.591.864,55 dalam 25 tahun. Jangka waktu pengembalian modal yang ditunjukkan pada *payback period* adalah selama 4,65 tahun. Maka berdasarkan hasil kajian kelayakan tersebut inovasi INSPEKTA dapat direalisasikan karena memenuhi kriteria studi kelayakan. Kelayakan Ekonomis inovasi INSPEKTA di Kalimantan Timur ini akan memberi gambaran peluang investasi untuk pengembangan energi dan kelistrikan di Kalimantan Timur.

Daftar Pustaka

- Almeiro, Y. (2019, July 24). *Setahun, Kaltim Produksi 832 Ribu Ton Sampah*. Retrieved from kaltim.idntimes.com: <https://kaltim.idntimes.com/news/kaltim/yuda-almerio-pratama-lebang/setahun-kaltim-produksi-832-ribu-ton-sampah>
- Banjarnahor, D. (2019, August 30). *Sambut Ibu Kota Baru, BUMI Bangun PLTU di Kaltim*. Retrieved from www.cnbcindonesia.com: <https://www.cnbcindonesia.com/market/20190830162033-17-96031/sambut-ibu-kota-baru-bumi-bangun-pltu-di-kaltim>
- Camilla Andersson, J. (2018). Direct and indirect effects of waste management policies on household waste behaviour: The case of Sweden. *Waste Management*, 19-27.
- Fitriyanti Faruk, I. A. (2020). DAMPAK PLTU TIDORE TERHADAP LINGKUNGAN UDARA, KESEJAHTERAAN DAN KESEHATAN MASYARAKAT DI KELURAHAN RUM BALIBUNGA KECAMATAN TIDORE UTARA. *DINTEK*, 38-49.
- Mia Galina, U. D. (2016). SMART TRASH BIN WITH SOLAR CELL. *JEEE*, 46-51.
- Mualief Ismail, R. K. (2021). Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi. *JAMBURA*, 7-12.
- Praventia, Z., dan Jonas Napoleon Autumn. (2021). Insinergi: Infrastruktur Sirkular dan Energi. Retrieved from <https://impulseitb2021.com/booth-stage>
- Pribadi, A. (2019, October 25). *Suplai Listrik Ibu Kota Baru, Dibutuhkan Tambahan Kapasitas Pembangkit 1.555 MW*. Retrieved from www.esdm.go.id: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/suplai-listrik-ibu-kota-baru-dibutuhkan-tambahan-kapasitas-pembangkit-1555-mw>
- PUPR, K. (2017, February 7). *LAMPIRAN A: SPESIFIKASI TEKNIS SEKTOR PERSAMPAHAN*. Retrieved from sibima.pu.go.id:

http://sibima.pu.go.id/pluginfile.php/8073/mod_resource/content/1/C-K-Spesifikasi%20Teknis%20Persampahan-Lampiran%20A-Spesifikasi%20Teknis%20Sektor%20Persampahaan.pdf

Zainuddin, M. (2017). ANALISIS EFISIENSI GASIFIKASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA (PLTBM) TONGKOL JAGUNG KAPASITAS 500 KW DI KABUPATEN GORONTALO . *SiTekIn*, 192-198.