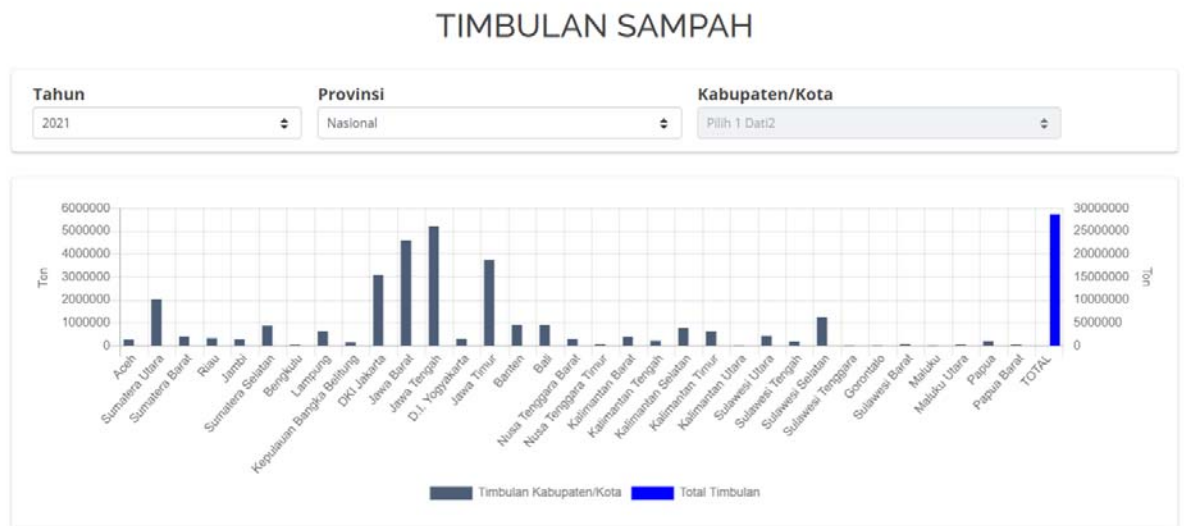


BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk peningkatan volume sampah di perkotaan Indonesia berkecenderungan meningkat. Hal ini menjadi sangat serius didukung oleh tingkat kesadaran dan perilaku penduduk perkotaan yang kurang kepekaannya terhadap lingkungan. Masalah ini menjadi sangat serius karena sampah baik sampah organik (sisa makanan, kayu, kertas, dlsb) dan sampah non organik (plastik, kain, karet, kaca, alumunium, logam, dsb) apabila tidak dikelola dan ditangani secara serius dapat mencemarkan lingkungan serta berkurangnya estetika di lingkungan tersebut.

Menurut data statistik dari Biro Pusat Statistik Indonesia jumlah timbulan sampah nasional pada tahun 2021 telah mencapai 68,5 juta ton (BPS, 2022). Jumlah timbulan sampah akan menjadi dua kali lipat pada tahun 2050 apabila tidak dikelola dengan baik.



Gambar 1.1 Grafik timbulan sampah nasional tahun 2021 (DLHK, 2022)

Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK) , sektor rumah tangga merupakan penyumbang sampah terbesar yakni sekitar 48%, disusul pasar tradisional sebesar 24%, dan jalan 7%. Komposisi sampah yang dihasilkan didominasi oleh sampah organik yang mencapai 60% dan sampah plastik 15% (DLHK, 2020). Berdasarkan komposisi sampah tersebut diperlukan penanganan sampah secara serius untuk mengurangi jumlah timbulan sampah tersebut diperlukan metode pengolahan sampah.

Di daerah Surakarta sama seperti daerah lain di indonesia juga mengalami permasalahan tentang timbulan sampah. Dari sumber Dinas Lingkungan Hidup Surakarta rata-

rata timbulan sampah mencapai 303,82 Ton/hari (DLHK, 2020) pada tahun 2019 seperti terlihat pada tabel 1.1.

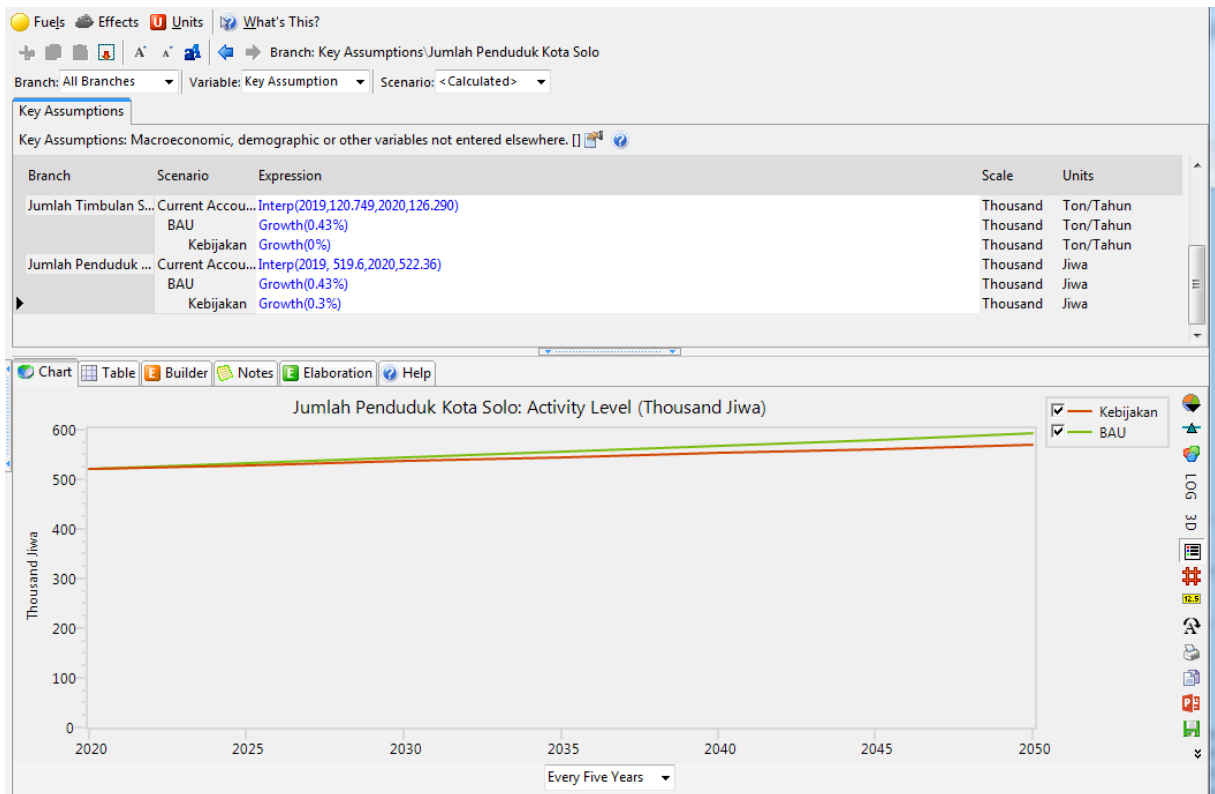
Tabel 1.1 Volume sampah per bulan (Ton) di kota Surakarta tahun 2019(DLHK, 2020)

Volume Sampah Per Bulan (Ton) di Kota Surakarta, 2019

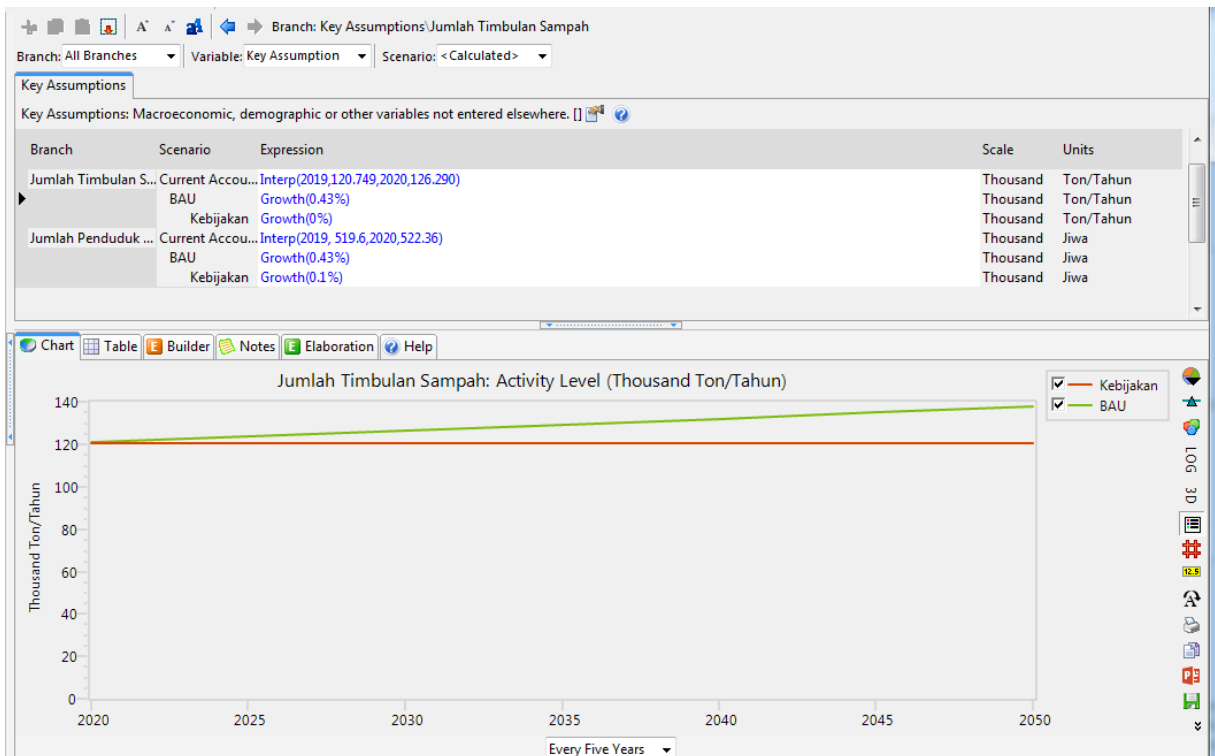
Bulan	DKP	DPP	Kelurahan	Umum	Jumlah	Rata-rata/hari
Januari	2 596,19	991,28	5 944,40	1 009,15	10 541,02	340,03
Februari	2 260,31	944,28	5 467,76	915,10	9 587,45	342,41
Maret	2 327,37	998,46	5 671,41	1 454,23	10 451,47	337,14
April	2 252,26	887,38	5 251,22	1 040,74	9 431,60	314,39
Mei	2 102,79	838,87	5 286,59	1 100,45	9 328,70	300,93
Juni	1 881,68	817,60	4 605,16	793,54	8 097,98	269,93
Juli	1 914,11	739,65	5 064,95	1 101,52	8 820,23	284,52
Agustus	1 946,88	674,50	4 882,45	1 087,80	8 591,63	277,15
September	1 970,30	707,43	4 600,61	963,58	8 241,92	274,73
Oktober	2 022,23	695,20	4 896,56	1 087,59	8 701,58	280,70
November	2 102,30	744,38	5 079,07	1 102,67	9 028,42	300,95
Desember	2 461,30	838,43	5 579,69	1 192,46	10 071,88	324,90
Jumlah	25 837,72	9 877,46	62 329,87	12 848,83	110 893,88	303,82

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta

Jumlah penduduk Surakarta pada tahun 2019 menurut data dari BPS Surakarta mencapai 519.600 jiwa (BPS, 2020) dan pada tahun 2020 jumlah penduduk Kota Surakarta mencapai 522.360 jiwa dengan tingkat pertumbuhan penduduk 0,43% (BPS, 2021). Jumlah timbulan sampah di daerah Surakarta pada tahun 2019 yang mencapai 303,82 Ton/hari(110894,3 Ton/tahun) dan pada tahun 2020 jumlah timbulan sampah mencapai 346 Ton/hari(126.290 Ton/tahun). Dari data jumlah penduduk dan timbulan sampah di Kota Surakarta, apabila kita prediksikan dengan menggunakan program Leap pada tahun 2050 jumlah penduduk akan mencapai 593.500 jiwa seperti terlihat dalam gambar 1.2 dan jumlah timbulan sampah pada tahun 2050 mencapai 378 Ton/hari(137.900 Ton/tahun) seperti terlihat dalam gambar 1.3.



Gambar 1.2 Grafik Jumlah penduduk Kota Surakarta tahun 2020-2050 dengan menggunakan Leap



Gambar 1.3 Grafik Jumlah pertumbuhan sampah di Kota Surakarta tahun 2020-2050 dengan menggunakan Leap

Dari gambar 1.2 dan gambar.1.3 grafik Jumlah pertumbuhan sampah kota Surakarta pada tahun 2020-2050, grafik dengan warna hijau memperlihatkan jumlah timbulan sampah tanpa adanya Kebijakan (Jumlah timbulan sampah mengikuti jumlah pertumbuhan penduduk) dan grafik dengan warna merah, memperlihatkan jumlah timbulan sampah dengan adanya kebijakan (menekan pertumbuhan jumlah timbulan sampah sampai dengan 0%) dengan metode pengolahan sampah. Dalam penelitian ini akan dicari Teknik pengolahan sampah untuk menghasilkan energi sesuai dengan permasalahan yang ada dengan bahan baku sampah atau Feedstock sebesar 300 Ton/hari, 450 Ton/hari dan 600 Ton/hari sesuai dengan scenario pengurangan jumlah timbulan sampah.

Menurut usmadiansyah besaran energi yang dihasilkan dari PLTSa dengan teknologi plasma gasifikasi bergantung dengan besarnya bahan baku sampah yang digun semakin besar bahan baku akan menghasilkan energi yang lebih besar (Usmadiansyah, 2017). Teknologi Gasifikasi Plasma untuk menghasilkan *Syngas* bergantung dengan penambahan gasifikasi agennya. Dengan menambahkan udara sebagai gasifikasi akan menghasilkan CO yang lebih besar dari H₂ dalam komposisi *Syngas*, sedangkan penambahan Steam+udara sebagai gasifikasi agen akan meningkatkan H₂ dibandingkan dengan CO dalam komposisi *Syngas* (Khuriati et al., 2018; Sesotyo et al., 2019). Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengkajian antara besar energi dengan jumlah bahan baku sampah (*Feedstock*) dengan gasifikasi agen yang digunakan dalam teknik gasifikasi plasma.

Menurut Usmadiansyah terdapat hubungan antara bahan baku (*Feedstock*) dengan tingkat pengembalian investasi (*Payback Period*), sehingga perlu dikaji tingkat pengembalian ekonomi dengan jumlah bahan baku (Usmadiansyah, 2017).

Menurut Usmadiansyah terdapat hubungan antara bahan baku (*Feedstock*) dengan indikator tingkat efisiensi investasi (*IRR*) yang dipengaruhi oleh suku bunga (*Diskonto Rate*), sehingga diperlukan pengkajian *IRR* dengan bahan baku (*Feedstok*) (Usmadiansyah, 2017).

Teknik pengolahan sampah menjadi energi saat ini di PLTSa Putri Cempo Solo menggunakan gasifikasi konvensional. Kekurangan pada teknik gasifikasi konvensional adalah hasil *Syngas* dan energi yang kecil serta kurang ramah terhadap lingkungan

Teknik pengolahan sampah yang diusulkan dalam penelitian ini adalah Teknik Gasifikasi plasma dengan Steam+udara sebagai gasifikasi agen dikarenakan Teknik tersebut menghasilkan Hidrogen (H₂) yang lebih besar sebagai komponen pembentuk *syngas*. Dengan Hidrogen sebagai hasil *syngas* yang digunakan sebagai bahan bakar yang lebih ramah lingkungan dalam pembangkitan Energi listrik, dikarenakan tidak terdapat emisi dari pembakaran. (Sesotyo et al., 2019).

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang permasalahan dan usulan teknik pengolahan sampah dengan menggunakan teknik gasifikasi plasma dengan Steam+udara sebagai gasifikasi agen didapatkan permasalahan :

1. Berapa besaran daya yang dihasilkan dari feedstock sampah 300 Ton/hari, 450 Ton/hari dan 600 Ton /hari dari teknik pengolahan sampah menggunakan gasifikasi plasma dengan Steam+udara sebagai gasifikasi agentnya?
2. Berapa lama tingkat pengembalian investasi (*Payback Period*) dari bahan baku sampah atau Feedstock 300 Ton/hari, 450 Ton/hari dan 600 Ton/hari?
3. Berapa tingkat efisiensi investasi (IRR) dari bahan baku sampah atau Feedstock Jumlah bahan baku sampah atau Feedstock 300 Ton/hari, 450 Ton/hari dan 600 Ton/hari?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan besaran daya yang dihasilkan dari feedstock sampah 300 Ton/hari, 450 Ton/hari dan 600 Ton /hari dari teknik pengolahan sampah menggunakan gasifikasi plasma dengan Steam+udara sebagai gasifikasi agentnya.
2. Mendapatkan nilai tingkat pengembalian investasi (*Payback Period*) dari bahan baku sampah atau Feedstock 300 Ton/hari, 450 Ton/hari dan 600 Ton/hari.
3. Mendapatkan nilai tingkat efisiensi investasi (IRR) dari bahan baku sampah atau Feedstock Jumlah bahan baku sampah atau Feedstock 300 Ton/hari, 450 Ton/hari dan 600 Ton/hari

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat digunakan sebagai teknologi pilihan pengolahan sampah perkotaan secara efisien dapat bernilai ekonomis dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Keuntungan dari penerapan teknologi pengolahan sampah dengan menggunakan plasma gasifikasi adalah sebagai berikut:

1. Menjadi sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan
2. Mengurangi pencemaran lingkungan

1.5 Originalitas Penelitian

Penelitian tentang pengolahan sampah dengan proses plasma gasifikasi telah banyak dilaksanakan di beberapa negara. Ringkasan beberapa penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Ringkasan dari Penelitian yang terdahulu

No.	Peneliti/tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1.	Gandhi et al. (2014)	<i>Plasma Gasification: From a Dirty City to a Heavenly Place and from Waste Solids to Clean Fuel</i>	Dalam penelitian ini teknologi yang digunakan untuk mengolah limbah TPA untuk mengekstrak komoditas yang dapat didaur ulang dan mengubah bahan berbasis karbon menjadi bahan bakar dengan teknologi plasma gasifikasi. Hasil dari penelitian ini mengubah limbah padat perkotaan (MSW) menjadi energi memiliki potensi besar untuk beroperasi lebih efisien daripada sistem pirolisis dan pembakaran lainnya karena suhunya yang tinggi, kepadatan panasnya, dan hampir menyelesaikan konversi bahan berbasis karbon menjadi syngas, dan non-organik menjadi terak. Teknologi ini menawarkan	Perbedaan penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah jumlah kuantitas sampah dimana dalam penelitian terdahulu (Gandhi et al,2014) jumlah MSW adalah 200 Ton/hari (TPD) dan dalam penelitian jumlah MSW nya adalah 500 Ton/hari (TPD) dan produksi energi listrik yang dihasilkan pada penelitian terdahulu (Gandi et al,2014) adalah 1,932 MW dalam penelitian ini produksi energi listrik yang dihasilkan 5-7 MW.

No.	Peneliti/tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			solusi ramah lingkungan yang tahan lama untuk produksi energi dan pembuangan limbah harian, serta kekurangan daya yang berulang.	
2.	Malinauskaite et al. (2017)	<i>Municipal Solid Waste Management and Waste-to-Energy in the Context of a Circular Economy and Recycling in Europe</i>	WtE masih memiliki peran dalam pemrosesan sampah meskipun terjadi konflik dengan daur ulang. Komisi Eropa telah menetapkan definisi dan hirarki pemrosesan sampah yang menempatkan pengurangan, penggunaan kembali dan daur ulang didahulukan sebelum dilakukan pemulihan energi. Namun belum ada metode perhitungan yang jelas, jenis sampah yang didaur ulang, dikompos, dipulihkan energinya, dan dibuang.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya (Malinauskate et al,2017) membahas manajemen pengolahan sampah dengan mengedepankan konsep <i>reduce reuse</i> dan <i>recycle</i> sebelum dilakukan pemulihan energi, sedangkan dalam penelitian ini lebih menekankan pengolahan sampah dengan proses gasifikasi (pemulihan energi).
3.	Usmadiansyah (2017)	Kajian Konversi Potensi Sampah Kota Pontianak Menjadi Energi Listrik Dengan Gasifikasi Plasma	Dalam penelitian ini telah dianalisa potensi sampah kota Pontianak yang dapat diubah menjadi energi listrik. Hasil yang diperoleh bahwa 1 (satu) ton sampah dapat menghasilkan energi listrik sebesar 787.5371 kWh. Dari data yang diperoleh selama 6 tahun	Perbedaan penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah jumlah kuantitas sampah dimana dalam penelitian terdahulu (Usmandiansyah,2017) jumlah MSW adalah 1 Ton/hari (TPD) dan dalam penelitian jumlah

No.	Peneliti/tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			<p>dengan jumlah sampah sebanyak 1.378.269,20 ton dapat menghasilkan energi listrik sebesar 1.085.438,10 MWh dan dapat diperoleh estimasi pendapatan penjualan sebesar Rp. 1.622.729.961.326,79. Dengan tingkat bunga 12% maka biaya produksi pabrik sebesar Rp. 1.417.16 / kWh. PLTSa dengan gasifikasi plasma merupakan salah satu teknologi paling efektif dan ramah lingkungan sebagai solusi dalam penanganan sampah dan krisis energi listrik.</p>	<p>MSW nya adalah 500 Ton/hari (TPD) dan produksi energi listrik yang dihasilkan pada penelitian terdahulu (Usmadiansyah,2017) adalah 0,787 MW dalam penelitian ini produksi energi listrik yang dihasilkan 5-7 MW</p>
4.	Khuriati dkk (2018)	<i>Application of aspen plus for municipal solid waste plasma gasification simulation: case study of Jatibarang Landfill in Semarang Indonesia</i>	<p>Dalam studi kasus ini mengaplikasikan teknologi gasifikasi plasma pada MSW dengan menggunakan perangkat lunak Aspen plus bahan baku gasifikasi plasma adalah MSW di TPA Jatibarang. Untuk memverifikasi model, simulasi dan pemodelan gasifikasi plasma untuk melihat efisiensi dan produksi karbon monoksida tertinggi adalah dicapai ketika hanya udara yang digunakan sebagai gas</p>	<p>Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya (Khuriati dkk,2018) adalah pada penelitian (Khuriati dkk,2018) membahas mengenai efisiensi dan produksi karbon monoksida dan hidrogen sedangkan dalam penelitian ini membahas tentang analisa tekno ekonomi</p>

No.	Peneliti/tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			plasma. Penambahan uap sebagai gas plasma meningkatkan produksi hidrogen tetapi mengurangi produksi karbon monoksida. Semakin besar jumlah uap, semakin banyak hidrogen yang diproduksi	
5.	Behrsin (2020)	<i>Controversies of justice, scale, and siting: The uneven discourse of renewability in Austrian waste-to-energy development</i>	Studi ini menunjukkan bahwa isu ketidakadilan dalam operasionalisasi fasilitas <i>waste-to-energy</i> pada tingkat lokal dimana fasilitas dibangun. Membingkai sampah sebagai sumber energi terbarukan memberikan beberapa keuntungan termasuk subsidi produksi energi hijau dan keringanan biaya remediasi lahan. Kelompok-kelompok yang menolak WtE akan lebih efektif jika mempengaruhi pada pembuat kebijakan.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya (Behrsin 2020) adalah penelitian sebelumnya lebih membahas masalah dampak sosial sedangkan dalam penelitian ini membahas masalah teknik ekonomi pengolahan sampah dengan proses gasifikasi plasma

Gap dalam penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya:

1. Penelitian membahas tentang studi kelayakan ekonomi PLTSa dengan menggunakan Teknik Gasifikasi plasma dengan steam+udara sebagai gasifikasi agen dihitung berdasarkan nilai parameter IRR, NPV dan PP dengan menggunakan 3 skenario.:
Skenario 1 membandingkan jumlah feedstock MSW 300 Ton/hari suku bunga bank 10%, 12,5% dan 15% suku , skenario 2 feedstock 450 Ton/hari dengan suku bunga bank 10%, 12,5% dan 15% dan 600 Ton/hari dengan suku bunga bank 10%, 12,5%

dan 15% untuk menghitung jumlah energi listrik dan daya yang dihasilkan dan dihitung IRR, NPV dan PP. Semua perhitungan ekonomi disajikan dalam nilai mata uang sehingga akan memudahkan dalam pengambilan keputusan.